



IV CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS

"Conocimiento e innovación para el desarrollo sostenible"

LIBRO DE RESÚMENES

19, 20 y 21 / Abril / 2017
Campus UNA
San Lorenzo, Paraguay



Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Agrarias



IV CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS

“Conocimiento e innovación para el desarrollo sostenible”

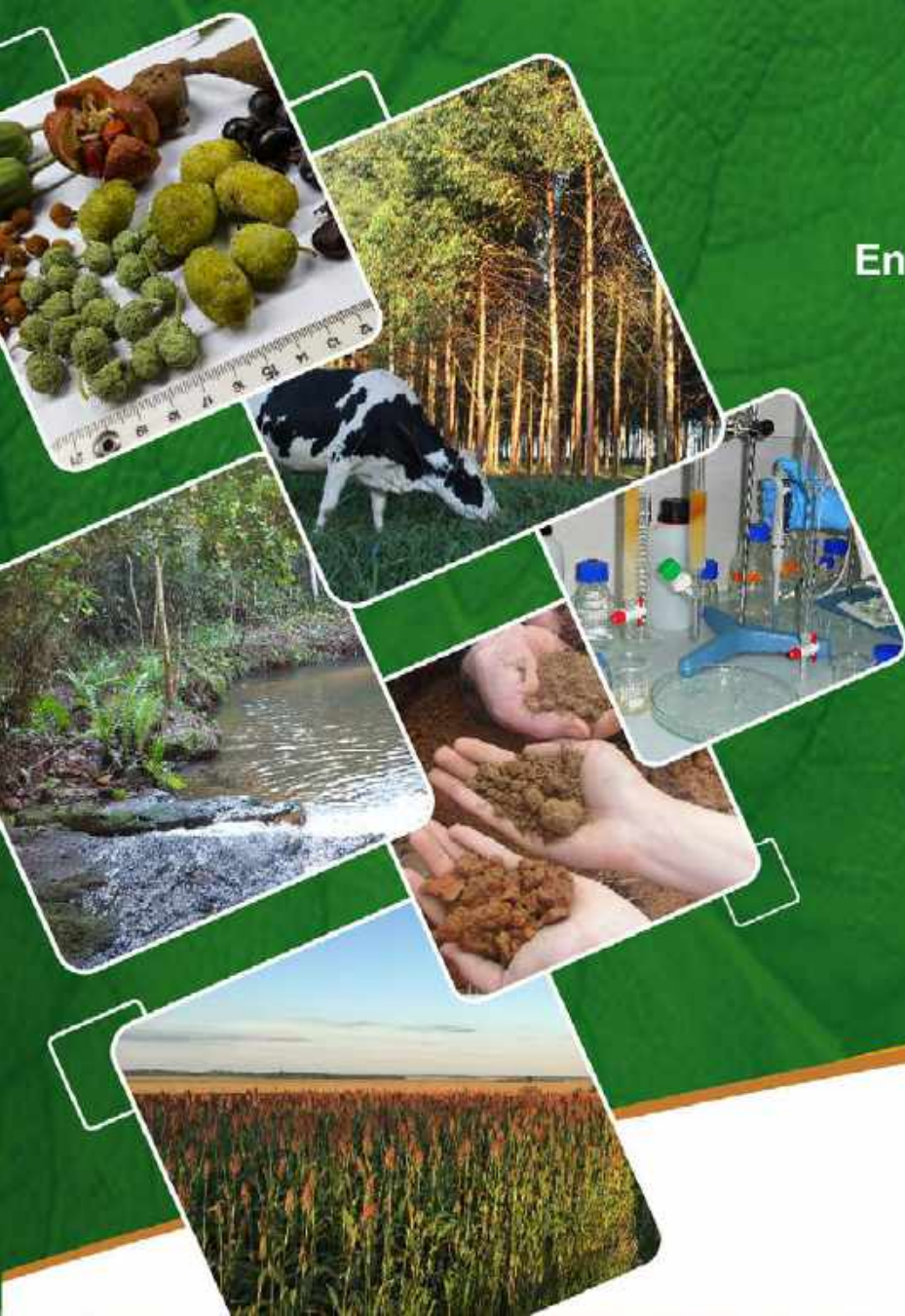
LIBRO DE RESÚMENES

Editores

Enrique Asterio Benítez León

Guillermina Macchi Leite

Alba Liz González



Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Agrarias

Congreso Nacional de Ciencias Agrarias. (4a. : 2017 abr. 19-21; San Lorenzo, Paraguay).
Libro de resúmenes / editores Enrique Asterio Benítez León, Guillermina Macchi
Leite, Alba Liz González. – San Lorenzo, Paraguay: FCA/UNA, 2017.
1 pendrive ; capacidad 116 Mb.

Incluye tablas, figuras, bibliografías.

1. Producción agrícola. 2. Producción animal. 3. Producción forestal. 4. Economía.
5. Desarrollo rural. 6. Bosques. 7. Medio ambiente. 8. Suelos. 9. Ingeniería agrícola. 10.
Protección Vegetal. 11. Biotecnología. I. Benítez León, Enrique Asterio, ed. II. Macchi Leite,
Guillermina, ed. III. González, Alba Liz, ed. IV. Título.

CDD : 630

Diseño editorial e interactividad: ERVAZ Arte Digital - Tel. 021 420 844

Colaboración: Lourdes Monserrat Mora Insfrán

Fotos de tapa: Lourdes María González Soria, Jorge Daniel Caballero Mascheroni,
Gloria Arminda Resquín Romero, Enrique Asterio Benítez León, Luis Dario Macchi Leite.

ISBN: 978-99967-831-3-5



Bienvenida



Estimados participantes del **IV Congreso Nacional de Ciencias Agrarias**

El mundo actual caracterizado por una creciente población, el cambio climático, aparición de economías emergentes y un desarrollo vertiginoso de la ciencia y la tecnología en áreas como la biotecnología, la informática y la nanotecnología genera escenarios de oportunidades y desafíos, en especial para las **Ciencias Agrarias**, preocupada por la necesidad de producir alimentos seguros, inocuos, en cantidades adecuadas y asequibles a la población y en mantener los recursos productivos tierra, agua y energía.

Estos escenarios de alta competitividad, nuevas tecnologías y uso intensivo de los recursos naturales hacen cada vez más necesario pensar en lograr una agricultura sostenible. Es aquí donde la creatividad, la innovación y los esfuerzos intelectuales y colectivos desempeñan roles críticos con miras a lograr una producción que, por un lado, satisfaga la demanda y acceso, y por otro, genere el conocimiento necesario para un manejo adecuado de los recursos naturales apuntando hacia la sostenibilidad de los mismos.

En este contexto, la **Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción**, atenta a los desarrollos del sector agrario nacional, abre este espacio, el **IV Congreso Nacional de Ciencias Agrarias**, con el objetivo de presentar al sector los avances y conocimientos científicos que puedan ser aplicados en la práctica para hacer frente a los retos que esperan al sector. Todo ello en busca de mejorar la competitividad en un entorno económico cada vez más difícil y, al mismo tiempo, garantizar la utilización sostenible de los recursos y servicios ecosistémicos, contribuir a la seguridad alimentaria, logrando simultáneamente, introducir en la población rural aquellos aprendizajes que les permitan impulsar y diversificar su economía.

Así, esta IV edición del **Congreso Nacional de Ciencias Agrarias**, propone ejes temáticos transversales que logren atender la premisa de partida: Producción Agrícola, Animal y Forestal; Bosques y Ambiente; Economía y Desarrollo Rural; Suelos e Ingeniería Agrícola; y Protección Vegetal y Biotecnología. Esperamos que este **IV CNCA**, beneficiado con el aporte de importantes e innovadores trabajos provenientes de investigadores de todo el país y de la región, logre su cometido de convertirse en una plataforma de intercambio de conocimientos y experiencias entre los actores vinculados al área.

De esta manera, en representación de la comunidad universitaria de la **Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción**, les recibimos en nuestra casa con todo gusto para compartir tres intensos días de aprendizaje e intercambio de conocimientos.

¡Bienvenidos!

Prof. Ing. Agr. Luis Guillermo Maldonado
Decano
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Asunción

Presentación



IV CONGRESO NACIONAL
DE CIENCIAS AGRARIAS

Es innegable el aporte que tiene el sector agrario en la economía nacional, cada año va creciendo y generando mayores beneficios para el desarrollo del país. Tal es así que, este aporte alcanza actualmente una producción de granos de más de 15 millones de toneladas y más de 620 mil toneladas de carne vacuna de reconocida calidad (70% destinada a exportación), lo cual nos permitiría proveer energía alimentaria suficiente para cifras superiores a 100 millones de personas. Conociendo del rol multifuncional de la agricultura, esto implica generación de bienes y servicios, empleo rural y sobre todo, aumento de desarrollo y equidad social.

Cabe señalar que para que esta generación de bienes sea económica, social y ambientalmente sostenible debemos crear conocimiento, innovación y transferencia de la misma a todos los sectores involucrados, centrados en los objetivos de asegurar una producción de alimentos viable; garantizar una gestión sostenible de los recursos naturales y de la acción del clima; y contribuir a un desarrollo territorial equilibrado, que sirvan de base para mejorar la competitividad y la sostenibilidad de los sistemas productivos.

Debido a ello, bajo el lema “**Conocimiento e innovación para el desarrollo sostenible**”, el IVCNCA hace una apuesta hacia la búsqueda de una innovación apropiada, productiva y socialmente; y que genere beneficios para las partes interesadas, que actúe como un impulsor del crecimiento económico y la competitividad de Paraguay. Sabiendo que la innovación requiere de la investigación, y prospera dentro de “sistemas de innovación” integrados por organizaciones y actores, públicos y privados, es que estamos aquí reunidos en torno a este evento, generando condiciones propicias para que prospere.

Para lograrlo, el cambio tecnológico en los sistemas de producción debe ser interactivo, permitiendo el intercambio constante de conocimientos, entre la identificación de problemas y la búsqueda de soluciones, que proponga una evolución del rol de los agricultores que pasan de ser socios a convertirse en protagonistas de los procesos de innovación.

Quisiera agradecer en nombre del Comité Organizador, la confianza de los investigadores e invitados, quienes con un total de 7 presentaciones en plenaria de reconocidos especialistas, 79 presentaciones orales en paralelo y 211 pósters, suman un total de 298 investigaciones; así como 10 minicursos y un día de campo.

No podría concluir sin reconocer el apoyo incansable del Comité Organizador y todas las numerosas personas que colaboraron en la preparación y ejecución, así como a las empresas e instituciones que apoyaron este evento, sin Ustedes no hubiese sido posible, a cada uno va nuestro mayor agradecimiento.

Prof. Ing. Agr. Mónica Gavilán Jiménez
Coordinación General

IV Congreso Nacional de Ciencias Agrarias

Equipo Organizador



IV CONGRESO NACIONAL
DE CIENCIAS AGRARIAS

Coordinación General
Mónica Gavilán Jiménez

Secretaría del Congreso
Alba Liz González

Coordinación del Comité Científico
Enrique Asterio Benítez León, Guillermina Macchi Leite, Alba Liz González

Comité Científico
Alicia Susana Aquino Jara, Jorge Daniel Caballero Mascheroni, Cipriano Ramón Enciso Garay, María Bernarda Ramírez de López, María Gloria Cabrera, Larissa Rejalaga Noguera, María del Pilar Galeano Samaniego, Juan José Bonnín Acosta, Lourdes Patricia Elías Da Costa, Lidia Pérez de Molas, Gloria Arminda Resquín Romero, Nancy Villalba de Cabral, María Gloria Ovelar Aguilera

Admisión
Lila Mabel Gamarra Ruiz Diaz

Relación con Patrocinadores y Expo Feria
Lourdes María González Soria, Oscar Manuel Vera Cabral, Clarice Alegre Meza

Relaciones Públicas
Larissa Rejalaga Noguera, María Bernarda Ramírez de López

Relación con Disertantes
Diego Avilio Ocampos Olmedo, Jorge Daniel Caballero Mascheroni

Logística
Emilio Andrés Aquino, Christian Moreno, Samia Romero, Claudio Moreno, Alice Carolina Romero Agüero

Día de Campo
Jorge Daniel González Villalba, Cipriano Ramón Enciso Garay, Valeriano Espínola, Mirta Montiel, Luis Alonzo Griffith, Hugo Nicasio Rodríguez Espínola, Fátima Ríos Valiente Wilber Nelson Ortiz

Eventos Socioculturales
María Gloria Cabrera, Estella Mari Cabello Cardozo

Administración
Pedro Luis Paniagua Alcaráz

Protocolo
Patricia Bordón Salinas



Consejo Directivo

Decano y Presidente: Prof. Ing. Agr. Luis Guillermo Maldonado

Vice Decano: Prof. Ing. Agr. Jorge Daniel González Villalba

Secretaria de Facultad: Abog. Patricia Bordón Salinas

Miembros Titulares Docentes

Prof. Ing. Agr. Juan José Bonnín Acosta
Prof. Ing. For. Mirtha Lucía Vera de Ortiz
Prof. Ing. Agr. Oscar Joaquín Duarte Álvarez
Prof. Ing. Agr. Cipriano Ramón Enciso Garay
Prof. Ing. Agr. José Quinto Paredes Fernández

Representante ante el Consejo Superior Universitario

Prof. Ing. Agr. Fidel José Delgado Ojeda

Miembros Titulares No Docentes

Ing. Agr. Fátima María Feschenko Gilardoni
Ing. E.H. Emilio Andrés Aquino

Miembros Titulares Estudiantes

Univ. Ángel Manuel Benítez Rodríguez
Univ. Richard Javier González Acosta
Univ. José Nicolás Godoy

Miembros de la Asamblea Universitaria

Miembro Titular Estamento Docente

Prof. Ing. Agr. María Gloria Ovelar Aguilera

Miembro Titular Estamento No Docente

Ing. Agr. Lucio Romero Ramos

Miembro Titular Estamento Estudiantil

Univ. Carlos Ángel Rojas Sánchez



Plenarias

Fertilización y balance de nutrientes en la agricultura mecanizada paraguaya Héctor Javier Causarano Medina	32
Sistemas Integrados de Producción Agropecuaria como camino para la intensificación sustentable Paulo César de F. Carvalho, Pedro Arthur de A. Nunes, Angel S. Zubieta	36
Manejo sostenible de nutrientes en los sistemas agrarios para el incremento de la producción atendiendo la temática ambiental Fernando O. García y Adrián A. Correndo	39
Banco de semillas florestais nativas: organização e funcionamento Antonio Carlos de Souza Medeiros	47



Conferencias en simultáneo

Depresión endogámica en híbridos simples de segunda generación (F₂) de maíz harinoso	54
Verónica Machado y Cinthia Arenas	
Evaluación de familias de medios hermanos de maíz tipo dentado sometidos a estrés hídrico	58
Amalio Mendoza, Arsenio Insaurralde, Pedro Rubén Viera, Diosnel Alvarez	
Comportamiento de variedades de naranja y pomelos en la Región Oriental del Paraguay	62
Carlos Roberto Wlosek Stañgret	
Vernalización de mudas de frutilla	69
Victoria Rossmarj Santacruz Oviedo y Ernesto García	
Manejo e produção do pasto em sistemas silvipastoris	72
Steben Crestani y Sila Carneiro Da Silva	
Producción ganadera bajo sistema silvopastoril	77
Richard Fast y Lilian Martens	
Suplementación invernal de vaquillas en etapa de recria con diferentes fuentes energéticas	80
Daniel Antonio Cardozo González, Fulvia Alexandra Giralda Santos, Gustavo Valdez Ojeda	
Correlación entre el índice del contenido de clorofila y el contenido de proteína bruta en especies forrajeras del género <i>Brachiaria</i> en el periodo invernal	84
Oscar Rodriguez Zuárez, Pedro Paniagua Alcaraz, Daniel Caballero Mascheroni	
Estimativa del índice de área foliar de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>, clon I144 en sistemas forestales de rotación corta. Análisis Preliminar	88
Gabriela C. Villamagua-Vergara, Mariana B. Montelatto, Carla M. Brito, Marcelo S. Denadai, Marcelo Almeida Silva, Saulo P. S. Guerra	
Estimación del crecimiento de Palo Santo (<i>Bulnesia sarmientoi</i> Lorenz ex. Griseb Zygothylaceae)	92
Mirtha Vera de Ortíz, Delia Ramírez Haedo, Felicia Zarate, Carolina Alvares, Vanessa Torres	

Hongos fitopatógenos en eucalipto en Paraguay: una actualización a las especies de importancia para la sanidad forestal	95
.....	
Ximena Silva, Jolanda Roux, Ginna Granados, Alberto Yanosky, Alfredo Gricyuk, Fred Asiegbu	
Tierra y desarrollo rural	100
.....	
Marielle Palau	
Factores socioeconómicos que afectan las plantaciones forestales y su manejo en las pequeñas fincas de la Región Oriental de Paraguay	102
.....	
Elizabeth Monges y Jürgen Pretzsch	
Agricultura familiar: un análisis de los ingresos monetarios de la Asociación 3 de Noviembre del distrito de Capiibary, departamento de San Pedro, periodo agrícola 2014-2015	105
.....	
Norma Carballo y Victor Enciso	
Rentabilidad de la producción de soja (<i>Glicine max</i>), en sistema de siembra al voleo y sistema de siembra directa en el Distrito de Santa Fe	109
.....	
Andrea Parodi y Victor Enciso	
Análisis de la eficiencia económica de la producción de caña de azúcar orgánica: caso socios de la Cooperativa Manduvirá	113
.....	
Estela Mari Cabello, María Gloria Cabrera, Mónica Josefina Gavilan, Wilma Benitez	
Caracterización de sistemas de producción agrícola familiar en los distritos de San Juan Nepomuceno, Tava'i, Alto Vera e Itapúa Poty	117
.....	
Federico Vargas Lehner, Emilio Aquino, Fátima Almada	
El aumento de precipitaciones intensas y los bosques: el rol de las reservas y corredores biológicos de la Itaipú Binacional en la conservación de suelo en el Este del Paraguay	122
.....	
Norman Breuer, Julián Báez, Fiorella Oreggioni	
Modelación meteorológica mesoescalar para potenciar el aprovechamiento de la radiación solar como fuente energética renovable. Caso práctico: Cataluña, España	126
.....	
Angel Rincón Rodriguez	
Sistemas biológicos para el tratamiento de emisiones del gas de efecto invernadero N₂O	130
.....	
Osvaldo D. Frutos	
Estrategias para la conservación y el uso productivo de especies nativas del Bosque Atlántico Interior (Selva Paranaense)	135
.....	
Beatriz Irene Eibl y Miguel Angel López	
Bosques degradados del bloque Sur del BAAPA: una aproximación a su caracterización	142
.....	
Lidia Florencia Pérez de Molas	
Floración de <i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart. en el cerrado Aguará Ñu (RNBM), Departamento de Canindeyú, Paraguay	149
.....	
Shady Susana Ruiz Díaz Medina, Enrique Benítez León, Lourdes González Soria, Giovanna da Ponte	

Efecto de herbicidas en el control de <i>Brachiaria decumbens</i> en el Parque Nacional Cerro Corá, Paraguay	153
Rebecca Haydée Sarah Benítez Schneider, Lourdes González Soria, Angel Iribas Zarate, Fanni Petrona Ruíz Samudio	
Lineamientos de principios, criterios e indicadores para el manejo efectivo de las Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay	158
María Auxiliadora Martínez Cantero, Stella Mary Amarilla Rodríguez, Jorge Amado Pinazzo Salinas, Alberto Esquivel Mattos	
Índice de calidad ambiental urbana (ICAU) en el Distrito de Caacupé, Departamento de Cordillera	163
Edgar Daniel Coronel Recalde, Lucía Janet Villalba Marín, Stella M. Amarilla R., Carlos Enciso V.	
Uso de yeso agrícola en sistemas mecanizados	168
Diego Fatecha Fois, Maria do Carmo Lana, Jimmy Walter Rasche Alvarez, Jucenei Frandoloso, Laura Raquel Quiñonez Vera, Belén Gimenez Leguizamón	
Modelos de simulación como herramienta para estimación de balance hídrico, productividad y calendario de riego	173
María Soledad Armoa Báez	
Fraccionamiento de fósforo en afluentes del lago Ypacaraí	176
Jimmy Walter Rasche Alvarez, Angélica María Acosta González, Gilda Eliana Torres Irala, Viviana María Cáceres Figueredo, Diego Fatecha Fois, Danilo Rheinheimer dos Santos	
Uso del balance de nutrientes para el manejo del suelo en caña de azúcar orgánica	180
Francisco Vallejos, Luis Fernando Espinoza, Deiby Cano, Sindulfo Giménez, Magdalena Bustó, Marcos Vega	
Efecto de prácticas de manejo de suelo sobre el rendimiento de los cultivos de mandioca y maíz	185
Diosnel Bareiro Molinas	
Comparación de dos tipos de depósitos en la eliminación de impurezas de biodiesel de sebo vacuno	191
Marcela Fernández Ortega, Héctor A. Corvalán Pozzo	
Manejo sostenible de la fertilidad de suelos para la producción de alimentos	194
Carlos Leguizamón Rojas; Marcos Sanabria Franco; Alder Duarte Monzón; Celeste Saucedo Valverde; Eugenio González Cáceres; Guido Samudio Cardozo; Víctor Ramírez Peralta	
Situación y Perspectivas en Agricultura de Precisión en el Paraguay	197
Enrique Hahn Villalba	
Nutrición de plantas para óptimos rendimientos agrícolas	204
Fernando O. García y Adrián A. Correndo	
Ficología en Paraguay, avances y sus aplicaciones en gestión ambiental y biotecnología	213
R. Melissa Dos Santos	
Distribución de plagas y enemigos naturales en el cultivo de soja en Paraguay	216
Claudia Carolina Cabral Antúnez, Lindolfo Storck, Jerson Vanderlei Carus Guedes, Simeón Aguayo Trinidad, Néstor David Cabral Antúnez	

Toxicidad de proteínas Bt sobre plagas de cultivos	220
Victor Adolfo Gómez López, Cinthia Mariela Sosa González, Ana Belén Ayala Gómez	
Diversidad de hongos fitopatógenos asociados al cultivo del ka'a he'e (<i>Stevia rebaudiana</i> (Bertoni) Bertoni) en Paraguay	224
Adans Colmán, Willyane Lisboa, Andres Sanabria, Robert Barreto	
Impacto económico de la presencia de moscas de la fruta en el Paraguay	229
Liz Carolina Garay de Gauto	
Presencia del ácaro <i>Mononychellus planki</i> en zonas productoras de soja en Sureste de Paraguay	231
María B. Ramírez de López, Osmar Rene Arias, Gilberto José de Moraes	
Insectos plagas presentes en pasturas naturales e implantadas de Paraguay	235
Humberto J. Sarubbi O. y María Bernarda Ramírez de López	
Efecto del insecticida deltametrina sobre <i>Sitophilus zeamais</i> y <i>Callosobruchus maculatus</i>	238
Edgar Francisco Gaona Mena, Diana Larissa Ayala Barúa, Gladys Griselda Gamarra Ruiz Díaz	
Morfoanatomía de la colonización de los hongos entomopatógenos endófitos (<i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium brunneum</i>) en plantas de melón	242
Gloria Resquín-Romero, Inmaculada Garrido-Jurado, Enrique Quesada-Moraga	
Efecto de inductores de resistencia sobre el progreso de la mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>sesami</i>) en sésamo (<i>Sesamum indicum</i> L.)	246
Edith Diana María Ruiz Díaz Lovera y Cristhian Javier Grabowski Ocampos	
Generación de líneas de arroz modificadas genéticamente con acumulación de microRNAs implicados en respuesta a estrés	250
Marcelo Alborno Jover y María Coca López	
Caracterización genotípica de las variedades paraguayas de trigo con distintos grados de resistencia al brotado pre-cosecha	256
Renato Sardi, Man Mohan Kohli, Julio C. M. Iehisa	



Trabajos Presentados en la Sesión de Póster

Evaluación de pérdida de masa y análisis sensorial de frutos de frutilla en función a la vernalización	260
Moisés Cabral, Victoria Rossmarý Santacruz Oviedo, Cipriano Ramón Enciso-Garay, Graciela Cabrera	
Crecimiento y fructificación de ocho cultivares de naranja tardía (<i>Citrus sinensis</i>) en la región sur del Paraguay	265
Carlos Roberto Wlosek Staňgret, Daniel Prichodiuk, Cesar Venialgo, Manuel Arzamendia Duarte	
Distribución del sistema radicular del naranjo “Valencia Limeira” sobre diferentes portainjertos	269
Carlos Roberto Wlosek Staňgret, Sergio María Duarte Chamorro, Robert Ariel Paredes Flor	
Comportamiento agronómico de diferentes variedades de poroto en el Departamento Central	274
César Arnaldo Caballero Mendoza, Cipriano Ramón Enciso Garay, Gisselle Decoud Cabrera	
Rendimiento de mandioca con diferentes dosis de polvo de roca	277
Oscar J. Duarte Alvarez, Cipriano Ramón Enciso Garay, César Arnaldo Caballero Mendoza, Giovanni Abraham Bogado, Viviana Vaneza Cabrera	
Vida útil de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) variedad bruma (repollada) mínimamente procesada bajo tres sistemas de envasado	281
Mónica Gavilán Jiménez y Claudio Moreno Gavilán	
Producción de habilla negra con aplicación de fertilización foliar	285
Florencio David Valdéz Ocampo Wilfrido Daniel Lugo Pereira, Eulalio Morel López, Rubén Alejandro Ovelar Centurion, Adolfo Leguizamón Resquín, Oscar Caballero Casuriaga	
Comportamiento productivo de variedades de papa	288
Eulalio Morel López, Wilfrido Daniel Lugo Pereira, Oscar Caballero Casuriaga, Modesto Osmar Da Silva, Florencio David Valdéz Ocampo, Adolfo Leguizamón Resquín	
Producción de seis variedades de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.), en el distrito de Concepción	291
Adolfo Leguizamón Resquín, Wilfrido Daniel Lugo Pereira, Eulalio Morel López, Modesto Da Silva Oviedo, Florencio David Valdéz Ocampo, Oscar Caballero Casuriaga	

Desempeño agronómico de híbridos de maíz sembrados en zafra alternativa del ciclo 2015 en la zona Este de la Región Oriental de Paraguay	294
Guillermo Andrés Enciso Maldonado, Carlos María Valdez López, Mónica Elizabeth Bogado Rotela, Elvio Joel López Ranoni, Francisco Fernández Riquelme, Lorena Raquel Marini Benítez	
Caracterización morfológica y de producción de mudas de frutilla	298
Victoria Rossmary Santacruz Oviedo, Diego Garcia, Cipriano Ramón Enciso-Garay, Virgilio Delgado, Oscar Guillen	
Evaluación de progenie de soja para característica de vainas con cuatro semillas proveniente de semillas irradiadas con rayos gamma	301
Evelyn Alice Marín Torres, Héctor David Nakayama, Rosa María Oviedo de Cristaldo	
Resistencia de soja <i>Glycine max</i> (L.) Merr. generación M₅ al glifosato	304
Carlos Martín Alarcón Baruja, Héctor David Nakayama, Rosa María Oviedo de Cristaldo	
Incidencia del momento y frecuencia de control de malezas sobre la productividad y calidad de raíces de la zanahoria	307
Larissa María Fátima Melgarejo Paniagua y Pedro Aníbal Vera Ojeda	
Enraizamiento de rosa mosqueta blanca (<i>Rosa moschata</i>) en diferentes tipos de sustratos	311
Alma María Torres, Juan José Vera Samaniego, Cinthia Carolina Scappini Cardozo, María de Jesús Duarte Kleiner	
Caracterización de frutos y semillas de cinco portainjertos de cítricos	314
Carlos Roberto Wlosek Stañgret y Marissa Beatriz Enciso Chamorro	
Producción de mudas de batata en bandejas	318
Cipriano Ramón Enciso-Garay, Elena Karabia, Cesar A. Caballero, Victoria Rossmary Santacruz Oviedo	
Evaluación agronómica de genotipos de batata	322
César Arnaldo Caballero Mendoza, Cipriano Ramon Enciso Garay, Lurde del Rosario Escobar Estigarribia	
Producción de manzanilla (<i>Matricaria recutita</i> L.) con fertilización orgánica	326
Wilfrido Daniel Lugo Pereira, Modesto Osmar Da Silva Oviedo, Derlys Fernando López Ávalos, Amilcar Servin Niz	
Calidad de frutos de tomate del grupo Santa Cruz bajo condiciones de invernadero	330
Cipriano Ramón Enciso Garay, Diana Danisse Flor Reyes, Victoria Rossmary Santacruz Oviedo, César A. Caballero	
Sistema de implantación de tres variedades de cebolla de bulbo	334
Cipriano Ramón Enciso-Garay, Armando Rubén Santacruz, Oscar J. Duarte Alvarez, César A. Caballero, Jorge Daniel Gonzalez, Carlos A. López	
Desempeño agronómico del poroto variedad Pytã'i en diferentes densidades	338
Cipriano Ramón Enciso Garay, Alexis Achucarro, César A. Caballero, Jorge Daniel González, Jenny Dueck Toews, José María González	
Evaluación de la tolerancia a estrés salino en fase inicial de desarrollo de cinco variedades de sorgo forrajero (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench)	341
Peter Alexander Carmona Memmel, Mario Milciades Romero Gavilán, Diego Dionisio González Espinola	

Producción de pimiento Nathalie bajo invernadero con fertilización mineral	344
Amilcar Isidro Servín Niz, Liz Alonso, Modesto Osmar Da Silva Oviedo, Oscar Luis Caballero Casuriaga, Florencio Valdez Ocampo, Wilfrido Daniel Lugo Pereira	
Sistemas regionales exitosos de producción de cebolla <i>Allium cepa</i> en el Chaco mediante el uso eficiente de agua	348
Edgar Amarilla, Adán Oporto, Oscar Salinas, Antero Cabrera	
Respuesta del maíz chipa a la fertilización nitrogenada en dos sistemas de siembra	350
Eulalio Morel López, Gloria Villalba Portillo, Rubén Alejandro Ovelar Centurion, Florencio David Valdéz Ocampo, Wilfrido Daniel Lugo Pereira, Oscar Caballero Casuriaga	
Productividad de cultivares de trigo <i>Triticum aestivum</i> L. en tres localidades del departamento de San Pedro	355
Amalio Mendoza, Juan Carlos Ramírez, Aníbal Centurion, Ramón Sosa, Luz Almiron	
Comparación de cultivares de maíz híbrido (<i>Zea mays</i> L.) en un suelo Paleudult de Caazapá	359
Javier Ortigoza G. y Denis Adolfo Lambaré	
Influencia de la distribución espacial de plantas en la producción de cultivares de maíz (<i>Zea mays</i> L.)	363
Amilcar Isidro Servín Niz, Hugo Nicasio Rodríguez Espinola, Liliana Montaña, Modesto Osmar Da Silva Oviedo, Florencio Valdez Ocampo, Wilfrido Daniel Lugo Pereira	
Evaluación del desarrollo vegetativo de materiales genéticos de sésamo (<i>Sesamum indicum</i> L.) procedentes de México	367
Carlos Iván Aquino Sánchez, Alexis Ramón Almirón Segovia, Diego Dionisio González Espinola, Líder Ayala Aguilera, Rosa Oviedo de Cristaldo, Marcela Beatriz Ayala Benítez	
Comportamiento de quinua <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. en épocas de siembra alternativa en la zona Centro-Este del Paraguay	371
Eric Jacob Braun Harder, Guillermina Macchi Leite, Miguel Florentín, Alba Liz González, Fanny Ruiz Samudio	
Productividad del zapallito de tronco influenciada por la aplicación de diferentes dosis de cama aviar	376
Oscar Caballero Casuriaga, Héctor Miguel Britos Estigarribia, Eulalio Morel López, Rubén Alejandro Ovelar Centurion, Wilfrido Daniel Lugo Pereira, Florencio Valdez Ocampo	
Evaluación de la tolerancia de Grama rhodes (<i>Chloris gayana</i>) cv. Callide al estrés salino	379
Arturo Weiler, Tania Fariña Díaz, Jorge Daniel Caballero, Nancy Villalba, Joaquín Sanchez, Guillermo Ortiz	
Efecto de la salinidad sobre la emergencia y el vigor de <i>Chloris gayana</i> cv. Fine Cut	383
Guillermo Ortiz, Tania Fariña Díaz, Nancy Villalba, Daniel Caballero, Joaquín Sanchez, Arturo Weiler	
Efecto del uso de urea como mejorador de la calidad bromatológica de heno de paja de arroz (<i>Oriza sativa</i> L.)	387
Marcos Peralta Parra, Carlos María Alviso Lesme, Pedro Luis Paniagua Alcaraz, Waldir Vera Villalba, Blas Alviso Lesme	

Niveles de raspadura de raíz de mandioca (<i>Manihot esculenta Crantz</i>) como fuente energética en la dieta del pato pekín (<i>Anas platyrhynchos</i>)	391
Gustavo Valdez Ojeda, Gustavo Barreto Vázquez, Daniel Antonio Cardozo González	
Desempeño productivo de pollos parrilleros con la utilización de la fitasa como aditivo en la dieta	395
Gustavo Valdez Ojeda, Alba López Garayo, Daniel Antonio Cardozo González	
Valoración del contenido de minerales del pastizal nativo sometido a tres frecuencias de corte a lo largo del año	399
Diego Avilio Ocampos Olmedo, Luis Alberto Alonzo Griffith, Pedro Luis Paniagua Alcaraz, María Cristina Morales Palarea, Carlos Alberto Lezcano Martínez	
Características morfológicas del género <i>Brachiaria</i> sobre diferentes frecuencias de corte durante dos periodos del año	402
Koji Ishikawa, Daniel Caballero, Pedro Paniagua	
Producción de hidforraje de maíz (<i>Zea mays</i> L.) con fertilización mineral en el Departamento de Concepción	407
Adolfo Leguizamón Resquín, Salvadora Gavilan Oviedo, Ruben Alejandro Ovelar Centurion, Carlos Alberto Mongelos Barrios, Oscar Caballero Casuriaga, Eulalio Morel López	
Comportamiento productivo de la <i>Brachiaria brizantha</i> cv. MG4 en sistema silvopastoril con diferentes fuentes de nitrógeno	410
Javier Bordón, Daniel Caballero, Tania Fariña, Nicolás Feltes, Aldo Liuzzi	
Ganancia de peso y rendimiento de la canal de corderos enteros y castrados en confinamiento	414
Nicolás Oddone, Daniel Caballero, Rubén Tellez, Luis Alonzo, Luis Ismael	
Desempeño agronómico de un pastizal nativo sometido a tres intervalos de corte a lo largo del año	418
Diego Avilio Ocampos Olmedo, Luis Alberto Alonzo Griffith, Pedro Luis Paniagua Alcaraz, María Cristina Morales Palarea y Carlos Alberto Lezcano Martínez	
Germinación <i>in vitro</i> de palo santo (<i>Bulnesia sarmientoi</i> Lorentz ex Griseb.) bajo estrés salino	422
Mariella Belén Galeano López, Hugo Nicasio Rodríguez Espinola, Gloria Céspedes Dominguez, Aida Orrego Fuente	
Crecimiento inicial de Palo santo (<i>Bulnesia sarmientoi</i> Lorentz ex Griseb.) bajo estrés salino	427
Mariella Belén Galeano López, Hugo Nicasio Rodríguez Espinola, Gloria Céspedes Dominguez, Aida Orrego Fuente	
Capacidad germinativa de semillas de <i>Cedrela odorata</i> (cedro) y <i>Anadenanthera colubrina</i> (kurupa´y kuru) colectadas en diferentes épocas	432
María Carolina Escobar Ortiz y Enrique Benítez León	
Respuesta de diferentes lotes de semillas de <i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert a tratamientos pre-germinativos	436
Jorge Marcelo Nuñez y Enrique Benítez León	

Formação de coletores de sementes florestais nativas	441
Antonio Carlos de Souza Medeiros, Daniela Cleide Azevedo de Abreu, Maria Madalena Santos da Silva	
Caracterización morfológica de poblaciones naturales de <i>Acrocomia aculeata</i> en el Departamento de Itapúa, Paraguay	445
E. Ramirez H., A. Verga, R. Negrelle	
Caracterización productiva de poblaciones naturales de <i>Acrocomia aculeata</i> en el Departamento de Itapúa, Paraguay	448
E. Ramirez H., A. Verga, R. Negrelle	
Determinación de área foliar de poblaciones naturales del mbokaja (<i>Acrocomia aculeata</i>)	451
E. Ramirez H., A. Verga, R. Negrelle	
Estimación de área basal, volumen total y comercial de un bosque de la Ecorregión Chaco Seco, Departamento de Presidente Hayes	454
Deisy Beatriz Gill de Villanueva, Maura Isabel Díaz Lezcano, Martha Elizabeth Gauna Duarte, Cynthia Carolina Gamarra Lezcano, Christian Daniel Santacruz Flor, Gustavo Ariel Torres Benítez	
Determinación del DAP de <i>Pinus</i> spp. a través de la medición con tres instrumentos: cinta métrica, cinta diamétrica y forcípula	457
Ana Alicia Alarcón Almiró y Maura Isabel Díaz Lezcano	
Resistencia del barnizado en tablero multilaminado de eucalipto frente a la aplicación de productos químicos	461
Delia Ramirez Haedo, Felicia Zárate Céspedes, Anibal Esteche Rojas, Mirtha Vera de Ortiz	
Diferentes composiciones de sustrato en la germinación y calidad de plantas de <i>Cedrela fissilis</i> Vell	465
Celso De Los Santos Fernández Gamarra, Enrique Benítez León, Lila Gamarra Ruiz Díaz	
Plantaciones productivas de <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze utilizando progenies de dos orígenes de la Provincia de Misiones, Argentina	469
Beatriz Irene Eibl, Miguel Angel Lopez, Natalia Carolina Stadler, Marcio Pablo Lopez, Cecilia Gonzalez	
Efeito da luz e da água na germinação de sementes de <i>Vacum (Allophylus edulis)</i> (St. Hil.) Raldk.) Sapindaceae	473
Daniela Cleide Azevedo de Abreu, Antonio Carlos Nogueira, Antonio Carlos Souza de Medeiros	
Determinación del crecimiento por medio de análisis troncal de <i>Pinus taeda</i> L. en el departamento de Itapúa, distrito de Pirapó	477
Jorge Roberto Galeano Luraschi, Lourdes Patricia Elias Dacosta, Oscar Manuel de Jesús Vera Cabral ²	
Crecimiento inicial de plantas de <i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert producidas a partir de semillas de diferentes árboles matrices	481
Ana Victoria Rolón Sánchez y Enrique Benítez León	
Caracterización de semillas de <i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert colectadas de diferentes árboles semilleros	485
Jorge Marcelo Nuñez y Enrique Benítez León	

Calidad de una plantación de <i>Pinus taeda</i> L. en el distrito de Itacurubi de la Cordillera, Cordillera	489
<hr/>	
Fabián Gustavo Duré Domínguez y Lourdes Patricia Elías Dacosta	
Potencial productivo de un rodal de bosque nativo para el manejo forestal sostenible en la Estancia Golondrina, Departamento de Caazapá	493
<hr/>	
Erika Romina Costa Lares, Elizabeth Monges, Patricia Elías	
Rendimiento operativo y costos de dos tipos de poda forestal en plantaciones de <i>Eucalyptus</i>	497
<hr/>	
Oscar Manuel Vera Cabral, Gustavo Osmar Cristaldo Chamorro, María Laura Quevedo Fernández	
Respuesta de la escarificación en la germinación de semillas de vyvra pytã <i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert	500
<hr/>	
Ruth Pistilli y Oscar Schupp	
Caracterización del componente forestal en parcelas de sistemas silvopastoriles asociados a algarrobos (<i>Prosopis</i> spp.)	503
<hr/>	
Shady Susana Ruiz Díaz Medina, Maura Isabel Díaz Lezcano, Antero J. N. Cabrera, Jorge David Ramírez Ortega	
Medición de la biomasa remanente post-cosecha en plantaciones de <i>Eucalyptus grandis</i>	507
<hr/>	
Gonzalo Fabián Agüero Sosa, Oscar Manuel Vera Cabral, Mauricio Orlando Morán	
Crecimiento y morfología de plantas en vivero de algarrobo blanco (<i>Prosopis alba</i> Griseb.) provenientes de dos orígenes	511
<hr/>	
Liliana Carosini Vera, Maura Díaz Lezcano, Mirtha Vera de Ortiz, María Lis García	
Costos de los diferentes manejos de malezas leñosas en pasturas del Chaco Central	514
<hr/>	
Adán Oporto, Edgar Amarilla, Antero J. N. Cabrera	
Costos de producción del cultivo de cebolla de bulbo con diferente sistema de siembra	517
<hr/>	
Jorge Daniel González Villalba, Cipriano Ramón Enciso Garay, César Arnaldo Caballero Mendoza, Hiroshi Isaki, Armando Rubén Santacruz Toledo, Cirilo Catalino Tullo Argüello	
Análisis de la eficiencia económica: una comparativa entre la producción del algodón transgénico y convencional	520
<hr/>	
María Cristina Yegros, Estela Mari Cabello, Gloria Cabrera, Ubaldo Britos	
Caracterización de la cadena de valor del pimiento rojo (<i>Capsicum annuum</i>) en el Mercado Central de Abasto	524
<hr/>	
Daniel Elías Michael González Caballero, Wilma Elizabeth Benítez Moran, Julio Salas Mayeregger, Estela Mari Cardozo	
Costo de producción del tomate cherry (<i>Solanum lycopersicum</i> L. var <i>cerasiforme</i>) en el departamento de horticultura de la FCA, UNA	529
<hr/>	
Wilma Elizabeth Benítez Morán, Estela Mary Cabello Cardozo, Wilber Ortiz	

Análisis de la comercialización de mandioca en el bloque L del CECOPROA del Mercado de Abasto de Asunción	532
Leticia Lorena León Fretes y Ruth Diana Fanego Morales	
Producción de frutilla: un análisis del aporte económico a los agricultores familiares de la compañía de Estanzuela Areguá e Itauguá, Departamento Central	535
Samia Romero, Mónica Gavilán, Clotilde Benítez, Estela Cabello	
Experiencias de incentivos a la conservación en comunidades indígenas Mbyá Guaraní de Caazapá, Paraguay	539
Clara Graciela Echeverría Medina, Ana María Macedo Sienra, Edgar Daniel Coronel Recalde, Guadalupe Leguizamon, Alma Fleitas, Silvio Villaba	
Caracterización de la cadena productiva de la banana en el desarrollo sostenible de productores asociados a la Cooperativa Guajayvi Unido Ltda.	544
Ángel Manuel Benítez Rodríguez y María Gloria Cabrera Romero	
Ventajas e inconvenientes de la utilización de biodigestores tubulares en la Agricultura Familiar. El caso de la compañía Paso Jhú	547
Federico Vargas Lehner y Claudio Moreno Gavilán	
Perfil del consumidor, percepción, productos asociados y motivos de compra de productos provenientes de la agricultura familiar (AF) en Paraguay	552
Mónica Gavilán Jiménez, Federico Vargas Lehner, Ramiro López	
Requerimiento de asistencia técnica en la comunidad indígena Karandilla Poty, Pdte. Hayes Paraguay	556
Zenaida Torres, Antero Cabrera, Edgar Amarilla	
Análisis de una finca productiva desde la perspectiva de Sistemas Complejos	559
Jessica Ayala, Clara Echeverría, Lilian Ayala, Liz Britoz, Elena Torrez	
Situación actual de las organizaciones vinculadas a la economía solidaria y el comercio justo en Paraguay	562
Ana Lucia Giménez y Federico Vargas Lehner	
Producción familiar de plantas medicinales: Un análisis socio económico de la comunidad de Cerro Corá, Distrito de Acahay, Departamento de Paraguari	567
María Irene Cabral Torres, María Gloria Cabrera Romero, Estela Mari Cabello Cardozo	
Perfil del consumidor de queso Paraguay, en los barrios María Auxiliadora y Sagrado Corazón de Jesús de ciudad de San Lorenzo del Departamento Central	571
Leticia Lorena León Fretes, Edgar Israel Sánchez Benítez, Genaro Marcial Torales Solis, Pedro Domingo Cañete Aguirre	
Índice de valor de importancia de especies forestales de un bosque de la Ecorregión Chaco Seco, Departamento de Presidente Hayes	574
Deisy Beatriz Gill de Villanueva, Maura Isabel Díaz Lezcano, Martha Elizabeth Gauna Duarte, Cynthia Carolina Gamarra Lezcano, Christian Daniel Santacruz Flor, Gustavo Ariel Torres Benítez	

Comportamiento de semillas de <i>Luehea divaricata</i> Mart., <i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan y <i>Guibourtia chodatiana</i> (Hassl.) J. Léonard ante las inundaciones	576
<hr/>	
Victoria Rika Kubota, Derlis Andres Britz Delvalle, Gabriel Narcizo Duete Valdez, Manuel Marino Enciso Gómez, María Lis García Abate, Sara Beatriz Guillen Hermosa	
Caracterización fenológica de 10 especies del arboretum de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, periodo 2011-2015	580
<hr/>	
Armando Zangirolami Neto, Victoria Rika Kubota, Haroldo Silva Imas	
Análisis comparativo de la estructura horizontal de las formaciones forestales de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, con énfasis en bosque primario	584
<hr/>	
Giannina Paola Álvarez Wagenbach, Victoria Rika Kubota, Lidia Pérez de Molas	
Presencia de <i>Hypsipyla grandella</i> (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) en plantaciones forestales mixtas con especies nativas en el Departamento de Alto Paraná, Paraguay	588
<hr/>	
Haroldo Silva, Carlos Santacruz, Francisco Somers, Luciano Dominguez	
Estimación de biomasa y carbono almacenados en especies forestales, Reserva Natural del Bosque Mbaracayú	591
<hr/>	
Carmen Florencia Molas Pérez, José Espíritu Ibarra Aranda, Victoria Rika Kubota, Lidia Florencia Pérez de Molas	
Análisis comparativo de la diversidad florística y temperamento en las formaciones forestales de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, con énfasis en bosque primario	594
<hr/>	
Giannina Paola Alvarez Wagenbach, Victoria Rika Kubota, Lidia Pérez de Molas	
Parámetros estructurales y carbono acumulado de dos especies en peligro de extinción: <i>Bulnesia sarmientoi</i> Lorentz ex Griseb. y <i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm., en el Parque Nacional Defensores del Chaco	598
<hr/>	
Hermelinda Villalba Garcete, Lila Gamarra Ruiz Díaz, Lidia Florencia Pérez de Molas, Mirtha Vera de Ortíz, Larissa Rejalaga Noguera	
Análisis de la estructura diamétrica de un bosque meso-xerofítico semi-caducifolio de <i>Schinopsis balansae</i> Engl., en PPMB, Chaco Húmedo, Estancia Ledesma S.A., Departamento de Presidente Hayes	602
<hr/>	
Gustavo F. Mario Nequi y Lidia Florencia Pérez de Molas	
Estimación del stock de carbono en un bosque degradado del BAAPA, CECTEC, Departamento de Itapúa	606
<hr/>	
Javier Giménez Benitez, Lidia Florencia Pérez de Molas, Victoria Rika Kubota	
Análisis estructural y dasométrico en bosques degradados del BAAPA	609
<hr/>	
Maura Isabel Díaz Lezcano, María Miguela Barrios Barni, Mirtha Vera de Ortíz	
Estimación del fenómeno de trascolación en el dosel de un bosque ribereño en el Departamento Central, Paraguay	612
<hr/>	
Paloma Mercedes Núñez von Lücken, Lidia Florencia Pérez de Molas, José Eduardo Pérez Pérez	

Estimación de biomasa y carbono almacenados en las especies forestales, en un bosque secundario del BAAPA, Reserva Natural del Bosque Mbaracayú	616
Gerardo Damián Rodas Amarilla, Lidia Florencia Pérez de Molas, Victoria Rika Kubota	
Estimación de biomasa total en cobertura vegetal en la Ecorregión Chaco Seco del Departamento de Presidente Hayes	620
Deisy Beatriz Gill de Villanueva, Maura Isabel Díaz Lezcano, Martha Elizabeth Gauna Duarte, Cynthia Carolina Gamarra Lezcano, Christian Daniel Santacruz Flor, Gustavo Ariel Torres Benítez	
Beneficios sociales y ambientales de la Reserva Ecológica Banco San Miguel y Bahía de Asunción percibidos por los usuarios y los factores que influyen sobre ella	623
Rosa Isabel Oviedo Godoy, Lourdes González Soria, José Espíritu Ibarra Aranda	
Estudio de prefactibilidad de uso sustentable del <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (carpincho)	627
Montserrat García, Natalia Peralta, Vanessa Valleau, Hugo Villalba, Carolina Wenninger, Griselda Zárate	
Relaciones entre características socioeconómicas y tipo de atributo más valorado por usuarios de un área verde urbana en Asunción, Paraguay	631
Miriam Alejandra Canclini González, Lourdes González Soria, Claudia Patricia Ferreira Mosqueira	
Fertilización nitrogenada, orgánica y órgano mineral en mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	636
Victor Antonio Ramirez Peralta, Marcos Fabián Sanabria Franco, Guido Ronaldo Samudio Cardozo, María del Pilar Galeano Samaniego, Carlos Andrés Leguizamón Rojas, César Arnaldo Caballero Mendoza	
Fertilización potásica, con enmienda orgánica e inorgánica en mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	640
Guido Ronaldo Samudio Cardozo, Marcos Fabián Sanabria Franco, Victor Antonio Ramirez Peralta, María del Pilar Galeano Samaniego, Carlos Andrés Leguizamón Rojas, César Arnaldo Caballero Mendoza	
<i>Azospirillum brasilense</i> asociado al nitrógeno en maíz (<i>Zea mays</i>), en un oxisol de textura arcillosa	644
Maicon Diego Altmayer Rockenbach, Jimmy Walter Rasche Alvarez, Adriano Rodríguez Bündchen, Julio Cesar Karajallo, Simeón Aguayo Trinidad	
Yeso agrícola y su efecto en el cultivo de maíz zafrita	648
Adriano Rodríguez Bündchen, Jimmy Walter Rasche Alvarez, Maicon Diego Altmayer Rockenbach, Julio Cesar Karajallo, Simeón Aguayo Trinidad	
Respuesta del arroz <i>Oryza sativa</i> L. ante la inoculación con bacterias del género <i>Azospirillum brasiliense</i> y aplicación de micronutrientes	652
Maura Díaz Lezcano, C. Fiori, L. Ayala, F. Yubero, R. Martínez	
Rendimiento, nivel de azufre en el grano y exportación del azufre en el cultivo de soja en un suelo arcilloso	656
Laura Raquel Quiñónez Vera, Jimmy Walter Rasche Alvarez, Diego Augusto Fatecha Fois, Carlos Andrés Leguizamón Rojas	
Aplicación de yeso agrícola y su efecto residual y anual en el cultivo de maíz zafrita	659
Laura Raquel Quiñónez Vera, Jimmy Walter Rasche Alvarez, Diego Augusto Fatecha Fois, Carlos Andrés Leguizamón Rojas	

Biodisponibilidad actual y potencial del fósforo particulado del sedimento de fondo del arroyo Pirayú y afluentes	663
<hr/>	
Ruth Noemí Ojeda Maciel, Angélica María Acosta González, Gilda Eliana Torres Irala, Jimmy W. Rasche Alvarez, Higinio Moreno Resquín, Amado Insfrán Ortíz	
Fósforo particulado biodisponible y fósforo particulado potencialmente biodisponible del sedimento del fondo del Lago Ypacaraí, Paraguay	667
<hr/>	
Ricardo Manuel Barboza Guerreño, Angélica María Acosta González, Jimmy Walter Rasche Alvarez, Amado Insfrán Ortíz, Higinio Moreno Resquín, Ruth Noemí Ojeda Maciel	
Efecto de la fertilización mineral sobre el rendimiento del maíz (<i>Zea mays</i> L.) en el distrito de Santa Rosa Misiones	670
<hr/>	
Nancy Galeano, Olga Medina, Juan Avalos, Julio Salas	
Fertilización fosfatada con enmiendas orgánica e inorgánica en maíz chipá (<i>Zea mays</i> L. var. amilácea)	673
<hr/>	
Alder Delosantos Duarte Monzón, Eugenio González Cáceres, Derlis Enciso Santacruz, Luis Samuel Salvador Muller, Jimmy Walter Rasche Alvarez, Carlos Andrés Leguizamón Rojas	
Efectos de enmiendas orgánica e inorgánica en la producción de maíz chipa (<i>Zea mays</i> L. var. amilácea)	677
<hr/>	
Alder Delosantos Duarte Monzón, Eugenio González Cáceres, Jimmy Walter Rasche Alvarez, Carlos Andrés Leguizamón Rojas	
Dosis de nitrógeno con enmiendas orgánica e inorgánica en maíz chipa (<i>Zea mays</i> L. var. amilácea)	681
<hr/>	
Eugenio González Cáceres, Alder Delosantos Duarte Monzon, Luis Samuel Salvador Muller, Derlis Enciso Santacruz, Jimmy Walter Rasche Alvarez, Carlos Andrés Leguizamón Rojas	
Fertilización con enmienda orgánica en mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) en un suelo Rhodic Paleudult de Caaguazú	685
<hr/>	
Marcos Fabián Sanabria Franco, Víctor Antonio Ramírez Peralta, Guido Ronaldo Samudio Cardozo, Carlos Andrés Leguizamón Rojas, Cesar Arnaldo Caballero Mendoza	
Efecto de la aplicación del bioestimulante Fast2Grow sobre el rendimiento de trigo, en el Distrito de Yguazú, Paraguay	688
<hr/>	
Carlos María Valdez-López, Guillermo Andrés Enciso-Maldonado, Mónica Elizabeth Bogado-Rotela, Elvio Joel López-Ranoni.	
Efecto de la fertilización nitrogenada sobre parámetros agronómicos de <i>Brachiaria</i> híbrido cv Mulato II	691
<hr/>	
Eliana María Sol Villalba Martínez, Cristian Britos B, Oscar Molas	
Efecto de dosis de cal agrícola sobre el pH y la acidez intercambiable en suelos de Alto Paraná, Misiones, Itapúa y Central	694
<hr/>	
Hernán Lares Cuevas y Gustavo A. Rolón Paredes	
Formas de asociación de <i>Cajanus cajan</i> en el rendimiento de <i>Zea mays</i> L. y su efecto residual de cobertura en el rendimiento del <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	697
<hr/>	
Javier Ortigoza G., Daniel Rojas, Tito Rubén Sánchez	

Dosis de harina de roca sobre el rendimiento de pimiento (<i>Capsicum annuum</i>) híbrido Nathalie	701
<hr/>	
Blanca Alonso Giménez, Jorge Duarte Núñez, Javier Ortigoza Guerreño , Alma Torres	
Contenido de materia orgánica en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco seco	705
<hr/>	
Cynthia Carolina Gamarra Lezcano, Maura Isabel Díaz Lezcano, María del Pilar Galeano Samaniego, Mirtha Lucía Vera de Ortiz, Antero J. N. Cabrera	
Análisis de la relación Carbono/Nitrógeno en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco Central	708
<hr/>	
Cynthia Carolina Gamarra Lezcano, Maura Isabel Díaz Lezcano, María del Pilar Galeano Samaniego, Mirtha Lucía Vera de Ortiz, Antero J. N. Cabrera	
Factores físico-químicos y contenido nutricional del compostaje de la cascarilla de arroz (<i>Oryza sativa</i>)	711
<hr/>	
Jenifer Dure, Waldir Vera, Higinio Moreno, Juan Avalos, María Medina	
Evaluación del primer año de corte del cultivo de moringa (<i>Moringa oleífera</i> Lam.) con diferentes dosis y fertilizantes orgánicos	716
<hr/>	
Luis Marcelo Moran Fariña, Jimmy Walter Rasche Alvarez, Luis Santacruz, Marilia Araceli Salinas González	
Fertilización fosfatada de maíz (<i>Zea mays</i> L.) bajo siembra directa, en condiciones edafoclimáticas del distrito de Santa Rosa – Misiones	720
<hr/>	
Waldir Vera Villalba, Juan Daniel Avalos Añazco, Dolores Elizabeth Villalba, María Olga Medina, Eugenio Amado Pérez	
Fertilización nitrogenada en maíz (<i>Zea mays</i> L.) bajo siembra directa en las condiciones edafoclimáticas de Santa Rosa – Misiones	724
<hr/>	
Waldir Vera Villalba, Cristian Andrés Britos Benítez, Lourdes Maggali Michel Pascua, Amado Eugenio Pérez Rodriguez, María Olga Medina, Juan Daniel Avalos Añazco	
Continuidad espacial de la velocidad de infiltración del agua en el suelo de un campo deportivo	729
<hr/>	
Manual Aramis Orrego, Juan José Bonnin, Rubén Franco Ibars, Cristian Britos, Hugo Ocampos	
Efecto de la variabilidad espacial de la compactación del suelo en la producción de materia seca del cultivo de avena negra (<i>Avena strigosa</i>)	734
<hr/>	
Rafael Scherer Bispo, Juan José Bonnin, Rubén Franco Ibars, Manuel Chamorro, Omar Paredes Martinez, Alba Peña Caballero	
Fuentes de nitrógeno, época de aplicación e inoculación con bacterias promotoras de crecimiento sobre el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en un suelo arenoso	739
<hr/>	
Alejandro Inocencio Acosta Aguayo y Jimmy Walter Rasche Alvarez	
Utilización de un polímero absorbente (hidrogel) en un suelo franco arenoso	743
<hr/>	
Irma Alexandra Britos, Ángela Mancuello Sandoval, Rubén Franco Ibars, Juan José Bonnin, Ulises Riveros	
Efecto de la fertilización mineral sobre la productividad del maíz (<i>Zea mays</i> L.) con riego, en el distrito de Santa Rosa Misiones	747
<hr/>	
Rubén Darío López , Juan Daniel Avalos Añazco, María Olga Medina Giménez, Waldir Vera Villalba, Julio Ramón Salas Mayeregger	

Efecto de la fertilización mineral sobre la productividad del maní (<i>Arachis hypogaea</i>) en el distrito de Santa Rosa-Misiones	751
Ana Fernández Contreras, Juan Avalos, María Olga Medina, Julio Salas, Waldir Vera	
Aplicación de dosis de nitrógeno, fosforo y potasio en fertirriego por aspersión en sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) variedad Crimson sweet	755
Derlys Fernando Lopez Avalos, Modesto Osmar Da Silva Oviedo, Hugo Nicasio Rodriguez Espinola, Amilcar Isidro Servin Niz, Wilfrido Daniel Lugo, Florencio David Valdez Ocampo	
Efecto de la fertilización química en el cultivo de poroto <i>Vigna unguiculata</i> L. en el distrito de Santa Rosa-Misiones	759
P. B. Quiñonez Martínez, J. D. Avalos Añazco, M. O. Medina Giménez, J. L. Quiñonez Martínez, J. R. Salas Mayeregger	
Formas de fósforo en el sedimento del fondo del lago Ypacaraí, Paraguay	763
Angélica María Acosta González, Ricardo Manuel Barboza Guerreño, Jimmy Walter Rasche Alvarez, Amado Insfrán Ortiz, Higinio Moreno Resquín, Ruth Noemí Ojeda Maciel	
Aprovechamiento del nitrógeno por el maíz <i>Zea mays</i> L. transgénico RR2 con la aplicación de inoculante <i>Azospirillum brasiliense</i> en el Departamento de Concepción	768
Modesto Osmar Da Silva Oviedo, Alvaro Huerta Maciel, Lider Ayala Aguilera, Amilcar Servín Niz, Florencio Valdez Ocampo, Wilfrido Daniel Lugo Pereira	
Uso de <i>Azospirillum brasiliense</i> en el pasto <i>Brachiaria brizantha</i> en periodo invernal	772
Héctor Enmanuel Franco Benítez, Alba Liz González, Ángel Iribas	
Fertilización nitrogenada y su efecto en el pasto Tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.)	776
Marcos Aurelio Melgarejo Ledesma, Alba Liz González, Jorge Daniel Caballero	
Efecto de la fertilización mineral y orgánica sobre el rendimiento del maíz (<i>Zea mays</i> L.) en el Distrito de Santa Rosa, Misiones	780
Fátima Yrala, Olga Medina, Juan Avalos, Julio Salas	
Efecto de correctivos sobre el pH y aluminio intercambiable en un Entisol de Santiago Misiones	783
María Auxiliadora Martínez Cantero, Eugen Luis Closs Ferrerira, Waldir Vera Villalba	
Efecto de barbechos en la acumulación de agua en el perfil del suelo para cultivos agrícolas en el Chaco Central paraguay	786
Antero J. N. Cabrera, Edgar Amarilla, Adán Oporto, Fanni Ruiz, Mathew Giesbrect	
Efecto del estiércol bovino sobre las propiedades físicas del suelo y el rendimiento de una pradera natural en el distrito de San Ignacio Misiones	790
Liz Maricel Oviedo Torales, Waldir Vera, Juan Daniel Ávalos, Olga Medina, Andrés Romero	
Determinación de algunas características hidráulicas y resistencia a la ruptura de cuatro modelos de laterales de riego por goteo	794
Rubén Franco Ibars, Arnaldo Eduardo Fretes Bonett, Juan José Bonnín, Pedro Aníbal Vera Ojeda, Sergio Manuel Chamorro	

Exactitud de tres modelos receptores GNSS en el cálculo de superficie bajo cobertura arbórea y a cielo descubierto	798
..... Rubén Franco Ibars, Mauricio José Molinas Martínez, Juan José Bonnin, Sergio Manuel Chamorro	
Rendimiento del pasto Maralfalfa (<i>Pennisetum</i> sp.) con manejos diferenciados de riego por microaspersión	803
..... Rubén Franco Ibars, Víctor Manuel Galeano Otazú, Juan José Bonnin, Pedro Aníbal Vera Ojeda, Ángela Mancuello Sandoval	
Utilización de un sistema GNSS para la determinación de la capacidad y eficiencia operacional de un pulverizador autopropulsado	808
..... Fernando Ferreira, Juan José Bonnin, Rubén Franco Ibars, María Gloria Cabrera, Pedro Aníbal Vera Ojeda	
Evaluación del nivel de ruido emitido por dos micro-tractores agrícolas	813
..... Sergio Manuel Chamorro Díaz, Juan José Bonnin, Rubén Franco Ibars, Tania Botha	
Determinación del índice diferencial de vegetación normalizada (NDVI) en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.)	818
..... Arturo Damián Restaino, Juan José Bonnin, Sixto Rabery, Rubén Franco Ibars, Sergio Manuel Chamorro Díaz	
Determinación de la variabilidad espacial de la compactación del suelo sobre la presión máxima del índice de cono	822
..... Juan José Bonnin, Rubén Franco Ibars, Sergio Manuel Chamorro	
Aplicación de diferentes láminas de agua en el cultivo de frutilla (<i>Fragaria vesca</i>, variedad Dover)	826
..... Rubén Franco Ibars, Derlis Javier Espínola, Sergio Manuel Chamorro, Juan José Bonnin, Pedro Aníbal Vera Ojeda	
Distribución espacial de la resistencia mecánica a la penetración del suelo en un Sistema Silvopastoril (SSP)	830
..... Oscar Iván Simón Alviso, Juan José Bonnin, Ángela Mancuello, Rubén Franco Ibars, María Soledad Armoa	
Incidencias del cambio climático en las fechas de primeras y últimas heladas agrometeorológicas de la zona sureste de la Región Oriental	835
..... Angela Mancuello Sandoval y María Elena Fernández Long	
Estudio del potencial energético y producción alternativa de biofertilizantes de una granja porcina en el Distrito de Fram	839
..... Ana Victoria Barrios	
Propuesta metodológica para la obtención de información a partir de fotografías aéreas obtenidas por vehículos aéreos no tripulados (VANT) con Sistemas de Información Geográfica de código libre	842
..... Rossana Ibañez Giménez, David Fernando Castro, Adolfo Daniel Molinas, Cristian Gabriel Pereira	
Capacidad reproductiva y longevidad de adultos de <i>Helicoverpa armigera</i> alimentada con dieta artificial en condiciones controladas	846
..... Verónica Sosa y Stella Candia	

Predadores asociados al estadio vegetativo de la soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill), Distrito Arquitecto Tomás Romero Pereira, Itapúa	850
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Marco Maidana Ojeda, Erika Viviana Stepin Sytnik, Claudia Cabral Antúnez	
Evaluación del daño causado por <i>Spodoptera frugiperda</i> Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en diferentes híbridos de maíz	854
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Lorena Raquel Marini Benítez, Guillermo Andrés Enciso Maldonado, Mónica Elizabeth Bogado Rotela, Elvio Joel López Ranoni	
Efecto de chlorfenapyr para el control del ácaro <i>Tetranychus evansi</i> en cultivo de tomate	857
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Sandy Noemí González Bogarín, María B. Ramírez de López, Pedro A. Vera Ojeda	
Dinámica poblacional de adultos de lepidópteros plagas en el estado vegetativo del cultivo de soja (<i>Glycine max</i>) atraídas por trampas de luz blanca	861
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Naiani Mauer Placinsch y Verónica Sosa	
Biología del ácaro <i>Tetranychus urticae</i> Koch alimentadas con dieta natural en condiciones de laboratorio	865
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Magaly Antonella Ovelar González, María Bernarda Ramírez de López, Edgar Francisco Gaona Mena	
Eficacia de insecticidas en el control de <i>Spodoptera cosmioides</i> (Walk.) en condiciones de laboratorio	869
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Victor Adolfo Gómez López y Juan Torres	
Entomofauna asociada al cultivo de soja (<i>Glycine max</i>) en el Departamento de Caazapá	873
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Maria de Fatima Pereira Muzzachi y Claudia Carolina Cabral Antúnez	
Entomofauna asociada al cultivo de la soja (<i>Glycine max</i>) en el Departamento de San Pedro	877
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Divina María Soledad Núñez Lezcano y Claudia Carolina Cabral Antúnez	
Eficacia de insecticidas para el control del pulgón <i>Myzus persicae</i> (Hemiptera: Aphididae) en el cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	881
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Mariela Denice Rodas Benítez y Fidelino López	
Diversidad de Lepidópteros plagas en soja transgénica con toxina de <i>Bacillus thuringiensis</i> en el departamento del Amambay	885
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Marcos Arturo Ferreira Agüero, Enson Gusman Sosa, Cristhian Benitez, Matheus Acosta Resquin, Camila Bogarin	
Ocurrencia de insectos plagas en cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.), departamento Central, Paraguay	889
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
José D. Giménez, María B. Ramírez de López, Edgar F. Gaona	
Análisis faunístico de insectos plagas y benéficos en el cultivo de poroto (<i>Vigna unguiculata</i> L.) en la localidad de Choré, departamento de San Pedro	893
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Marcial Adorno, Adriana Mereles, Gerald Sormanti, Rocio Sequeira, María Ramírez de López, Luis González	
Entomofauna asociada al cultivo de soja (<i>Glycine max</i>) en el Departamento de Itapúa	897
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Marilia Araceli Salinas González y Claudia Carolina Cabral Antúnez	

Nivel de consumo y control de larvas del 5° instar de <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas con soja Bt y convencional en condiciones de laboratorio	901
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Verónica I. Sosa, Karina Jara, Edilia Ramirez	
Enemigos naturales del cultivo de la soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) en el departamento de Alto Paraná	905
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Angélica María Zárate Núñez y Claudia Carolina Cabral Antúnez	
Preferencia alimentaria de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) en hortalizas bajo condiciones controladas	909
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Carlos Tanaka, Stella Candia, Edilia Ramirez, Verónica Sosa	
Dinámica poblacional de adultos de lepidópteros plagas en la etapa reproductiva del cultivo de soja (<i>Glycine max</i>) capturadas con trampas de luz blanca	913
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Naiani Mauer Placinsch y Verónica Sosa	
Estrategias de aplicación de insecticidas para el control de <i>Thrips tabaci</i> Lind. en cebolla (<i>Allium cepa</i> L.)	917
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Miriam Beatriz Trabuco de Evert, Hugo Alberto Zarza Silva, Fidelino López Morel	
Efecto de la luna en la proliferación del gorgojo <i>Dinoderus minutus</i> (Coleoptera; Bostrichidae) en cortes de la tacuara <i>Guadua chacoensis</i>	921
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Rodolfo R. Bernal L. y Jorge A. Rojas V.	
Entomofauna asociada al cultivo de soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) en el departamento de Alto Paraná	925
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Juan Carlos Agüero Alegre y Claudia Carolina Cabral Antúnez	
Parasitismo natural de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith) (Lepidoptera; Noctuidae) en cultivos de maíz en el departamento de Caaguazú	929
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Alexis B. González, Claudia Carolina Cabral Antúnez, Bolívar Garcete, María B. Ramírez de López	
Parasitismo en larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith) (Lepidoptera; Noctuidae) en cultivo de maíz en el Departamento de Alto Paraná	933
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Rocío Montiel Cáceres, Claudia Cabral Antúnez, Bolívar Garcete Barret, Bernarda Ramírez de López	
Aspectos biológicos de <i>Spodoptera cosmioides</i> (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) en dieta artificial	937
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Lorena Raquel Marini Benitez, Osmar René Arias Ruiz Díaz, Víctor Adolfo Gómez López	
Eficacia <i>in vitro</i> de Pyraclostrobin + tiofanato metílico sobre <i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid	942
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Marco Maidana Ojeda, Marta Alicia Fernández Gamarra, César Javier Llano Esteche, Marcelo Esteban Medina Aquino	
<i>Puccinia nakanishikii</i>, primer reporte de roya del cedrón capi'i (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf) en el Paraguay	946
<hr style="border-top: 1px dotted #000;"/>	
Marco Maidana Ojeda, Alfredo Ruiz Zarza, Lidia Quintana de Viedma, Eva Jiménez Kobs, Marcelo Esteban Medina Aquino	

Antagonismo de bacterias benéficas sobre hongos fitopatógenos asociados a semillas de maní (<i>Arachis hipogaea</i> L.)	949
..... Nabila Nahir Duarte Ovejero, Laura Concepción Soilán Duarte, Cristhian Javier Grabowski Ocampos	
Control alternativo de hongos fitopatógenos asociados a semillas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)	953
..... Cynthia Acuña Martínez y Alicia Aquino Jara	
Densidad poblacional de nematodos en cultivos olerícolas	957
..... Laura Soilán Duarte y Yerutí Mongelós Franco	
Evaluación de la incidencia de hongos fitopatógenos asociados a semillas de <i>Panicum maximum</i> cv. Gatton panic en la Región Occidental	961
..... Humberto Sarubbi Orué, Sergio Cardozo Cáceres, Clarice Alegre Meza	
Royas en poáceas forrajeras del Chaco Central	965
..... Humberto J. Sarubbi O., Fernando Ferreira, Humberto Albertini B.	
Efecto del líquido pireleñoso sobre el control de oídio (<i>Oidium</i> sp.) en soja	969
..... Guillermo Andrés Enciso-Maldonado, Carlos María Valdez-López, Mónica Elizabeth Bogado-Rotela, Elvio Joel López-Ranoni	
Crecimiento <i>in vitro</i> de <i>Oidium</i> spp.	972
..... Alicia Susana Aquino Jara, Guillermo Andrés Enciso Maldonado, Aída Lorenza Orrego Fuente	
Characterization of species of <i>Trichoderma</i> spp. in its efficacy for the biological control of native isolates of <i>Macrophomina phaseolina</i>	976
..... Dani Daniel Ruiz-Díaz, María Eugenia Flores-Giubi, Javier E. Barúa	
Evaluación de la secreción de moléculas fitotóxicas por un aislado nativo de <i>Macrophomina phaseolina</i> en diferentes medios de cultivo	981
..... Jazmín Vaceque Acosta, Javier E. Barua, María Eugenia Flores Giubi	
Antagonistic capacity of native paraguayan isolates of <i>Trichoderma</i> spp. against capsicum pathogens (<i>Capsicum annuum</i> var Natalie): <i>Rhizoctonia solani</i> and <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	985
..... Aldo E. Vera Centurión, Ma. Eugenia Flores-Giubi, Javier E. Barua	
Incidencia de hongos asociados al manchado de grano del arroz	989
..... Lidia Quintana de Viedma, Marco Maidana Ojeda, Susana Gutiérrez	
Control químico de la mancha negra (<i>Alternaria</i> spp.) en el cultivo de canola (<i>Brassica napus</i> L.)	992
..... Rodolpho Raffaelli Reginato, Jimmy Walter Rasche Alvarez, Cayo Cubilla Franco, Simeón Aguayo Trinidad	
Comparación entre la técnica de tinción y molecular para la detección del Huanglongbing (HLB) de los cítricos	997
..... Darío Rafael Acosta Aveiro, Luis Roberto González Segnana, Cesar Darío Pino Quintana, Diego Dionisio González Espinola	
Detección del Soil Borne Wheat Mosaic Virus (SBWMV) en parcelas de trigo en el Departamento de Itapúa	1000
..... Luis R. González Segnana, Francisco Vergara Ocampo, Rebeca González Torres, Richard Burgos Esquivel, César Darío Pino	

Frecuencia de hongos potencialmente productores de micotoxinas en maíz de la Gran Asunción	1002
.....	
Juliana Moura Mendes Arrua, Cinthia Carolina Cazal Martínez, Cinthia Mabel Rojas Abraham, Yesica Magalíz Reyes Caballero, Andrea Alejandra Arrua Weidmer	
Metabolitos antimicrobianos secretados por el hongo <i>Macrophomina phaseolina</i> aislado en Paraguay frente a bacterias patógenas humanas	1006
.....	
Jimena M. Belén Casco Cantero, Javier Enrique Barua Chamorro, María Eugenia Flores Giubi	
Eficiencia de fungicidas para el control de la roya de la hoja (<i>Puccinia triticina</i>) en el cultivo de trigo	1011
.....	
Evandro Mazzeo Bamberg, Jonas Vogt Zimmer, Mario Núñez Rivas, Orlando Ortiz Acosta, Vilma Emategui Enciso	
Evaluación de la actividad antifúngica del extracto vegetal de <i>Thymus vulgaris</i> con respecto a fungicidas sintéticos sobre el crecimiento micelial <i>in vitro</i> de <i>Fusarium</i> sp.	1015
.....	
Beatriz Karina Grisel Morínigo Giménez y Daniela Hauptenthal Berwanger	
Antagonist capacity of native paraguayian isolates of <i>Trichoderma</i> spp. against <i>Macrophomina phaseolina</i> isolated from soybean (<i>Glycine max</i>) and sesame (<i>Sesamum indicum</i> L.)	1018
.....	
Fany Andrea Villalba Silvero, María Eugenia Flores-Giubi, Javier E. Barúa	
Hongos potencialmente toxigénicos presentes en chía de la Zona Norte de Paraguay	1022
.....	
G. Estigarribia, A. Arrúa, J. Mendes, A. Pettengill	
Aplicación de herbicidas imidazolinonas en dos estadios fenológicos del cultivo de arroz con tecnología Clearfield	1025
.....	
Juan Jesús Daniel Pusineri Villalba y Pedro Anibal Vera Ojeda	
Efecto de la aplicación de diferentes herbicidas selectivos sobre el control de malezas y el rendimiento de la cebolla <i>Allium cepa</i> L.	1029
.....	
Edgar Salinas Rojas y Hugo Zarza Silva	
Modelos matemáticos para la estimación del área foliar de <i>Typchá liberal Chromolaena ivifolia</i>	1032
.....	
Silvana Mabel Peralta Bogarin y Humberto Jorge Sarubbi Orué	
Evaluación de coberturas orgánicas y plásticas en el manejo de <i>Cyperus esculentus</i> L. en el cultivo de tomate industrial	1035
.....	
Pedro Anibal Vera Ojeda y Juan José Bonnin Acosta	
Periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de maíz dulce (<i>Zea mays</i> var. <i>saccharata</i>)	1040
.....	
Luis Manuel Dominguez Topacio y Pedro Anibal Vera Ojeda	
Influencia del distanciamiento entre hileras sobre el periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de chía (<i>Salvia hispanica</i> L.)	1045
.....	
Hugo Ariel Pereira Báez y Pedro Anibal Vera Ojeda	
Selectividad del Metribuzin y S-metolachlor en el cultivo de tomate rastrero	1050
.....	
Guillermo Enrique Vera Granado y Pedro Anibal Vera Ojeda	

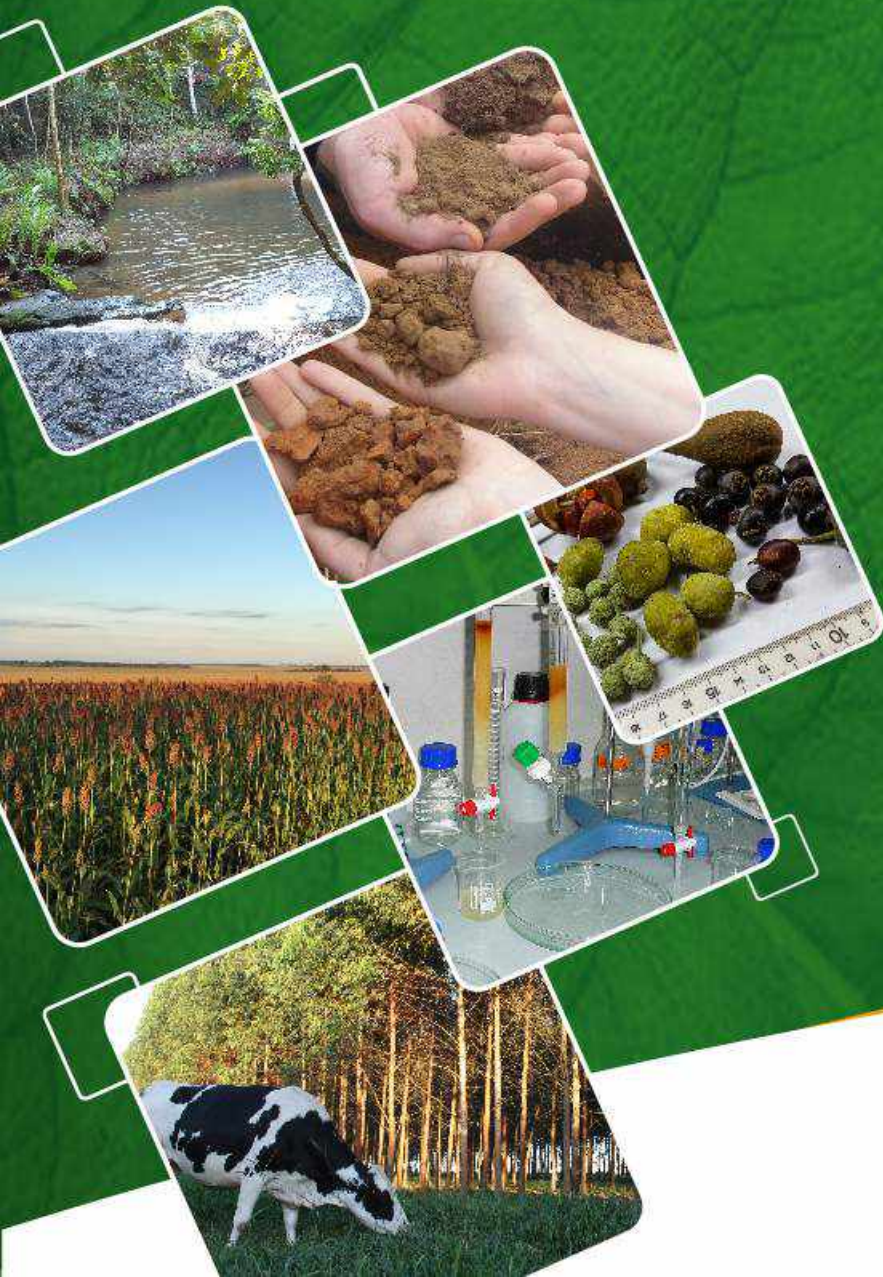
Productividad y perfil lipídico de la microalga <i>Tetrademus wisconsinensis</i> en distintos medios de cultivo	1054
Tomás Rodrigo López, Sergio Gabriel Rodríguez Bonet, Edgar Fidel Galeano Delgado, Alejandro Daniel Giménez Benítez	
Inducción de callos en variedades locales de <i>Sesamum indicum</i> de Paraguay	1058
Mónica Patricia Núñez Lezcano, María Eugenia Flores Giubi, Rosa María Oviedo de Cristaldo, María Cristina Romero-Rodríguez	
Conocimientos de la población paraguaya sobre los cultivos obtenidos por ingeniería genética	1062
Danilo Fernández Ríos, Laura Mendoza de Arbo, Claudia Rezende Ribeiro Rodas, Juana Zaracho de Irazusta, Gabriela Ulke Mayans ² , José Velázquez Franco, Danila López Galli, Pilar Gómez Paniagua, Nidia Benítez Candia	
Evaluación de la producción de moléculas de alto y bajo peso molecular implicadas en la antibiosis de tres especies de <i>Trichoderma</i> contra <i>Macrophomina phaseolina</i>	1066
Alberto Anastasio Cubilla Ríos, María Cristina Romero Rodríguez, María Eugenia Flores-Giubi, Javier E. Barúa	
Isolation and characterization of native <i>Trichoderma</i> spp. and phytopathogenic fungi in Paraguay	1071
Lorena Insaurralde, Andrés Sanabria Velázquez, Diego Verdina, Pablo Sotelo, Javier Barúa	



IV CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS

"Conocimiento e innovación para el desarrollo sostenible"

Plenarias



Fertilización y balance de nutrientes en la agricultura mecanizada paraguaya

Héctor Javier Causarano Medina^{1*}

¹Centro de Investigación y Desarrollo del Grupo Roullier, R&D Sudamérica. Minga Guazu, Paraguay.

*Autor para correspondencia: hcausarano@rdsudamerica.com

Introducción

La producción paraguaya de granos se triplicó en los últimos 20 años, pasando de 5 millones de toneladas en 1997 a 15 millones de toneladas en la actualidad. Con esta producción Paraguay ocupa el cuarto, séptimo, decimotercero y decimoséptimo lugar en el ranking mundial de exportadores de soja, maíz, arroz y trigo, respectivamente (USDA 2016). Se estima que la producción paraguaya de granos puede alimentar a 37,5 millones de personas durante un año, considerando un consumo aparente de 2.200 cal/hombre/día y teniendo en cuenta pérdidas y rendimiento industrial en el procesamiento de cereales y oleaginosas (Mónica Gavilán, comun. pers.).

Durante el ciclo estival la mayor parte de las tierras están cultivadas con soja, cuya producción aumentó durante el mismo periodo de 2,7 millones de toneladas a 9 millones de toneladas; este gran aumento se debió a la incorporación de nuevas tierras antes que al aumento de la productividad, ya que los rendimientos se han mantenido relativamente constantes, o inclusive tienden a disminuir. La expansión de la soja hacia suelos con problemas de degradación física y química, la práctica del monocultivo y el mal manejo de los suelos puede explicar en gran medida el bajo promedio de rendimiento a nivel nacional, que varía entre 1.370 y 2.900 kg ha⁻¹.

El objetivo de esta conferencia es señalar los importantes avances en la producción de granos de Paraguay, relacionarlo con el balance de N, P y K, en tierras de agricultura mecanizada y discutir estos temas en función a la sostenibilidad de los sistemas de producción, desde el punto de vista de la fertilidad de los suelos.

Metodología

El estado actual de la fertilidad de los suelos se estableció mediante la base de datos del laboratorio de análisis de suelos del Centro de Investigación del Grupo Roullier en Sudamérica.

Para realizar el balance de nutrientes se consideró la principal pérdida del sistema suelo (extracción vía nutrientes en los granos) y la principal ganancia (aporte vía fertilización).

Los cálculos de extracción de nutrientes se realizaron teniendo en cuenta la producción anual de soja, maíz, trigo, arroz, girasol y canola (CAPECO 2017) y el contenido promedio de N, P y K en los granos (García y Correndo 2016).

Datos publicados por el Banco Central del Paraguay (BCP 2017) fueron utilizados para estimar el aporte anual de fertilizantes al sistema suelo. A partir de estos datos fue posible estimar el aporte de N, P y K utilizando datos publicados por SENAVE (2017), en los cuales se constató que la relación N:P₂O₅:K₂O se mantuvo relativamente constante en 1:3:2. Específicamente para la soja, y en concordancia con Cruzate y Casas (2009), se asumió que el 50% del N extraído en los granos fue producto de la fijación biológica.

El aporte anual de N del suelo fue calculado como la diferencia entre la adición (fertilización de cultivos + fijación biológica) y extracción de N en granos de soja, maíz, trigo, arroz, girasol y canola. Se asumió que esta cantidad de N fue proveída a los cultivos mediante mineralización de la materia orgánica del suelo. De esta forma, el aporte anual de N del suelo fue convertido a mineralización anual de la materia orgánica

considerando las relaciones 10C:1N y 1,724 Materia Orgánica:1C. No se tuvo en cuenta otros aportes de N al suelo, como la fijación por descargas eléctricas en la atmósfera, aporte de fijadores biológicos libres o aporte de rastrojos de cultivos. Tampoco se tuvo en cuenta otras pérdidas de N, como aquellas debidas a lixiviación, volatilización, desnitrificación o erosión. Es decir, se asumió que los otros aportes balancean las otras pérdidas.

Resultados y discusión

En base a resultados de análisis de 13.500 muestras de suelo, que fueron recogidas durante los últimos tres años de parcelas con agricultura mecanizada, donde generalmente se cultiva soja, se constató que en el 26% de los casos las condiciones de pH y disponibilidad de Ca y Mg eran adecuadas, por lo que no se requirió la adición de cal agrícola. Sin embargo, en el 61% de los casos se requirió la adición de 1 a 2 t ha⁻¹ y en el 13% la adición de > 2 t ha⁻¹ de cal agrícola, de manera a mejorar las condiciones de pH y/o neutralizar niveles tóxicos de Al.

Con la misma base de datos se constató que el 45% de los análisis mostraron una relación adecuada de Ca/Mg, entre 3 y 5. El 40% de los análisis mostró una relación Ca/Mg alta y el 19% de los análisis mostró una baja relación Ca/Mg, indicando que numerosos agricultores, si bien aplican calcáreo, no utilizan el tipo de calcáreo adecuado para las condiciones de su suelo, por ejemplo, utilizan calcáreo calcítico cuando deberían utilizar dolomítico y vice versa.

Considerando la distribución de resultados en los análisis de P y K, se constató que el 42% de las muestras presentaban nivel alto de P y el 58% nivel alto de K; un importante número de muestras tuvieron niveles muy altos de P (>20 mg dm⁻³) y de K (>0,5 cmol_c dm⁻³). Ya que la práctica de fertilización es común entre cultivadores de soja, estos resultados podrían indicar que numerosos productores aplican fertilización fosfatada o potásica sin tener en cuenta resultados de análisis de suelo.

Los análisis de S mostraron que el 86% de las muestras poseían nivel bajo de este nutriente. Esta situación se puede explicar por un largo historial de extracción de azufre sin reposición, ya que la utilización de fertilizantes compuestos que contienen S y la determinación de S en los análisis de suelo, es relativamente reciente.

A nivel nacional, con respecto al balance de nutrientes, se constató que la extracción de nutrientes por los granos cosechados supera ampliamente al aporte mediante fertilizantes (Figura 1). La diferencia entre aplicación y extracción de nutrientes, expresados como N, P₂O₅ y K₂O, fue aumentando con el transcurrir de los años; en el año 1996 fue de aproximadamente 50.000 toneladas para los tres nutrientes, mientras que en el 2015 fue 267.000 t de N, 234.000 t de P₂O₅ y 163.000 toneladas de K₂O. Estas cantidades faltantes de nutrientes fueron compensadas por aportes del suelo y de mantenerse esta situación, los suelos irán empobreciéndose hasta comprometer la sostenibilidad de la producción de granos del país.

Así por ejemplo, el déficit anual de N (diferencia entre extracción y aporte) debe ser suministrado a los cultivos como producto de la mineralización de N a partir de la materia orgánica del suelo, lo que ocasiona pérdidas anuales de materia orgánica.

Se constató que las pérdidas anuales de materia orgánica, calculadas a partir de las diferencias entre extracción y aporte de N, coinciden con pérdidas anuales de materia orgánica reportadas en la literatura, en suelos de agricultura mecanizada de Yguazú y La paz (Hoshiba y Yamanaka 1996), y en suelos de Minga Pora (Riezebos y Loerts 1998). En base a esto fue posible estimar el tiempo que tardarían suelos con determinados contenidos de materia orgánica para alcanzar concentración inferior a 1%, umbral a partir del cual se considera que los suelos presentan condiciones físicas y químicas inadecuadas para la producción intensiva de granos.

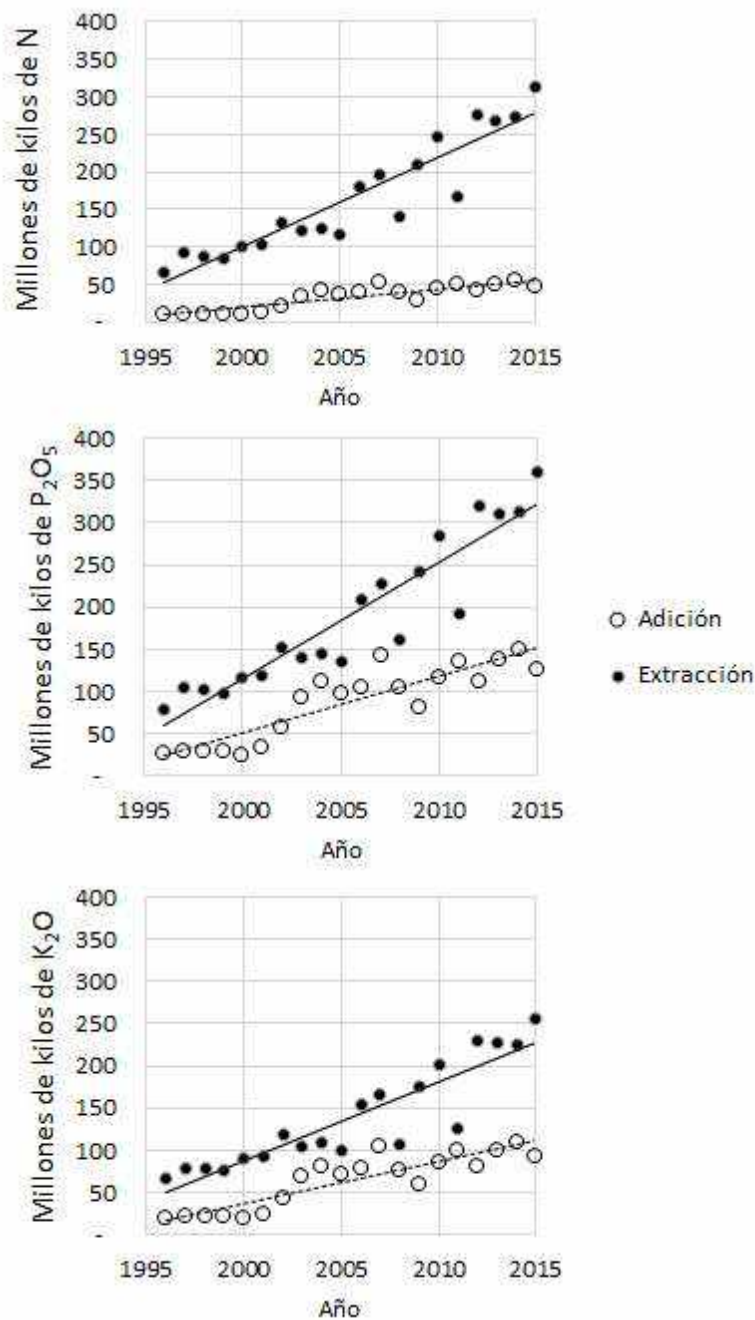


Figura 1. Adición y extracción de nutrientes, expresados como N, P₂O₅ y K₂O, en tierras de agricultura mecanizada de Paraguay.

La Figura 2 muestra estimaciones de pérdidas de la materia orgánica del suelo con los años de uso. Como se puede observar, suelos con 3% de materia orgánica demorarían 59 años para disminuir a 1% y suelos con 2% de materia orgánica demorarían 20 años para alcanzar ese umbral.

Estas estimaciones sugieren la necesidad de realizar acciones en el ámbito de las políticas públicas, promoviendo programas de incentivos para el buen manejo de los suelos, donde el diagnóstico de las condiciones de fertilidad mediante análisis de suelos y el uso racional de fertilizantes es indispensable.

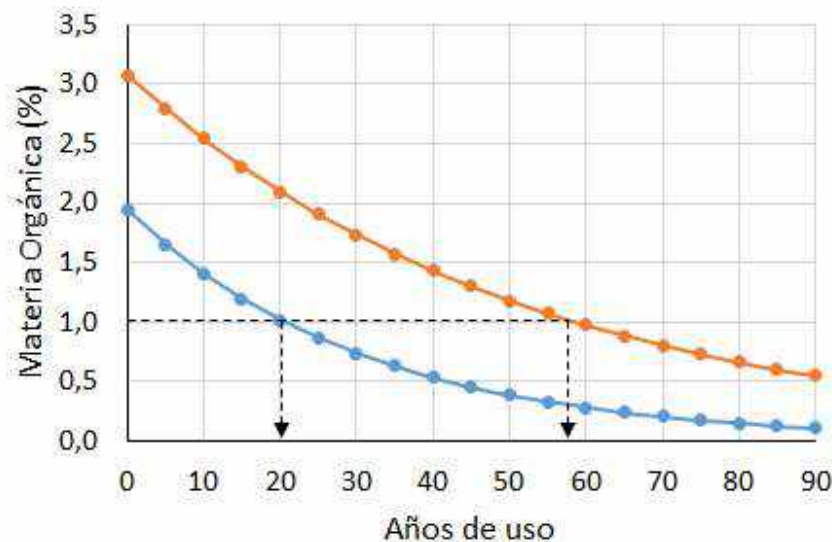


Figura 2. Estimación de pérdidas de la materia orgánica del suelo con los años de uso, en tierras de agricultura mecanizada de Paraguay.

Conclusiones

La producción de granos de Paraguay se ha triplicado en los últimos 20 años, lo que ha ubicado al país en los primeros lugares en el ranking mundial de exportadores de cereales y oleaginosas.

A nivel nacional, las informaciones presentadas en este documento confirman un balance negativo de N, P y K en la agricultura mecanizada Paraguaya. De mantenerse esta situación, aumentarán los procesos de degradación de los suelos, con disminución de la materia orgánica y niveles de fertilidad, lo que ocasionará disminución en la productividad.

Es muy importante la aplicación de políticas públicas que incentiven buenas prácticas de manejo, como la fertilización balanceada, rotación de cultivos y mayor uso de cultivos de cobertura.

Referencias bibliográficas

- BCP (Banco Central del Paraguay). 2017. Serie detallada de comercio exterior. BCP, Paraguay. Consultado 1 mar. 2017. Disponible en <https://www.bcp.gov.py/serie-detallada-de-comercio-exterior-i381>.
- CAPECO (Cámara paraguaya de exportadores y comercializadores de cereales y oleaginosas). 2017. Área de siembra, producción y rendimiento de soja, maíz, trigo, girasol y canola. CAPECO, Paraguay. Consultado 1 mar. 2017. Disponible en

<http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>.

Cruzate, GA; Casas, R. 2009. Extracción de nutrientes en la agricultura argentina. *Informaciones agronómicas del cono sur* 44:21-26.

García, F; Correndo, A. 2016. Cálculo de requerimientos nutricionales: cultivos de cereales, oleaginosas, leguminosas, industriales, forrajeras y hortalizas. IPNI, Argentina. Consultado 1 mar. 2017. Disponible en <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>.

Hoshiba, K; Yamanaka, K. 1996. Disminución de la materia orgánica con los años de uso de la tierra en Yguazu y la Paz. Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay, Yguazu, Paraguay. 23 p.

Riezebos, HTH; Loerts, AC. 1998. Influence of land use change and tillage practice on soil organic matter in southern Brazil and eastern Paraguay. *Soil and Till. Res.* 49:271-275.

SENAVE (Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas, Paraguay). 2017. Anuario estadístico. SENAVE, Paraguay. Consultado 1 mar. 2017. Disponible en <http://www.senave.gov.py/publicaciones.html>.

USDA (United States Department of Agriculture). 2016. Stats by Country (en línea). United States. Consultado 1 mar. 2017. Disponible en <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home/statsByCountry>.

Sistemas Integrados de Producción Agropecuaria como camino para la intensificación sustentable

Paulo César de F. Carvalho^{1*}, Pedro Arthur de A. Nunes¹, Angel S. Zubieta¹

¹ Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

* Autor para correspondência: paulocfc@ufrgs.br

Introducción

Los Sistemas Integrados de Producción Agropecuaria (SIPA) exploran los sinergismos provenientes de interacciones entre los componentes suelo-planta-animal, en diferentes escalas espacio-temporales, a través de la integración entre cultivos (cereales, maderables, etc.) y animales (rumiantes o monogástricos) en la misma o distinta área, de forma concomitante o secuencial (Anghinoni et al. 2013). A partir de la revolución verde la agricultura se tornó extremadamente especializada (industrial), monoespecífica y altamente dependiente de insumos (agua, suelo, fertilizantes, combustibles, etc). El impacto ambiental asociado a estas prácticas hizo que los SIPA retomaran su importancia en el escenario global, ya que estos maximizan la capacidad de producir alimentos al mismo tiempo que preservan los recursos naturales y el medio ambiente (Russelle et al. 2007).

A nivel global estos sistemas ocupan cerca de 25 millones de km² (Bell y Moore 2012), producen aproximadamente la mitad de los alimentos del mundo y alimentan a casi dos billones de personas en los países en vías de desarrollo, de los cuales la mitad son considerados pobres (Wright 2011). Adicionalmente, son responsables por cerca del 50% de la producción mundial de cereales y la mayoría del alimento consumido por los pobres (41% del maíz, 86% del arroz, 66% del sorgo y 74% del mijo perla; Herrero et al. (2012), además del 75% de la leche, 65% de la carne vacuna y 55% de la ovina consumida mundialmente (Wright 2011).

En 2050 se espera que la población mundial alcance 9,5 billones de personas, y con ello un aumento en el consumo de productos de origen animal de

21,5% y de cereales de 15,9% (FAO 2010). El desafío es intensificar la producción de alimentos de manera económicamente rentable, amigable con los recursos naturales, social y éticamente aceptable (Durmic y Blache et al. 2012). En este sentido, los SIPA sobresalen como alternativa para atender estos desafíos (Herrero 2010), ya que cuando son bien manejados aumentan la diversidad y resiliencia de los cultivos agrícolas, reducen costos y riesgos de producción, promueven mayor reciclaje de nutrientes y bienestar animal, mitigan la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), aumentan la eficiencia de uso de la tierra y maquinaria, además proporcionan mayor rentabilidad y estabilidad de la producción (Russelle et al. 2007, Moraes et al. 2014, de Figueiredo et al. 2016, Karvatte Jr. et al. 2016).

Desafíos y potencialidades de los SIPA

La principal barrera para su adopción consiste en los supuestos impactos negativos ocasionados por la entrada de animales a las áreas agrícolas. En principio, los múltiples beneficios de la cobertura vegetal sobre la fertilidad del suelo justificó el sistema de “cero labranza” en cultivos. No obstante, la creencia de que la productividad del cultivo subsecuente incrementa con el volumen de residuo y que el pastoreo reduce la cantidad de paja que queda para protección del suelo y acúmulo de materia orgánica “vilifica” el uso de animales, con el argumento de que éstos reducen la productividad de la fase agrícola (Martins et al. 2015). Otro factor de resistencia es la supuesta compactación del suelo por pisoteo (Martins et al. 2015), sin tener conciencia de que la causa de la compactación es el binomio entre la constante labranza por métodos convencionales y el pisoteo con carga animal excesiva.

Ante estos argumentos, es crucial resaltar que la clave de éxito de los SIPA está en la intensidad de pastoreo. Intensidades bajas favorecen la ganancia de peso individual, mientras que intensidades elevadas favorecen la ganancia por hectárea, en perjuicio de la ganancia individual, de la calidad de la canal y principalmente de los atributos del suelo y sustentabilidad del sistema a largo plazo (Martins et al. 2015). De esta manera, el pasto debe ser manejado con alturas próximas o superiores a 20 cm, dependiendo de la especie forrajera (Carvalho 2013). Resultados de investigación demuestran que cuando este criterio se respeta, la presencia de animales en áreas de “cero labranza” no perjudica la calidad del sistema. Por ejemplo, cultivos de soya en sucesión a las áreas de pastoreo produjeron 3,4% más granos respecto a áreas manejadas solo con cultivos de cobertura durante el invierno. Los resultados fueron más alentadores en cultivos de maíz (10,4%), arroz irrigado (10,8%) y frijol (4,7%) (Carvalho et al. 2016).

La productividad superior se debe a la expresión de propiedades emergentes oriundas de las interacciones entre los componentes del sistema (Moraes et al. 2014). Estas interacciones hacen que los SIPA tengan características de ecosistemas jóvenes, altamente productivos, pero también de ecosistemas maduros, o sea, estables, resilientes y proveedores de servicios ecosistémicos (Tracy 2007). Por ejemplo, las heces y orina depositadas por los animales actúan como catalizadores del reciclaje de nutrientes, mejoran la fertilidad del suelo, específicamente la biomasa y actividad de la macro-, micro-fauna, y la materia orgánica (Franzluebbers 2007). Además, es posible reducir el uso de fertilizantes sintéticos a partir del uso de leguminosas; la rotación de cultivos reduce la incidencia y prevalencia de patógenos, plagas, invasión de plantas indeseables, y por tanto el uso de agroquímicos. Finalmente, hay menor necesidad de suplementación debido a la mayor oferta de forraje de calidad (Bell y Moore 2012). Estas sinergias, le otorga a los SIPA resiliencia ante oscilaciones climáticas y/o económicas (Bell y Moore 2012).

Mitigación de gases de efecto invernadero

La agricultura recientemente capturó la atención de la comunidad internacional debido a su vínculo con las emisiones de GEI y calentamiento global (Steinfeld 2006, Gerbert et al. 2013). No obstante, los SIPA tienen la capacidad de mitigar dichas emisiones, a través del aumento de la calidad y cantidad del forraje para los animales, que resulta en mayor desempeño por animal y en menor intensidad de emisión (kg de CO₂-eq por kg de producto), mayor producción por área, y por lo tanto menor necesidad de deforestación por el llamado efecto “land-sparring” (Barreto et al. 2013; de Figueiredo et al. 2016). Otros mecanismos son el menor uso de fertilizantes químicos, el secuestro de carbono por pasturas bien manejadas (Soussana et al. 2010) y el menor uso de combustibles y insumos externos (concentrados, agroquímicos, etc.), cuyo proceso de elaboración tiene un costo en términos de carbono (Lal 2004).

Consideraciones finales

Los SIPA exploran sinergismos entre los componentes suelo-planta-animal que les permiten incrementar su capacidad de producir alimentos de manera sustentable. Estos sistemas contribuyen con más del 50% de los alimentos en el mundo. No obstante, aún existe resistencia para su adopción a escalas mayores debido al inadecuado manejo de la intensidad de pastoreo, que crea la falsa idea de que los animales perjudican la cubierta vegetal y compactan el suelo. Sin embargo, los resultados de investigación demuestran lo contrario. La producción intensiva de alimentos y preservación ambiental no son contradictorios. Los SIPA atienden al desafío de incrementar la producción de alimentos, provenientes de prácticas amigables con el ambiente y el bienestar animal, y que sean seguros para el consumo humano.

Referencias bibliográficas

- Anghinoni, I; Anghinoni, I; de Faccio Carvalho, PC; Valadão Gigante de Andrade Costa, SE. 2013. Abordagem sistêmica do solo em Sistemas Integrados de Produção Agrícola e Pecuária no subtropico brasileiro. Tópico. Ciênc. Solo 8:325–380.



- Barretto, AGOP; Bernder, G; Spatovek, G; Wirsenius, S. 2013. Agricultural intensification in Brazil and its effects on land-use patterns: an analysis of the 1975–2006 period. *Glob. Chang. Biol.* 19:1804–1815.
- Bell, LW; Moore, AD. 2012. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: trends, drivers and implications. *Agric. Syst.* 111:1–12.
- Carvalho, PCF. 2013. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management? *Trop. Grasslands* 1:137–155.
- Carvalho, PCF; et al. 2016. Integrating the pastoral component in agricultural systems. (in press)
- De Figueiredo, EB; Jayasundara, S; de Oliveira Bordonal, R; Berchielli, TT; Andrade Reis, R; Wagner-Riddle, C; La Scala Jr, N. 2016. Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil. *Journal of Cleaner Production.* 16:1-12
- Durmic, Z; Blache, D. 2012. Bioactive plants and plant products: Effects on animal function, health and welfare. *Anim. F. Sci. Tech.* 176:150–162.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy). 2010. Integrated Crop–Livestock Systems for Sustainable Development. Plant Production and Protection Division Consultation Documents. FAO, Rome, Italy. 255 p.
- Franzluebbers, AJ. 2007. Integrated Crop–Livestock Systems in the Southeastern USA. *Agron. J.* 99:361.
- Gerber, PJ; Steinfeld, H; Henderson, B; Mottet, A; Opio, C; Dijkman, J; Falcucci, A; Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. FAO, Rome, Italy. 139 p.
- Herrero, M. 2010. Smart Investments in Sustainable Food Production: Revisiting Mixed Crop–Livestock Systems 327:822-825.
- Karvatte, Jr; Karvatte Junior, N; Klosowski, ES; Almeida, RG de; Mesquita, EEM; Oliveira, CC de; Alves, FV. 2016. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest Intern. *J. Biometeorol.* 60(12)1993-1941.
- Lal, R. 2004. Carbon emissions from farm operations. *Environement international.* 30: 981–990.
- Martins, AP; Kunrath, TS; Anghinoni, I; Carvalho, PC de F. 2015. Integração soja-bovinos de corte no sul do Brasil. 2 ed. Porto Alegre, Brasil, UFRGS. 102 p.
- Moraes, A de; Faccio Carvalho, PC de; Anghinoni, I; Campos Lustosa, SB; Andrade ; Robinson Kunrath, T. 2014. Integrated crop – livestock systems in the Brazilian subtropics. *Eur. J. Agron.* 57:4–9.
- Russelle, MP; Entz, MH; Franzluebbbers, AJ. 2007. Reconsidering integrated crop-livestock systems in North America. *Agron. J.* 99:325–334.
- Soussana, JF; Tallec, T; Blanfort, V. 2010. Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grassland. *Animal.* 4:334–350.
- Steinfeld, H. 2006. Livestock’s long shadow: environmental issues and options. FAO, Roma, Italy.
- Tracy, B. 2007. The ecology of integrated crop-livestock systems. In *International Symposium on Integrated Crop-Livestock Systems (1, 2007, Curitiba, Brasil)*. Proceedings. Curitiba, UFPR.
- Wright, IA; Tarawali, S; Blümmel, M; Gerard, B; Teufel, N; Herrero, M. 2011. Integrating crops and livestock in subtropical agricultural systems. *J. Sci. Food Agric.* 92:1010–1015.

Manejo sostenible de nutrientes en los sistemas agrarios para el incremento de la producción atendiendo la temática ambiental

Fernando O. García^{1*} y Adrián A. Correndo¹

¹ International Plant Nutrition Institute (IPNI)– Programa Latinoamérica Cono Sur Av. Santa Fe 910, (B1641ABO) Acassuso, Buenos Aires, Argentina

*Autor para correspondencia: fgarcia@ipni.net

Introducción

La creciente demanda global de alimentos, forrajes, fibras, biocombustibles y biomateriales se atribuye al sostenido crecimiento demográfico, la escasez de tierras agrícolas, y al fuerte crecimiento de los países emergentes (China e India, principalmente), con una creciente urbanización e incorporación de personas a la clase media (Adamoli 2013). La ONU ha estimado una población superior a 9 mil millones de habitantes para el 2050, siendo los países en vías de desarrollo los que contribuirán en mayor medida a ese aumento. Asimismo, se estima que el 70% de la población será urbana hacia 2050, comparada con aproximadamente un 50% en el 2010 (FAO 2011, Buhaug y Urdal 2013). A su vez, se asocia un cambio en las dietas alimenticias con previsión de incrementos en el consumo de carnes, leche y aceites vegetales.

Entre 1961 y 2010, la población mundial creció más del doble, pero el incremento de la producción global de alimentos fue superior, a pesar de una reducción del 50% en el área cultivable por persona, registrándose un aumento en la producción anual per cápita del 16% (Villela y Renis 2013). Sin embargo, los incrementos en producción y productividad han sido muy heterogéneos, y la distribución de alimentos y otros productos de la agricultura entre la población mundial sigue siendo limitante para muchas regiones y áreas de un mismo país.

El crecimiento en producción y productividad registrado en los últimos 50 años ha generado costos y externalidades negativas a nivel económico, social y ambiental. El desafío para

la humanidad es reducir el impacto de estos costos y externalidades y evitar que los mismos se amplifiquen y/o que se sumen nuevos a los ya existentes (Rockstrom et al. 2009, Sutton et al. 2013). A este desafío se suma el cambio climático y su potencial impacto en la producción y en los recursos naturales, económicos y sociales (St. Clair y Lynch 2010, Magrin 2013, Wheeler y von Braun 2013).

Se espera que regiones como África, Latinoamérica y el sudeste de Asia contribuyan significativamente a suplir las demandas a través de la expansión del área bajo cultivo y del aumento de la productividad. Un estudio reciente de la FAO (Alexandratos y Bruinsma 2012), predice que un 80% de los futuros aumentos en producción de cultivos provendrá de países en desarrollo, 71% de este incremento a partir de aumentos en rendimientos, 8% por mayor intensidad de cultivo y 20% por adición de nuevas tierras. La expansión de la agricultura hacia áreas aún no explotadas a través de la deforestación e incorporación de ecosistemas más frágiles, constituye una amenaza a la sostenibilidad de los sistemas. La alternativa es impulsar el crecimiento de la productividad en las tierras actualmente en uso y no exponer nuevas tierras a costos y externalidades tales como la degradación de los suelos debida a la erosión eólica e hídrica, la pérdida de fertilidad por extracción de nutrientes, la salinización, la desertificación, y la contaminación por uso inadecuado de insumos, entre otros.

En la agricultura del Cono Sur, la producción de granos ha crecido sostenidamente en los últimos 20 años; gran parte se debe a la expansión

del área bajo cultivo y, en menor medida, a aumentos en los rendimientos (Wingeyer et al. 2015). Soja, maíz y trigo representan el 63%, 19% y 12%, respectivamente, del total del área sembrada en 2012 en los países de la región del Cono Sur (Argentina, Bolivia, Paraguay, sur de Brasil y Uruguay) según FAOSTAT (<http://faostat.fao.org/>). Las tasas de cambio en área cultivada, rendimiento, y producción total han

sido diferentes para estos cultivos y países (Tabla 1). En general, la soja se expandió a expensas de otros cultivos y por el cambio de uso de la tierra. Esta expansión se ha basado en la adopción de la siembra directa (70-90% en la región del Cono Sur) y las variedades resistentes de glifosato, pero especialmente por los mayores precios relativos de la soja con respecto a otros granos (Wingeyer et al. 2015).

Tabla 1. Tasas de cambio anual en área, rendimiento y producción de trigo, maíz y soja en Argentina, Bolivia, sur de Brasil, Paraguay, y Uruguay en el periodo 1994-2013.

País	Área			Rendimiento			Producción Total		
	Trigo	Maíz	Soja	Trigo	Maíz	Soja	Trigo	Maíz	Soja
Argentina	-2.5%	3.5%	6.3%	0.8%	2.2%	1.1%	-1.7%	5.8%	7.4%
Bolivia	3.1%	2.3%	7.1%	2.0%	1.5%	-0.8%	5.1%	3.9%	6.2%
Sur de Brasil*	5.0%	-1.7%	3.4%	3.3%	3.1%	1.0%	8.5%	1.4%	4.5%
Paraguay	6.0%	8.1%	7.7%	3.9%	3.2%	0.7%	10.1%	11.6%	8.4%
Uruguay	5.9%	4.1%	26.4%	0.0%	6.4%	2.9%	5.9%	10.8%	30.1%
Total	0.3%	1.0%	5.5%	0.9%	2.4%	0.8%	1.2%	3.4%	6.3%

Fuente: Wingeyer et al. (2015).

* Incluye los estados de Paraná, Santa Catarina y Rio Grande do Sul.

En Paraguay, considerando los cultivos de trigo, maíz y soja, la producción incrementó de 2,5 a 14 millones de toneladas desde 1991 a 2014 (+351%) (Figura 1). En este mismo periodo, el área sembrada con estos tres cultivos paso de 1,1 a 4,9 millones de ha (+462%). Los rendimientos se incrementaron a una tasa anual de 81 y 31 kg ha⁻¹ para maíz y trigo, respectivamente, mientras que los de soja mostraron una gran variabilidad interanual sin una tendencia de aumento.

Incrementar la producción a través del aumento de los rendimientos para evitar la expansión a ecosistemas frágiles requiere la incorporación de mejores prácticas de manejo de suelos y cultivos. En este marco, la intensificación se conceptualiza como una alternativa de producción con mínimo impacto ambiental y social a partir del uso más eficiente y efectivo de los recursos e insumos, y no a partir del mayor uso de los mismos. Para ello es necesario disponer de tecnologías, de procesos y de insumos probadas científicamente para producir más granos, fibras, y/o forraje en la

misma unidad agrícola en un periodo de tiempo determinado haciendo un uso más eficiente y efectivo de recursos como la radiación, el agua y los nutrientes disponibles, y de insumos como combustibles, maquinarias, semilla, fertilizantes y pesticidas. Este concepto de intensificación sustentable requiere del desarrollo de sistemas de producción diversificados, de mayor producción y mejor calidad de productos, con integración de las cadenas productivas que provean a un mayor valor agregado, control de los impactos ambientales y sociales negativos como la erosión o la contaminación difusa, gestión eficiente y efectiva de recursos limitados como el agua, reciclado responsable, y manejo específico por sitio para optimizar la eficiencia de uso de los recursos e insumos. El logro de estas prioridades se basa en políticas de investigación y desarrollo que contribuyen al mayor conocimiento del funcionamiento (procesos y mecanismos) de los sistemas de producción y a la formación de recursos humanos, con una visión de largo plazo.

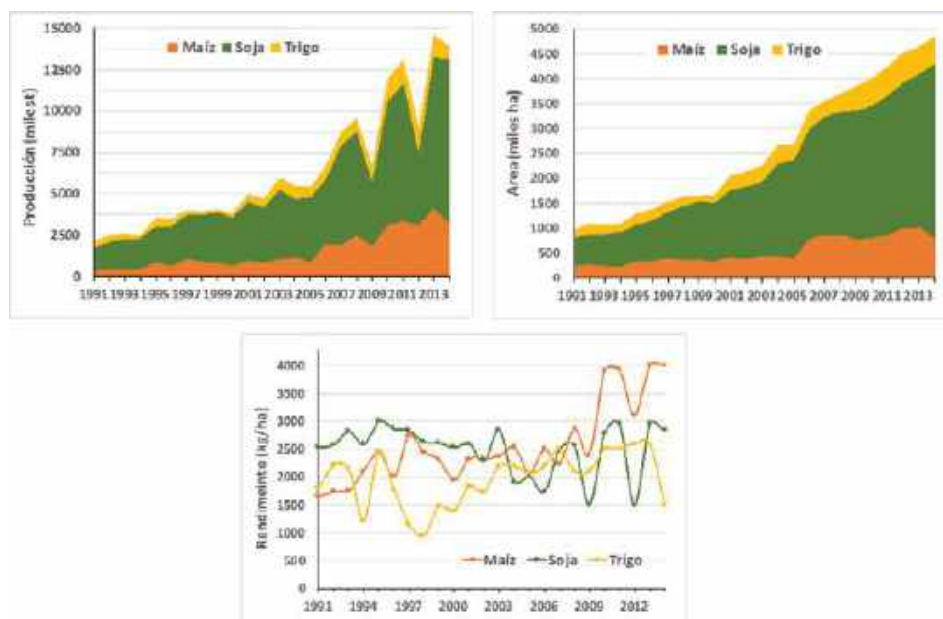


Figura 1. Producción, área sembrada y rendimientos de maíz, soja y trigo en Paraguay en el período 1991-2014. Elaborado a partir de datos de FAOSTAT.

Los nutrientes del suelo y el aporte externo de los mismos vía fertilizantes, enmiendas, abonos orgánicos y reciclados, constituyen un recurso e insumo vital para la intensificación sustentable y están involucrados en numerosos aspectos que hacen al impacto ambiental de la agricultura (emisión de gases de efecto invernadero, contaminación de suelo, aire y agua, pérdida de fertilidad de los suelos, etc.), por lo que el consumo, la eficiencia de uso y manejo sostenible de nutrientes y fertilizantes es un tema del mayor interés para la sociedad.

Consumo y eficiencia de uso de nutrientes en el Cono Sur de Latinoamérica

En el Cono Sur, el consumo aparente de nutrientes como fertilizantes se estima en 2,6 millones de t de nutrientes (N+P₂O₅+K₂O), aproximadamente 1,4% del consumo mundial (Tabla 2). En Paraguay, el consumo aumento de N, P₂O₅ y K₂O aumentó 1600%, 322% y 949%, respectivamente, y el total de los nutrientes el 611%, entre 2000 y 2014 (Figura 2). Considerando el área total bajo cultivo, la dosis

Tabla 2. Consumo aparente de fertilizantes en los cinco países del Cono Sur (Argentina, Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay).

País	Fuente y año	Consumo (miles ton)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Total N+P ₂ O ₅ +K ₂ O
Argentina	Fertilizar AC, 2015	605.2	465.60	33.3	1104
Bolivia	Varias fuentes, 2014	23.7	13.1	3.4	40
Chile	FAO y ODEPA, 2014	193.3	129.0	100.6	423
Paraguay	FAO y CAPECO, 2009	132.6	195.7	176.9	505
Uruguay	DIEA y FAO, 2014	165.5	271.4	102.4	539
	Total	1120	1075	417	2612

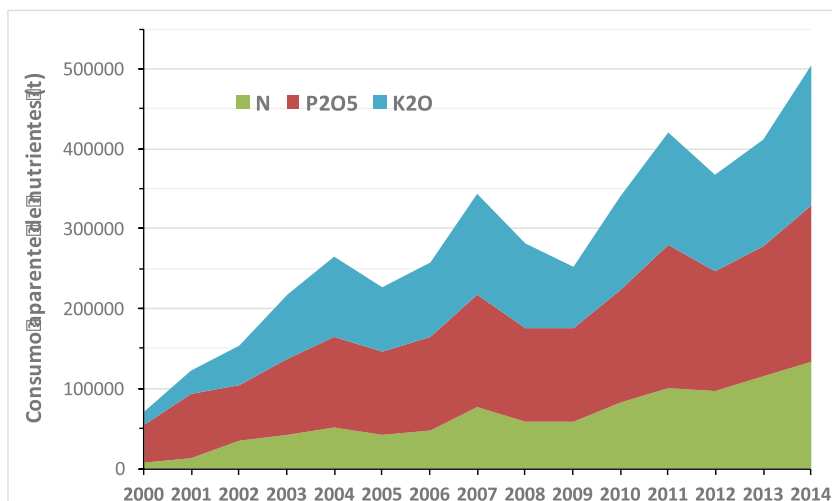


Figura 2. Consumo aparente de nutrientes nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) como fertilizantes en Paraguay para el periodo 2000-2014. Elaborado a partir de datos de FAOSTAT.

media de aplicación de nutrientes en 2014 fue de 91 kg ha^{-1} de $N+P_2O_5+K_2O$, un incremento del 197% respecto a la dosis media del 2000.

La eficiencia de uso de los nutrientes (EUN) puede ser definida de numerosas formas dependiendo del propósito para el cual se utilice el indicador (Tabla 3) (Dobermann 2007, Fixen et al. 2014). La eficiencia agronómica y la eficiencia aparente de recuperación son índices frecuentemente utilizados, pero requieren de información de tratamientos sin aplicación de nutrientes, por lo cual son más utilizadas en investigaciones específicas de utilización y destino de nutrientes en el sistema. Para la evaluación de la EUN a nivel regional y/o nacional, Norton et al. (2015) recomendaron utilizar el balance parcial del nutriente (BPN). El BPN se puede definir como la relación Remoción/Aplicación (Tabla 3), en la cual los componentes de remoción y aplicación se definen según la escala temporal y espacial que se está evaluando. Básicamente, el balance de nutrientes es la diferencia entre las cantidades de nutrientes aplicadas y removidas de un sistema de producción. Se puede estimar a distintas escalas: espacial (lote, establecimiento, región, país) y temporal (cultivo anual, toda una secuencia de rotación, etc.). En general, los balances se estiman sobre la reserva total de nutrientes del suelo, bajo el concepto de “caja negra”, es

decir, sin considerar las transformaciones de los nutrientes y sus fracciones dentro del suelo. Balances fuertemente positivos de nutrientes ($BPN < 1$) pueden generar excesos de nutrientes en los suelos que conduzcan a la contaminación del suelo, del aire y/o del agua. Por otra parte, los balances negativos ($BPN > 1$) reducen la fertilidad del suelo pudiendo afectar seriamente la producción (rendimientos y biomasa no cosechada).

Los balances parciales de nutrientes (remoción/aplicación) estimados para el Cono Sur, indican balances negativos de N y K en la mayoría de los países de la región, mientras que los mismos son positivos para P en Paraguay y Uruguay y negativos en Argentina y Bolivia. La Figura 3 muestra estimaciones preliminares del balance de N, P y K para Paraguay en 2013, expresadas como la diferencia entre lo aplicado y removido por las cosechas y la producción de carne (Pedro Chávez Sanabria, com. personal). Los balances negativos de nutrientes se reflejan en la degradación química, física y biológica de los suelos y las caídas de rendimiento de los cultivos. Se recomienda utilizar más de un índice de EUN cuando se evalúa el manejo de nutrientes en una región o una práctica de manejo en especial. En evaluaciones regionales, la productividad parcial de nutrientes complementa eficazmente al BPN.

Tabla 3. Indicadores generales de eficiencia de uso de nutrientes (EUN) (tomado de Fixen et al. 2014; adaptado de Dobermann 2007).

Indicador	Cálculo* P	regunta respondida	Uso típico
Productividad parcial del factor	$PPF = Y/F$	¿Cuán productivo es el sistema en comparación con la aplicación de nutriente?	Indicador a largo plazo de tendencias. Indicador a corto plazo del impacto en productividad.
Eficiencia agronómica**	$EA = (Y-Y_0)/F$	¿Cuánto mejora la productividad por el uso del nutriente?	También utilizado para recomendaciones de fertilización basados en sistemas de parcelas de omisión.
Balance parcial de nutriente	$BPN = UH/F$	¿Qué proporción del nutriente aplicado es removido?	Indicador a largo plazo; más útil cuando se combina con información de fertilidad de suelos.
Eficiencia aparente de recuperación (por diferencia) **	$ER = (U-U_0)/F$	¿Qué proporción del nutriente aplicado es absorbido por el cultivo?	Indicador del potencial de pérdida del nutriente y para evaluar la eficiencia de prácticas de manejo
Eficiencia fisiológica (o de utilización interna)	$EF = Y/U$	¿Cuál es la habilidad del cultivo para transformar nutrientes absorbidos de todas las fuentes en rendimiento económico (grano)?	Evaluación de genotipos en programas de mejoramiento; valores de 30-90 son comunes para N en cereales y se considera optimo 55-65.
Eficiencia fisiológica**	$EF = (Y-Y_0)/(U-U_0)$	¿Cuál es la habilidad del cultivo en transformar nutrientes absorbidos de la fuente aplicada en rendimiento económico?	Investigaciones evaluando eficiencia de uso entre cultivares y entre practicas agronómicas, valores de 40-60 son comunes.

* Y = rendimiento de la parte cosechada del cultivo con el nutriente aplicado; Y₀ = rendimiento sin nutrientes aplicados; F = Cantidad de nutriente aplicado; UH = contenido en nutrientes de la porción cosechada del cultivo; U = Absorción total del nutriente en la biomasa aérea con el nutriente aplicado; U₀ = Absorción total del nutriente en la biomasa aérea sin nutrientes aplicados. Las unidades no se muestran en la tabla ya que las expresiones son relaciones en base masa y por lo tanto no tienen unidad en su forma estándar. P y K se pueden expresar en base elemental más común en la literatura científica) o sobre base de óxido como P₂O₅ o K₂O (más común para de la industria).

** Las parcelas de omisión de corto plazo a menudo conducen a una subestimación de AE, RE o PE a largo plazo debido a efectos residuales de la aplicación de nutrientes.

Por otra parte, los balances de nutrientes positivos por aplicaciones excesivas y/o manejo inadecuado han resultado en impactos negativos por contaminación de suelos, agua y aire (Sutton et al. 2013). Se han reportado situaciones específicas de contaminación de nutrientes por manejo inadecuado de fertilizantes y abonos orgánicos, por ejemplo, en algunos sistemas de producción hortícola y lechera en Argentina y Uruguay.

Una pregunta frecuente es: *¿Los balances de nutrientes, deben ser siempre positivos?* La respuesta es NO. Las aplicaciones de nutrientes deben responder a las necesidades del suelo y del cultivo en un lote o ambiente en particular, y hay otros indicadores además de los balances que también ayudan a definir el manejo adecuado como las eficiencias agronómicas y de recuperación, el beneficio y el retorno de la inversión, entre otras. Es muy importante que conozcamos cual es la dinámica de cada nutriente

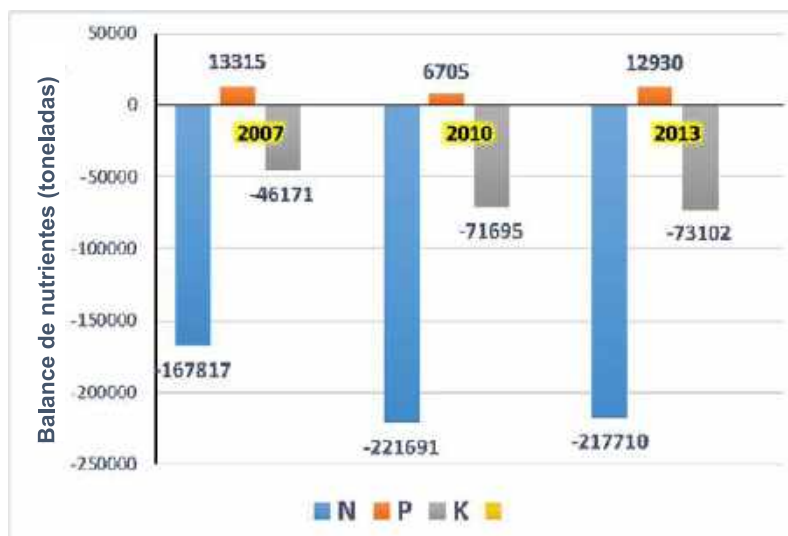


Figura 3. Estimaciones de balances de N, P y K, expresados como la diferencia entre aplicado y removido por cosechas y producción de carne, para Paraguay en 2013.

en el sistema suelo-planta si estamos planteando aplicaciones superiores a la extracción de los cultivos (balances positivos) con el objetivo de mejorar la condición del suelo. Esta es una práctica común para P y K, nutrientes de elevada residualidad en el suelo y, en menor medida, para S. Sin embargo, para N debemos pensar en fertilizar cada cultivo, ya que el N residual que quede sin utilizar, muy probablemente se pierda en forma gaseosa o por lavado con el consecuente impacto ambiental negativo.

Los 4 Requisitos del Manejo Responsable de Nutrientes

El manejo sostenible de nutrientes y fertilizantes, en los sistemas agrarios para el incremento de la producción atendiendo las temáticas productiva, económica, social y ambiental, se basa en aplicar la fuente correcta, en la dosis, el momento y el lugar correctos, constituyendo el concepto de los 4R, los 4 Requisitos para las mejores prácticas de manejo (MPM) de nutrientes y fertilizantes (Figura 4).



Figura 4. Marco global para las mejores prácticas de manejo (MPM) para el uso de los nutrientes (Adaptado de Bruulsema et al. 2013).

La implementación de los 4Rs es intensiva en cuanto a conocimiento y específica para cada sitio, y debe insertarse en un contexto de manejo productivo, rentable, sustentable y cuidadoso del ambiente, para responder a los criterios de sustentabilidad económica, ecológica y social demandados por la sociedad (Bruulsema et al. 2013).

Las MPM de los fertilizantes se generan a partir de principios científicos comprobados con un enfoque global, y son aplicables a diferentes escalas. La aplicación de dichos principios científicos difiere ampliamente según el sistema de cultivo (características ecológicas de la región, rotaciones, etc.). En términos generales, los principios son comunes a todos los sistemas, pero la forma en que se ponen en práctica a nivel local varía en función de las condiciones específicas de suelo, cultivo, climáticas, económicas y sociales. Los productores y los asesores deberían procurar que las prácticas que seleccionan y aplican, estén de acuerdo con estos principios.

Las MPM de nutrientes y fertilizantes deben integrarse con las MPM agronómicas seleccionadas para lograr los objetivos de productividad, rentabilidad, sustentabilidad y salud ambiental dentro del sistema de producción, con los recursos del sistema, con los insumos y con las prácticas de manejo de suelos y cultivos (Caviglia y Andrade 2010, Ruffo et al. 2015).

Consideraciones finales

El reporte de la *Global Partnership on Nutrient Management* (Sutton et al. 2013) plantea el desafío de producir más alimentos y energía con menor contaminación, y centra las cinco principales amenazas del uso excesivo o exiguo de nutrientes en: 1) ecosistemas y diversidad, 2) calidad del aire, 3) calidad del suelo, 4) calidad del agua, y 5) balance de gases efecto invernadero (GEI). Una primera visión de lo discutido en este escrito sobre balances negativos de nutrientes a nivel país, nos lleva ubicarnos en la situación de uso exiguo de nutrientes con impactos directos en calidad de suelo (pérdida de fertilidad nativa, caídas de materia orgánica y reserva de nutrientes

del suelo, acidificación por pérdida de bases del suelo) e indirectos en ecosistemas y diversidad (expansión de la agricultura hacia ecosistemas más frágiles). Sin embargo, pueden darse situaciones regionales o locales con aplicaciones excesivas de nutrientes que impliquen también amenazas sobre la calidad de aire y del agua y el balance de GEI, además de impactos sobre la calidad de suelo y los ecosistemas y la diversidad. En todos los casos, gran parte de las respuestas a estos desafíos y amenazas está en el manejo responsable de nutrientes buscando mejorar la EUN, integrando este manejo responsable dentro del manejo de suelos y cultivos específico para cada ambiente (Cassman et al. 2002, Dobermann 2007, García y Salvaggiotti 2009, Davidson et al. 2015). Los procesos y transformaciones de los nutrientes son universales pero la intensidad de los mismos depende de las condiciones de cada ambiente en particular. El conocimiento de la intensidad de estos procesos y transformaciones en cada ambiente que estemos manejando es clave para incrementar la EUN y reducir las amenazas del uso excesivo o exiguo de nutrientes.

Referencias bibliográficas

- Adámoli, J. 2013. Producción y ambiente: Desafíos y oportunidades. *In* Simposio Fertilidad (s/n, 2013, Santa Fe, Argentina). Actas. Argentina, IPNI, Fertilizar AC. s/p.
- Alexandratos, N; Bruinsma, J. 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. Roma, Italia, FAO. s/p.
- Buhaug, H; Urdal, H. 2013. An urbanization bomb?: population growth and social disorder in cities. *Global Environmental Change* 23(1):1-10.
- Cassman, KG; Dobermann, A; Walters, DT. 2002. Agroecosystems, nitrogen-use efficiency and nitrogen management. *Ambio* 31:132-140.
- Caviglia, O; Andrade, FH. 2010. Sustainable intensification of agriculture in the Argentinean pampas: capture and use efficiency of environmental resources. *Am. J. Plant Sci. Biotech.* 3(Spec. Issue 1): 1-8.
- Davidson, EA; Suddick, EC; Rice, CW; Prokopy,



- LS. 2015. More food, lowPollution (Mo Fo Lo Po): a grand challengeforthe 21st century. *J. Environ. Qual.* 44:305–311.
- Dobermann, A. 2007. Nutrient use efficiency – measurement and management. *In* IFA International Workshop on fertilizer best management practices. (7-9 March, 2007, Brussels, Belgium). Belgium, IFA. 1-28 p.
- Fixen, P; Brentrup, F; Bruulsema, T; Garcia, F; Norton, R; Zingore, S. 2014. Nutrient/ Fertilizer use efficiency: measurement, current situation and trends. *In* IFA; IWMI; IPNI; IPI (eds.). *Managing Water and Fertilizer for Sustainable Agricultural Intensification*. Paris, France. p. 1-30. ISBN 979-10-92366-02-0
- García, F; Salvagiotti, F. 2009. Eficiencia de uso de nutrientes en sistemas agrícolas del Cono Sur de Latinoamérica. *In* Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo (18, 2009, San José Costa Rica). Espinosa, J; García, F. (eds.). *Memorias del Simposio “Uso eficiente de nutrientes”*. San José, Costa Rica. 37-48 p.
- Bruulsema, TW; Fixen, PE; Sulewski, GD. 2013. 4R de la nutrición de plantas: un manual para mejorar el manejo de la nutrición de plantas. IPNI, Acassuso, Buenos Aires, Argentina. ISBN 978-987-24977-5-0.
- Magrin, G. 2013. Impactos del cambio climático en América Latina: vulnerabilidad y adaptación. *In* Jornadas de Conservación de Suelos AACCS-INTA. (2013, Buenos Aires, Argentina). *Actas*. Buenos Aires, Argentina, INTA. s/p.
- Norton, R; Davidson, E; Roberts, T. 2015. Nitrogen use efficiency and nutrient performance indicators. *In* Global Partnership on Nutrient Management Task Team Workshop. (Dec 8, 2014, Washington, DC). Technical Paper 01/2015. United States, GPNM. 1-14 p.
- Rockström, J; Steffen, W; Noone, K; Persson, Å; Chapin, FS; Lambin, E; Lenton, TM; Scheffer, M; Folke, C; Schellnhuber, H; Nykvist, B; De Wit, CA; Hughes, T; van der Leeuw, S; Rodhe, H; Sörlin, S; Snyder, PK; Costanza, R; Svedin, U; Falkenmark, M; Karlberg, L; Corell, RW; Fabry, VJ; Hansen, J; Walker, B; Liverman, D; Richardson, K; Crutzen, P; Foley, J. 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecol. Soc.* 14(2).
- Ruffo, ML; Gentry, LF; Henninger, AS; Seebauer, JR; Below, FE. 2015. Evaluating management factor contributions to reduce corn yield gaps. *Agron. J.* 107:495–505.
- St.Clair, S; Lynch, JP. 2010. The opening of Pandora’s box: climate change impacts on soil fertility and crop nutrition in developing countries. *PlantSoil* 335:101–115.
- Sutton, MA; Bleeker, A; Howard, CM; Bekunda, M; Grizzetti, B; de Vries, W; van Grinsven, HJM; Abrol, YP; Adhya, TK; Billen, G; Davidson, EA; Datta, A; Diaz, R; Erisman, JW; Liu, XJ; Oenema, O; Palm, C; Raghuram, N; Reis, S; Scholz, RW; Sims, T; Westhoek, H; Zhang, FS. 2013. *Our Nutrient World: the challenge to produce more food and energy with less pollution*. United Kingdom, CEH, GPNM, INI. 128 p.
- Vilella, F; Renis, S. 2013. La demanda actual y proyectada de alimentos: el rol del sector agropecuario y sus desafíos. *In* Jornadas del Instituto de Investigaciones en Biociencias Agrícolas y Ambientales (3, 2013, Buenos Aires, Argentina). Díaz Zorita, M; Correa, O; Fernández Caniggia, MV; Lavado, R (eds.). Buenos Aires, Argentina, FAUBA.. 1-9 p.
- Wheeler, T; von Braun, J. 2013. Climate changes impacts on global food security. *Science* 342:508-513.
- Wingeyer, AB; Amado, TJC; Pérez-Bidegain, M; Studdert, GA; Perdomo Varela, CH; García, FO; Karlen, DL. 2015. Soil quality impacts of current south american agricultural practices. *Sustainability* 7(2):2213-2242; doi:10.3390/su7022213.

Banco de sementes florestais nativas: organização e funcionamento

Antonio Carlos de Souza Medeiros^{1*}

¹ Ambiental Mata Atlântica: Treinamento e Consultoria, Curitiba-PR, Brasil

*Autor para correspondência: antoniocarlos.medeiros@ambientalmataatlantica.eco.br

Introdução

O estado de devastação da floresta nativa é o resultado de quase cinco séculos de colonização, expansão da agricultura e da urbanização em muitas regiões e mesmo países. Esse grande problema, por si só, exige a necessidade da criação de uma instituição que forneça sementes de elevada qualidade física, fisiológica, sanitária e genética a programas de reflorestamento, programas de recuperação de ecossistemas degradados, programas de recuperação de matas ciliares, projetos de pesquisa e às demandas de jardins botânicos e que também fomente e atue em rede com outros bancos institucionais, municipais ou estaduais de sementes de espécies florestais nativas. Merece destaque a atuação direta dessa instituição, que se pode denominar como Banco de Sementes, com uma organização maior chamada Banco de Germoplasma, que é responsável pela conservação da máxima variabilidade genética vegetal e animal existente no país.

Assim, um Banco de Sementes, em razão de ações antrópicas, pelo comprometimento de um grande número de espécies arbóreas, através da destruição de populações inteiras de alto valor econômico, social e científico, tem o objetivo estratégico de preencher importante lacuna no uso de recursos genéticos florestais de interesse e se posicionar como um banco ativo (“dinâmico”) para a conservação das fontes genéticas e, principalmente, distribuição e pesquisa em sementes florestais. Deve atuar prevenindo e evitando perdas de valiosos recursos genéticos florestais.

É interessante que o Banco de Sementes florestais nativas, por diante denominado

como ***BASEM-Florestal***, tenha condições de abrangência nacional e consiga aos poucos e ao longo do tempo, reunir em rede todos os bancos de sementes existentes no país, como forma de estruturar o setor de sementes florestais nativas e alavancar o desafio de recuperação de seus biomas.

Desenvolvimento

Espécies arbóreas nativas prioritárias:

Inicialmente, recomenda-se dar prioridade às espécies arbóreas em processo de erosão genética, colocadas como vulneráveis na lista de espécies em risco de extinção do país, de uma determinada região ou bioma e aquelas ameaçadas de desaparecimento, com potencial de uso em recuperação de áreas cujos ecossistemas estejam degradados, principalmente se forem endêmicas da região e consideradas de uso medicinal.

Atividades básicas de um banco de sementes florestais nativas:

O funcionamento de um ***BASEM-Florestal*** deve ser desenvolvido por meio de pelo menos 6 atividades ou ações básicas, identificadas a seguir:

- (1) Estabelecimento do banco de sementes florestais nativas - ***BASEM-Florestal***;
- (2) Colheita de sementes, em regime de parceria, por diferentes instituições de pesquisa, de ensino e de conservação da natureza;
- (3) Pesquisas científicas;
- (4) Criação de um Banco de Dados para registro e monitoramento da marcação de

árvores nativas e da coleta de sementes;

(5) Treinamento e capacitação de recursos humanos

(6) Implantação da Rede de Bancos de Sementes.

1. Estabelecimento do banco de sementes florestais nativas - ***BASEM-Florestal***

A conservação *ex situ* pode ser realizada em curto, médio e longo prazos, dependendo da característica da espécie. A conservação em curto e médio prazos de sementes é realizada nos Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs), sendo denominada de Coleção Ativa, localizados, de modo geral, em instituições de pesquisa. Dessa forma, o que se enfoca neste trabalho é a organização e funcionamento de um Banco Ativo de Sementes, que pelas suas características próprias e específicas de sementes de espécies arbóreas, passa a ser denominado banco de sementes florestais nativas.

Sugere-se que um ***BASEM-Florestal*** seja estabelecido em um prédio próprio com as seguintes estruturas:

- salas para as pessoas envolvidas no projeto (pesquisadores, administrativos e estudantes);
- sala de reunião;
- sanitários;
- copa;
- recepção;
- biblioteca;
- câmara seca (10°C e 25% UR-umidade relativa do ar);
- câmara fria para o estoque de distribuição de sementes (5°C e sem controle de UR);
- câmara de germoplasma (-15°C); (opcional e se for também para conservação a longo prazo);
- Laboratório de análise de sementes
- sala de balanças

- sala de germinadores de sementes (15°C)
- sala para lavagem e guarda de vidrarias
- sala para manuseio de sementes (amostragem, pesagens, embalagem, etc);
- sala de laboratorista;
- Almoxarifado;
- Cômodo externo para grupo gerador de energia elétrica (de emergência);
- Prédio anexo para extração, beneficiamento, secagem inicial e embalagem de sementes, sala para pessoal de campo, sanitário, copa e depósito de material e equipamentos);
- casa de vegetação e sala anexa para estoque de material.
- Garagem para veículos de coleta.

2. Colheita de sementes, em regime de parceria, por diferentes instituições de pesquisa, de ensino e de conservação da natureza

Para que o projeto de um ***BASEM-Florestal*** alcance os resultados esperados deve-se adotar a estratégia de trabalho em equipe e o envolvimento de outras instituições parceiras na coleta de sementes.

As espécies, respectivas estratégias técnicas e os locais para coleta de cada Instituição devem ser definidos oportunamente em reunião anual de equipes.

Por ocasião da expedição de coleta de sementes, cada equipe deve coletar material botânico e enviá-lo, juntamente com as sementes, para o ***BASEM-Florestal***. O material botânico deverá ser montado em forma de exsicata não só para o enriquecimento da coleção do herbário, como também para a confirmação da identificação da espécie coletada.

Após coleta, a quantidade combinada de sementes com características ortodoxas¹ deve ser enviada

ao **BASEM-Florestal** para o aprimoramento do beneficiamento, secagem lenta em câmara seca (25%UR e 10°C), análises de rotina (germinação, grau de umidade, exame de infestação por insetos e de sanidade), separação de amostra para pesquisa, embalagem hermética e armazenamento em câmara do banco ativo de germoplasma, conforme Tabela 1. Parte das

sementes coletadas deve permanecer na região, para compor o banco regional de sementes. Sementes não ortodoxas devem seguir tratamento apropriado à espécie, com procedimentos a serem discutidos previamente. Quando se tratar de sementes com características recalcitrantes², não tolerantes à desidratação, poderão ser eventualmente coletadas e encaminhadas

Tabela 1. Detalhe dos procedimentos de implantação do **BASEM-Florestal**.

Procedimentos Gerais	Notas
Coleta	Se possível, 100 m entre árvores matrizes; 15 árvores por população com um mínimo de 3.000 a 10.000 sementes (Parâmetros que devem ser ajustados com a equipe ou instituição parceira, conforme a espécie, por ocasião da reunião anual) ³
Remessa rápida das sementes ao Banco	Embaladas adequadamente
Entrada dos dados em arquivo eletrônico	O programa deverá conter dados de coleta, processamento, distribuição ou venda
Secagem inicial	Pelo período necessário em ambiente natural
Limpeza	Manualmente, com peneiras e sopradores
Análise Inicial	Grau de umidade, germinação, exame de infestação, patologia de sementes e n° de sementes viáveis/kg
Secagem principal	Até equilíbrio higroscópico, conforme a espécie
Embalagem	Embalagem hermética ou semi hermética e armazenamento a 5°C.
Confirmação da identificação da espécie	Amostras serão enviadas ao herbário para confirmação da espécie
Distribuição de sementes	Amostra do lote de sementes permanecerá para distribuição aos parceiros, pesquisa, estudos acadêmicos, venda ou intercâmbio. Sementes com características ortodoxas
Re-teste de germinação	Repetir a análise conforme previsão de longevidade ou a cada 3 anos.

¹ De acordo com Black e Pritchard (2002), sementes ortodoxas são aquelas que toleram os efeitos imediatos da perda severa de água, ou seja, são tolerantes à dessecação. Dessa forma, são consideradas como ortodoxas aquelas sementes que podem ser desidratadas a valores muito baixos de água, entre 5% e 7% (base úmida), sem perderem a viabilidade. A expectativa de vida de sementes com características ortodoxas quando armazenadas, aumentam progressivamente à medida que a umidade relativa do ar-UR, nas condições desse armazenamento, é diminuída para cerca de 20%. Por outro lado, uma inversão de tendência pode ser observada quando submetidas às condições de umidade relativa do ar menor que 20%, o que diminui expectativa de vida das sementes. Sementes com características ortodoxas podem ser armazenados usando o protocolo recomendado de secagem até o nível de $0,05 \pm 0,02g$ de água g^{-1} de massa seca e, em seguida, o armazenamento em freezer, a cerca de -18°C. A longevidade das sementes com características ortodoxas no armazenamento pode ser prevista levando-se em consideração a temperatura e o grau de umidade das sementes, conforme foi estudado por Medeiros et al., (1998) com aroeira-verdadeira (*Myracrodruon urundeuva*).

² De acordo com Roberts (1973), as sementes recalcitrantes não sobrevivem à secagem a baixos níveis de umidade e não podem ser armazenadas por longo prazo. Para Black e Pritchard (2002), são aquelas sementes maduras que não sobrevivem se forem desidratadas. Pode-se tomar como referência o teor de água de equilíbrio em condições ambientais a 90% de umidade relativa do ar. Ou seja, o embrião dessas sementes começam a perder rapidamente a viabilidade quando o ambiente em que estão acondicionadas ou armazenadas tem a sua umidade relativa do ar reduzida.

³ O BASEM-Florestal deve discutir previamente com o Banco de Germoplasma sobre as espécies de interesse a serem coletadas bem como a metodologia de coleta de sementes e dados, quando se tratar de germoplasma

imediatamente para a produção de mudas. As espécies a serem coletadas nos anos seguintes devem ser definidas em reunião anual com os parceiros, conforme demandas e necessidades.

Demanda de sementes

O planejamento da coleta de sementes deve levar em consideração a demanda anual de sementes e as suas possibilidades de armazenamento. Com relação à essa demanda as metas de plantio e capacidade do viveiro precisam ser observadas. No que tange às possibilidades de armazenamento, é interessante que sejam coletadas maior quantidade de sementes em anos de boa safra, a fim de que se tenha disponibilidade

de estoque por vários anos das sementes com características ortodoxas. Recomenda-se que se colete sementes para atendimento de 3 a 5 anos de demanda, levando-se sempre em consideração o ambiente em que se encontra a espécie nativa em diferentes regiões bioclimáticas. As sementes para plantio devem ser provenientes de semelhante área de coleta com condições semelhantes de área de plantio.

Nesse sentido, Stubsgaard e Baadsgaard (1997) apresentam um procedimento para estimar a demanda de sementes (Tabela 2), que foi modificada utilizando-se espécie nativa brasileira (*Mimosa scabrella*) e demanda para 320 h.

Tabela 2. Cálculo para a estimativa de demanda de sementes de *Mimosa scabrella*.

1. Espécie:	<i>Mimosa scabrella</i>	
2. Plantas por há	2.1. Espaçamento entre mudas	2m x 2m
	2.2. N° de mudas/ha	2500 mudas/ha
3. Replântio	Em %	20%
	Quantidade representada	500 mudas a mais
4. Correção na necessidade total de mudas para o plantio		2500 + 500 = 3000 mudas/há
5. Perdas, refugos e seleção no viveiro	Estimativa %	50 % 50% de 3000 mudas
6. Correção da quantidade de mudas selecionadas para o plantio		3000 + 1500 = 4500 mudas /ha
7. Porcentagem de germinação das sementes do lote a ser utilizado.	Em porcentagem	75% de germinação
8. Número de sementes que não germinarão		4.500 x (100-75) / 75 = 1.500 sementes
9. Correção da quantidade total de sementes a plantar.		4.500 + 1.500 = 6.000 sementes viáveis
10. Quantidade de sementes por kg	N° de sementes/kg	46.000 sementes / kg
11. Quantidade de sementes necessárias por ha de plantação	N° de sementes viáveis/n° de sementes/kg	6.000 sementes / 46.000 sem./kg = 0,13 kg = 130g
12. Quantos hectares podem ser plantados com 1kg dessas sementes?	Há	130g.....1ha 1000g.....x ha (1000 x 1)/130= 7,69ha com 1 kg de sementes.
13. Supondo-se que a estimativa anual de plantio com bracatinga-comum, seja de 320 ha.		
14. Cálculo da quantidade de sementes a serem coletadas para o plantio de restauração de 320ha.	130g = 0,130kg	0,130kg x 320 ha = 41,6 kg de sementes.

Pesquisas científicas

As necessidades de pesquisa devem ser definidas em reunião anual entre as instituições parceiras para o estabelecimento das linhas de pesquisa. Entre essas linhas, sugere-se que seja dada prioridade para as investigações necessárias à definição fisiológica das sementes em relação à secagem e armazenamento e para maximizar a longevidade de sementes (Medeiros 1996) nas condições existentes de armazenamento.

Além da pesquisa em fisiologia de sementes, deve ser discutida a necessidade de pesquisa sobre a definição de protocolo para germinação e superação de dormência de sementes.

Para a maioria das espécies arbóreas nativas, são escassas as informações sobre a ocorrência de fungos potencialmente patogênicos tanto interna como externamente às sementes. O estudo da associação de fungos encontrados em maior número e frequência sobre sementes de espécies florestais e a avaliação do seu potencial patogênico é de fundamental importância, pois pode fornecer subsídios para modelos epidemiológicos, produção de mudas e armazenamento de sementes (Santos et al. 1997). Essa ação de pesquisa deve como objetivos: a) identificar e quantificar os fungos presentes nas sementes; b) determinar o potencial patogênico dos fungos detectados nas sementes de espécies arbóreas nativas sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas (Medeiros et al. 1992).

Da mesma forma que os fungos, os insetos afetam a qualidade das sementes. Esse estudo permite mapear os insetos de cada espécie atacada, dentro de cada região de colheita, e subsidiar por ocasião da distribuição das sementes.

Dentro das possibilidades, é também interessante a condução de estudos visando a caracterização genética das espécies nativas de importância econômica, ecológica e medicinal das florestas.

3. Criação de um Banco de Dados para registro e monitoramento da marcação de árvores

nativas e da coleta de sementes

O **BASEM-Florestal** deve criar um Banco de Dados-BD, que pode se chamar **BD-BASEM-Florestal** que vise o registro dos dados das diversas fases da coleta de sementes de espécies florestais nativas destinadas à restauração ambiental. De acordo com Colemonts e Medeiros (2007), o BD referente à coleta de sementes deve ser alimentado por pessoal de campo, e o segundo relativo à marcação de árvores-matrizes, que engloba também a fase de controle de qualidade das sementes e destina-se à utilização pelos analistas de sementes. O programa deve ser composto de telas de entrada para a coleta de sementes e para as árvores matrizes, além de formulários com fichas em branco para uso a campo e posterior visualização ou impressão com os dados já armazenados. O registro dos dados da coleta visa a uma padronização, com informações pré-definidas em caixas de combinação para seleção nos campos dos registros, tais como os nomes das espécies e outros associados. Para tanto, devem existir telas para entrada dos dados auxiliares, que variam de local para local, referentes aos nomes dos coletores, nomes científicos, populares, autores e famílias das espécies, municípios ou departamentos e outros. Os relatórios devem apresentar os dados de modo conciso, relativos à localização das árvores-matrizes, das coletas de sementes e da marcação das árvores.

4. Treinamento e capacitação de recursos humanos

Para o adequado funcionamento do **BASEM-Florestal**, é necessário planejar-se o treinamento e a capacitação técnica de empregados de Instituições parceiras neste empreendimento, de outras Instituições interessadas, e do público em geral, por meio de pelo menos 4 cursos de curta duração ao longo dos 24 meses:

- Curso sobre coleta e manejo de sementes de espécies arbóreas nativas;
- Curso sobre Gerência de Banco de Sementes;



- Curso sobre coleta de sementes e produção/plantio de mudas visando a restauração de áreas cujos ecossistemas estejam degradados;
- Curso para formação de coletores de sementes florestais nativas, com ênfase para árvores de porte muito elevado.

5. Implantação da Rede de Bancos de Sementes.

Propõe-se que o **BASEM-Florestal** seja mais do que um Banco de Sementes. Que o **BASEM-Florestal** seja uma Rede de coordenação e intercâmbio de serviços, produtos e recursos das empresas e instituições relacionadas com a conservação da natureza, colheita, produção e distribuição de sementes florestais nativas de um bioma ou biomas.

Considerações finais

Além da colheita e disponibilização de sementes, o **BASEM-Florestal** tem como propósito fomentar e fortalecer as organizações existentes no fornecimento de sementes florestais nativas de boa qualidade genética, física, fisiológica e sanitária, a fim de que os programas de restauração florestal e o plantio de espécies nativas tenham qualidade e sejam bem-sucedidos (Galvão e Medeiros 2002).

Referências bibliográficas

- Black, M; Pritchard, HW. 2002. Desiccation and survival in plants: drying without dying. Wallingford, United Kingdom, CABI Publishing. 412 p.
- Colemonts, HJE; Medeiros, ACS. 2007. BD – BASEMFLOR: manual do banco de dados para registro e monitoramento da marcação de árvores nativas e da coleta de sementes - versão 1.0. Colombo, Embrapa Florestas. s/p. (Embrapa Florestas. Documentos, 146). 1 CD-ROM.
- Galvão, APM; Medeiros, ACS. 2002. Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural. Colombo: Embrapa Florestas. 13-19 p.
- Medeiros, ACS. 1996. Comportamento fisiológico, conservação de germoplasma a longo prazo e previsão de longevidade de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.). Tese Doutorado, Jaboticabal, Brasil, 127 p.
- Medeiros, ACS; Mendes, MAS; Ferreira, MASV; Aragão, FJL. 1992. Avaliação qualitativa de fungos associados a sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr.All.) Engl.). Revista Brasileira de Sementes 14:51-55.
- Medeiros, ACS; Probert, RJ; Sader, R; Smith, RD. 1998. The moisture relations of seed longevity in *Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl. Seed Science and Technology 26(2):281-288.
- Roberts, EH. 1973. Predicting the storage life of seeds. Seed Science and Technology 1(4):499-514.
- Santos, FS; Ribeiro, WRC; Faiad, MGR; Sano, SM. 1997. Fungos associados às sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). Revista Brasileira de Sementes 19(1):135-139.
- Stubsgaard, F; Baadsgaard, J. 1997. Planeacion de recolección de semillas. In Jara, NLF. Recolección y manejo de semillas forestales antes del procesamiento. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p 1-25 (Serie Materiales de Enseñanza No. 38).



IV CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS

"Conocimiento e innovación para el desarrollo sostenible"

Conferencias en simultáneo



Depresión endogámica en híbridos simples de segunda generación (F_2) de maíz harinoso

Verónica Machado^{1*} y Cinthia Arenas¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Nacional de Itapúa. Encarnación, Paraguay.

*Autor para correspondencia: veronica_machadocorrea@hotmail.com

Introducción

El maíz harinoso Avati Morotí es el más utilizado para consumo humano en Paraguay. Los cultivares de este tipo de maíz sembrados por el agricultor generalmente tienen bajo rendimiento, y los trabajos de mejoramiento tendientes a incrementar este carácter a través del uso de la heterosis aún son incipientes.

Uno de los principales objetivos del mejoramiento de maíz es el desarrollo de híbridos sobresalientes utilizando líneas endocriadas y el método más usado para ello es la autofecundación (Hallauer 1990).

La autofecundación tiene algunas ventajas sobre otros métodos menos severos de desarrollo de líneas endocriadas (como los basados en cruces entre medios hermanos o entre hermanos completos) con relación al índice de endocria en cada generación. Una ventaja es el tiempo necesario para alcanzar el nivel deseado de homocigosidad; sin embargo, alcanzar un alto nivel de homocigosidad en pocas generaciones de autofecundación puede ser una desventaja en poblaciones altamente depresivas, porque muchas líneas potencialmente útiles son eliminadas en las primeras generaciones como consecuencia de la alta homocigosidad para genes letales, semiletales y deletéreos (Hallauer y Miranda Filho 1981).

El efecto negativo de la autofecundación, conocido como depresión endogámica es debido a alelos deletéreos recesivos en el estado homocigoto. En genética cuantitativa la depresión endogámica es calculada por la

reducción en el promedio que ocurre sólo bajo efectos genéticos no aditivos. El incremento de la homocigosidad o la reducción de la frecuencia de genotipos heterocigotos es una consecuencia natural de la endogamia y alcanza su índice máximo por medio de la autofecundación, que es la forma más extrema de endocria (Miranda Filho 1999).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la depresión endogámica y estimar la contribución del homocigoto y del heterocigoto en la manifestación de cuatro caracteres, en híbridos simples de segunda generación (F_2) de maíz harinoso.

Metodología

Como material base se utilizaron 10 híbridos simples de segunda generación cosechados en el mes de mayo de 2014 en el lote de cruza para obtención de híbridos triples, establecido en el Centro de Investigación Capitán Miranda del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA).

Los híbridos simples estaban constituidos por líneas de nivel S_3 a S_8 . A partir de ahí, el estudio se condujo en dos etapas. En la primera, los 10 híbridos simples denominados HSF2-1 a HSF2-10, fueron sembrados en forma escalonada de acuerdo a la precocidad de cada material, durante el mes de setiembre de 2014, en un lote de cruza dialélica establecido en la parcela experimental utilizada por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales (FaCAF) de la Universidad Nacional de Itapúa (UNI), en finca de productor localizada en el Barrio

San Nicolás del distrito de San Juan del Paraná, Itapúa, Paraguay, en las coordenadas 27° 18' 04" de latitud Sur y 55° 57' 43" de longitud Oeste a una altura de 236 msnm.

En el lote mencionado se generó la semilla de los híbridos simples F_2 por medio de polinizaciones planta a planta para contar con la semilla S_0 , así como también se autofecundaron las plantas para generar las S_1 .

En la segunda etapa, los tratamientos fueron preparados con una mezcla balanceada de semilla de 8-10 mazorcas para las S_0 y de 5-7 mazorcas para las S_1 . En la misma parcela experimental se establecieron dos ensayos, en forma contigua; uno con los diez tratamientos S_0 y el otro con los tratamientos S_1 . El diseño experimental utilizado para ambos experimentos fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones. La parcela experimental y útil fue una hilera de 5 m de largo, con separación de 0,80 m entre hileras y 0,25 m entre plantas, para los dos ensayos.

Los dos ensayos fueron sembrados el 01/12/15 y cosechados el 28/04/16. Los caracteres evaluados fueron: a) días a flor masculina desde la emergencia de las plántulas; b) altura de planta en cm, medida desde el suelo al ápice de la panoja, en tres plantas al azar en la parcela; c) longitud de mazorca en cm, medida desde la base a la punta, en tres mazorcas representativas del tratamiento; y, d) rendimiento en kg ha^{-1} , ajustado por plantas faltantes y corregido a 13% de humedad.

Las variables estudiadas fueron sometidas a análisis de variancia usando el programa estadístico InfoStat versión 2013 (Di Rienzo et al. 2013) y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error.

La estimación del porcentaje de depresión por endogamia (DE) para cada carácter evaluado se obtuvo mediante el estimador siguiente: $DE = [(S_1 - S_0) / S_1] \times 100$, donde S_1 y S_0 son los promedios de las progenies autofecundadas y no autofecundadas, respectivamente. Para

la estimación de la media del carácter en homocigosis se usó la expresión $\mu_0 + a = 2 S_1 - S_0$, donde μ_0 representa el promedio de los homocigotos para cada locus sumado sobre todos los loci y, a, es la contribución total (desviación de μ_0) de los genotipos homocigotos. La contribución de los loci en heterocigosis, se estimó usando la expresión siguiente:

$$d = 2(S_0 - S_1) \text{ (Farias Neto y Miranda Filho 2000).}$$

Resultados y discusión

El análisis de variancia para los cuatro caracteres mostró significancia para las diferencias entre los híbridos tanto en S_0 como en S_1 . La variabilidad entre los híbridos en S_0 fue mayor que entre los híbridos en S_1 , denotado por el rango observado entre los promedios de los cultivares (Tablas 1 y 2).

Con excepción de días a flor masculina, los promedios de las progenies autofecundadas (S_1) fueron menores que para las progenies no autofecundadas (S_0) (Tablas 1 y 2). En días a flor masculina, seis de los híbridos evaluados tuvieron un incremento en el ciclo con una generación de autofecundación, indicando efecto negativo de la endogamia. El promedio del porcentaje de endogamia de -2,0 observado en este trabajo, está bastante cerca al valor de -2,6 hallado por Šarčević et al. (2004) en el C0 en su trabajo de depresión endogámica en una población exótica de maíz bajo selección recurrente de líneas endocriadas, y al valor de -3,57 hallado por Mendes et al. (2013) cuando estudiaron depresión por endogamia en la población denominada MPA. Por otro lado, Bernini et al. (2012) evaluando cinco poblaciones parentales F_2 , observaron también que la depresión por endogamia para días a floración masculina varió aumentando y disminuyendo el ciclo, con valores entre -3,2 y 4,8%.

El promedio de depresión por endogamia para altura de planta fue 7,5%, con predominancia de los efectos genéticos aditivos ($\mu + a$). Este valor fue menor a lo encontrado por otros autores: 16,08% por Mendes et al. (2013) y 15,9% por Šarčević et al. (2004). Botelho et al. (2016)

Tabla 1. Promedios de días a flor masculina y altura de planta en cm, en híbridos simples F₂ no autofecundado (S₀) y autofecundado (S₁), y la estimación del porcentaje de depresión por endogamia (DE), el promedio esperado de las líneas homocigotas ($\mu + a$) y la contribución de los heterocigotos (d). UNI/FaCAF. San Juan del Paraná 2015/16.

Híbrido	Flor masculina (días)					Altura de planta (cm)				
	S ₀	S ₁	DE	μ_0+a	d	S ₀	S ₁	DE	μ_0+a	d
HSF2-1	64 c	64 abc	0,0	64	0	178 a	175 abcd	1,8	172	6
HSF2-2	62 bc	65 bcd	-4,8	68	-6	193 a	165 ab	14,8	136	57
HSF2-3	57 a	60 a	-5,3	63	-6	187 a	155 a	17,1	123	64
HSF2-4	64 c	62 ab	3,1	60	4	195 a	174 abcd	10,9	153	43
HSF2-5	64 c	65 bcd	-1,6	66	-2	188 a	191 cd	-1,4	193	-5
HSF2-6	61 b	66 cd	-8,2	71	-10	188 a	195 d	-3,4	201	-13
HSF2-7	61 b	61 a	0,0	61	0	187 a	171 abc	8,1	156	30
HSF2-8	69 d	66 bcd	4,3	63	6	235 b	191 cd	18,6	147	87
HSF2-9	64 c	67 d	-4,7	70	-6	187 a	185 bcd	1,0	184	4
HSF2-10	64 c	66 cd	-3,1	68	-4	191 a	176 abcd	7,9	161	30
Media	63	64	-2,0	65	-2,4	193	178	7,5	163	30
F _{calc}	21,1 **	4,8 **				6,9 **	3,6 **			
CV(%)	1,8	2,9				5,3	6,5			

** Significativo al 1% de probabilidad de error, por la prueba de F. Medias seguidas de la misma letra no difieren entre sí por la prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error, CV: Coeficiente de variación

Tabla 2. Promedios de longitud de mazorca en cm y rendimiento en kg ha⁻¹, en híbridos simples F₂ no autofecundado (S₀) y autofecundado (S₁), y la estimación del porcentaje de depresión por endogamia (DE), el promedio esperado de las líneas homocigotas ($\mu + a$) y la contribución de los heterocigotos (d). UNI/FaCAF. San Juan del Paraná 2015/16.

Híbrido	Longitud de mazorca (cm)					Rendimiento (kg ha ⁻¹)				
	S ₀	S ₁	DE	μ_0+a	d	S ₀	S ₁	DE	μ_0+a	d
HSF2-1	13 a	13 a	-2,9	13	-1	1610 a	1053 a	34,6	496	1115
HSF2-2	14 ab	13 a	8,3	12	2	2509 c	990 a	60,5	-529	3038
HSF2-3	15 bc	13 ab	10,8	12	3	2043 abc	1386 abc	32,1	730	1313
HSF2-4	15 bc	14 abcd	3,2	14	1	2315 abc	1564 bc	32,5	813	1503
HSF2-5	16 cd	15 bcd	10,1	13	3	2331 abc	1608 bc	31,0	885	1447
HSF2-6	14 ab	13 abc	6,3	13	2	2489 bc	1309 ab	47,4	129	2360
HSF2-7	16 bc	14 abcd	11,1	12	4	1775 ab	1821 c	-2,6	1867	-92
HSF2-8	18 d	16 d	13,4	13	5	2336 abc	1441 abc	38,3	545	1791
HSF2-9	14 ab	14 abc	4,0	13	1	2218 abc	1214 ab	45,3	210	2008
HSF2-10	14 ab	15 cd	-9,5	16	-3	1617 a	1598 bc	1,2	1579	38
Media	15	14	5,5	13	2	2124	1398	32,0	672	1452
F _{calc}	5,8 **	3,2 *				2,5 *	3,4 **			
CV(%)	7,2	6,2				17,6	17,7			

*, ** Significativos al 5% y 1% de probabilidad de error, respectivamente, por la prueba de F. Medias seguidas de la misma letra no difieren entre sí por la prueba de Duncan al 55 de probabilidad de error. CV: Coeficiente de variación

obtuvieron depresión por endogamia para altura de planta que variaron de 2,40% a 8,00% en los cuatro híbridos que estudiaron, muy cercanos a lo hallado en este trabajo.

En cuanto al carácter longitud de mazorca hubo

una reducción en los valores medios, indicando efecto depresivo por la endogamia, aunque los híbridos HSF2-1 y HSF2-10 aumentaron la longitud de la mazorca con una autofecundación. El promedio de 5,5% está por debajo de lo observado (14,1%) por Šarčević et al. (2004) y

de lo hallado (23,21%) por Mendes et al. (2013). En altura de planta y longitud de mazorca se observaron en general efectos bajos de depresión endogámica; la depresión endogámica baja es un indicativo de niveles de dominancia bajos de los genes que controlan esos caracteres (Miranda Filho 1999).

Considerando que el híbrido simple S_0 es de segunda generación, que en teoría reduce su rendimiento en 50%, y la época tardía de siembra del experimento, algunos de ellos como HSF2-2 y HSF2-6, mostraron rendimientos muy buenos.

En rendimiento, la máxima depresión esperada con una generación de autofecundación con relación a S_0 es de 50%. Sin considerar el híbrido HSF2-7, que denotó endogamia negativa, los valores de depresión endogámica para rendimiento varió de 1,2% a 60,5%, con un promedio de 32,0%. Este valor es cercano a 40,8% hallado por Šarčević et al. (2004), y está por debajo del valor de 53,75% reportado por Mendes et al. (2013). Por otro lado, Bernini et al. (2012) registró valores de 17,9% a 48,1% en cinco poblaciones; y, Botelho et al. (2016) encontró porcentaje de depresión endogámica para peso de mazorca variando de -20,28% a 83,24% en cuatro híbridos.

Observando los valores en la Tabla 2, se nota una relación inversa entre el promedio de rendimiento estimado y el porcentaje de depresión endogámica en los híbridos estudiados. Así, cuando mayor es la reducción en el rendimiento promedio debido a la autofecundación, menor es el promedio esperado para las líneas extraídas de un híbrido. Las estimaciones de $(\mu_0 + a)$ muestran que las líneas más productivas, debido a mayor frecuencia de genes favorables, podrían derivarse de HSF2-7, HSF2-10, HSF2-4 y HSF2-5.

Conclusión

Las estimaciones de la depresión por endogamia para días a flor masculina, altura de planta y longitud de mazorca fueron más bajas que para rendimiento, evidenciando que los efectos de dominancia son menos importantes para estos caracteres.

Referencias bibliográficas

- Bernini, CS; Paterniani, MEAGZ; Sawazaki, E; Duarte, AP; Gallo, PB; Guimarães, OS de. 2012. Depressão endogâmica e heterose em híbridos de populações F_2 de milho. *In XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo*. Águas de Lindóia, BR. p. 3020-3026.
- Botelho, FBS; Bruzi, AT; Lima, IP; Rodrigues, CS; Botelho, RT de C. 2016. Inbreeding depression in single, three way and double-cross hybrids of maize. *Genetics and Molecular Research* 15(3):gmr.15033497.
- Di Rienzo, JÁ; Casanoves, F; Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2013. InfoStat versión 2013 (en línea). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, URL. Consultado 03 ago. 2014. Disponible en <http://www.InfoStat.com.ar>
- Farias Neto, AL de; Miranda Filho, JB de. 2000. Inbreeding in two maize subpopulations selected for tassel size. *Scientia Agricola* 57(3):487-490.
- Hallauer, AR; Miranda Filho, JB. 1981. *Quantitative genetics in maize breeding*. Ames, IA, USA, The Iowa State University Press. 468 p.
- Hallauer, AR 1990. Methods used in developing maize inbred lines. *Maydica* 35(1):1-16.
- Mendes, UC; Sousa, SB; Schindler, RF; Pinto, JFN; Reis, EF dos. 2013. Depressão por endogamia em uma população de milho denominada MPA. *In XII Seminario Nacional Milho Safrinha*. Dourados, MG, BR, Embrapa-UFGD. 6 p.
- Miranda Filho, JB. 1999. Inbreeding and heterosis. In: Coors, JG; Pandey, S. (eds.). *Genetics and exploitation of heterosis in crops*. Madison, Wisconsin, USA, American Society of Agronomy. p. 69-80.
- Šarčević, H; Pejić, I; Barić, M; Kozumplik, V. 2004. Performance and inbreeding depression of an exotic maize population under selfed progeny recurrent selection. *Die Bodenkultur* 55(1):21-27.

Evaluación de familias de medios hermanos de maíz tipo dentado sometidos a estrés hídrico

Amalio Mendoza^{1*}, Arsenio Insaurralde¹, Pedro Rubén Viera¹, Diosnel Alvarez²

¹ Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA – CECH). Choré, Paraguay.

² Facultad Ciencias de la Producción filial Chore. Universidad Nacional de Caaguazú (FCP – UNCA). Choré, Paraguay.

*Autor de correspondencia: amalio.mendoza@hotmail.com

Introducción

En condiciones actuales de producción de maíz, la sequía constituye una de las limitaciones para la productividad del cultivo. Datos estimados por Santos et al. (2003) mostraron que en Brasil, pérdidas por sequía varían de 14% a 28%, en tanto que Edmeades et al. (1993) estimaron que 80% del maíz plantado en regiones tropicales presentó reducciones que varían de 10% a 50%.

El maíz presenta alta sensibilidad al estrés hídrico (Welcker et al. 2007). Según Li et al. (2009), estudios de tolerancia a sequía en este cultivo pueden traer mejorías en el crecimiento y en el rendimiento del cultivo en regiones con limitaciones hídricas.

Las plantas de maíz al ser sometidos a estrés hídricos demuestran algunas características fenotípicas y fisiológicas que pueden ser aprovechadas para seleccionar genotipos deseables para continuar en programas de mejoramiento genético para tolerancia a sequía. En base a eso el trabajo tuvo como objetivo evaluar y seleccionar familias de medios hermanos de maíz dentado sometido a estrés hídrico.

Metodología

El experimento fue realizado en el Campo Experimental de Chore, del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (CECH – IPTA) situado en el Departamento de San Pedro a 24° 11' 60" S, 56° 34' 00" W y 250 msnm.

El diseño experimental consistió en tratamientos regulares y no regulares (familias con testigos intercalados) con 160 familias de medios hermanos y 2 testigos. La unidad experimental consistió de una hilera de 2,0 m de largo correspondiente a cada familia, con 0,50 m de separación totalizando 10 plantas por hilera.

La implantación del experimento fue realizada en casa de vegetación para controlar el suministro de agua. La restricción del suministro de agua se realizó 10 días antes y hasta 10 días después de la floración para todos los tratamientos (familias y testigos). Fueron considerados todos los manejos necesarios para la producción del cultivo.

Para este trabajo se analizaron los siguientes caracteres: rendimiento, en kg ha⁻¹; floración masculina y femenina, en días; mazorca vacía y stay green (escala de 1 al 5 donde 1 hoja totalmente verde y 5 totalmente seca). El rendimiento fue ajustado a 13% de humedad por el método propuesto por Avila y Sanches (1978) y corrección de stand por el método propuesto por Zuber (1942).

Los datos fueron analizados a través del análisis de varianza por el test de F y además se realizaron figuras de dispersión de las familias con respecto a cada variable evaluada. Para los análisis de varianza fue utilizado el programa GENES (Cruz 2013).

Resultados y discusión

El rendimiento de granos y stay green no presentaron efecto significativo para la familia

de medios hermanos de maíz tipo dentado, lo cual demuestra que no fueron influenciados por el estrés hídrico. En cambio, la floración masculina (FM) y femenina (FF) presentaron efectos significativos al igual que las espigas vacías (Tabla 1).

La floración masculina y femenina son caracteres más afectados por el estrés hídrico, varios autores como Schussler y Westgate (1991), Zinselmeier et al. (1995), Bergamaschi et al. (2004) y (2006) afirman lo mismo, pues es la etapa crítica considerado para la producción de maíz. El efecto significativo para la espiga vacía podría ser una consecuencia del estrés sufrido en las plantas ya que el estrés inviabiliza al polen y la emisión de estilo-estigma, creando una

desincronización de la floración que coinciden con resultados encontrados por Magalhães y Durães (2008).

En las Figuras 1, 2 y 3 se puede observar los genotipos con características superiores e inferiores para los parámetros evaluados.

En la Figura 1A se observa que algunas familias de medios hermanos (FMH) como el 77, 105, 45 y otros en condiciones de estrés presentaron rendimientos superiores a 5.000 kg ha⁻¹, son los que podrían ser seleccionados para el siguiente ciclo. En cambio, las FMH como el 103, 42, 92 y otros presentaron rendimientos inferiores a 1.000 kg ha⁻¹, serían las FMH descartadas de la selección.

Tabla 1. Resumen del análisis de varianza del rendimiento de granos, mazorca vacía, floración masculina y femenina y stay green. Choré, Paraguay. 2016.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios				
		REND	M V	FM	FF	SG
Familias	159	1914701,65 ns	0,120 **	47,60 **	1705,35 **	0,32 ns
Testigos	1	4304746,71 ns	0,0024 ns	118,22 **	142,54 **	0,2 ns
Media Familias		2990,38	3,46	55,68	62,01	1,62
Media Testigos		3.659,25	3,65	52,86	56,27	1,86

ns: no significativo, **: significativo a 1% de probabilidad de error. REND: rendimiento de granos; MV: mazorca vacía; FM: Floración masculina; FM: floración femenina; SG: Stay Green.

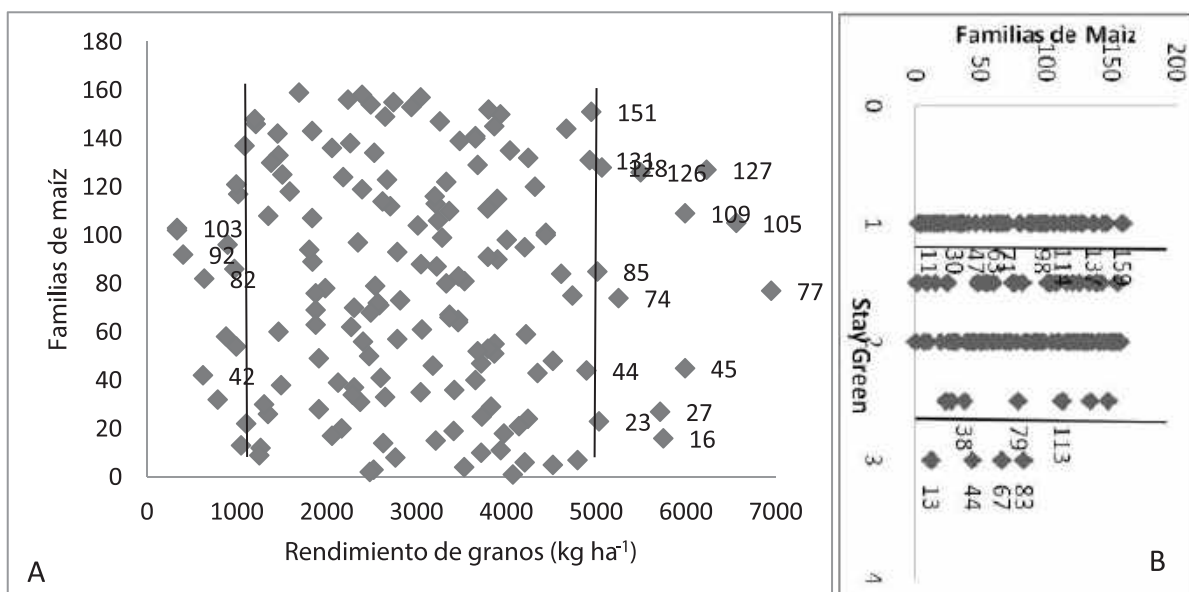


Figura 1. Distribución de las familias de medio hermano de maíz tipo dentado según el rendimiento de granos (A) y stay Green (B). Chore, Paraguay. 2016.

En la Figura 1B las FMH 11, 30 y 47 entre otros son los más destacados para la selección por presentar valores de stay green bajos igual a 1, ya que varios autores como Bänzinger et al. (2000), Kamara et al. (2003) y Câmara et al. (2007) indican que esta característica tiene alta heredabilidad y correlaciones con la productividad de granos.

En la Figura 2A y 3 son presentados las distribuciones de las familias de acuerdo a la floración femenina y masculina, respectivamente, en las mismas se observan que las familias 67,

147 y otros son los más tardíos y 38, 111 entre otros los más precoces. En las mismas Figuras se encuentran variaciones de 50 días a más de 60 días, al respecto Bergamaschi et al. (2006), Magalhães y Durães (2008) mencionan que estas características son muy influenciadas por el estrés y tienen que ser consideradas para selección de genotipos superiores.

En la Figura 2B, de mazorca vacía, las FMH 127, 116 y 75 entre otros fueron los que presentaron mayores mazorcas vacías. En cambio, las FMH 11,133 y 54 presentaron menor valor lo que

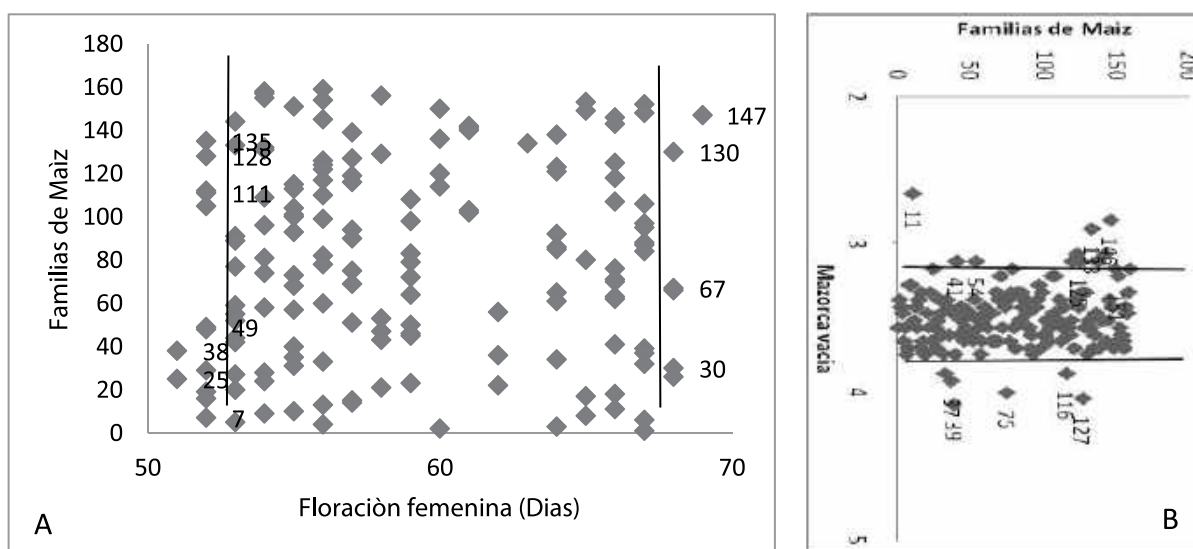


Figura 2. Distribución de las familias de maíz tipo dentado según floración femenina (A) y mazorca vacía (B). Chore, Paraguay. 2016.

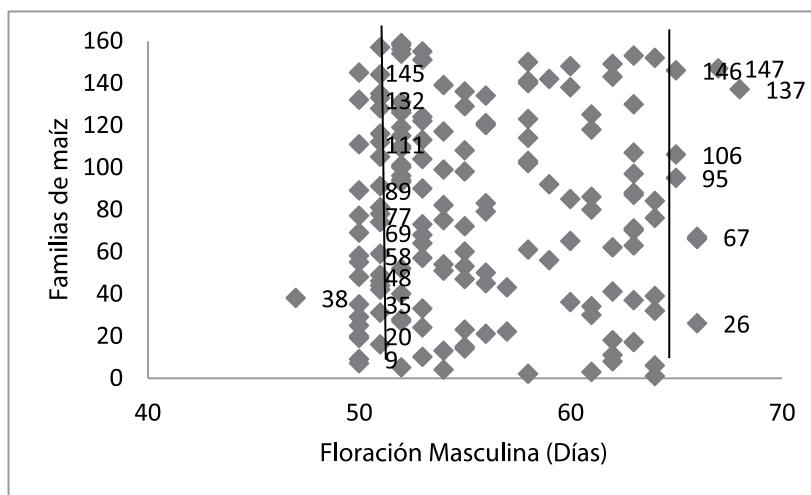


Figura 3. Distribución de las familias de medios hermanos de maíz tipo dentado según floración masculina. Chore, Paraguay. 2016.

podríamos decir que fueron menos afectados por el estrés hídrico.

Conclusión

Las familias de medios hermanos de maíz tipo dentado presentan efectos diferenciados al ser sometidos al estrés hídrico para floración masculina y femenina y mazorca vacía.

Con el efecto significativo que presentan entre las familias en las variables evaluadas fue posible considerar 10% de familias superiores para el siguiente ciclo de selección.

Referencias bibliográficas

- Avila, AV; Sanches, FM. 1978. Correlación de métodos de ajuste para corrección por fallas en sorgo para grano. *Agrociência* 31:45-64.
- Bänzinger, M; Edmeades, GO; Beck, D; Bellon, M. 2000. Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize: from theory to practice. Mexico, CIMMYT. 68 p.
- Bergamaschi, H; Dalmago, GA; Bergonci, JI; Bianchi, CAM; Müller, AG; Comiran, F; Heckler, BMM. 2004. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. *Pesq Agrop Bras* 39:831-839.
- Bergamaschi, H; Dalmago, GA; Bergonci, JI; Bianchi, CAM; Müller, AG; Comiran, F; Franca, S; Santos, A; Radin, B; Pereira, P. 2006. Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. *Pesq Agropec Bras* 41(2):243-249.
- Câmera, TS; Bento, DA; Alves, G; Santos, M; Moreira, JU; Junior, C. 2007. Parâmetros genéticos de caracteres relacionados à tolerância à deficiência hídrica em milho tropical. *Brag Campinas* 66(4):595-603.
- Cruz, CD. 2013. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum* 35(3):271-276.
- Edmeades, GO; Bolanos, J; Hernandez, M; Bello, S. 1993. Causes of silk delay in a lowland tropical maize population. *Crop Science Madison* 33:1029-1035.
- Kamara, AY; Menkir, A; Badu-Apraku, B; Ibikunle, O. 2003. Reproductive and stay-green trait responses of maize hybrids, improved open-pollinated varieties and farmers' local varieties to terminal drought stress. *Maydica Bergamo* 48(1):29-37.
- Li, Y; Sperry, JS; Shao, M. 2009. Hydraulic conductance and vulnerability to cavitation in corn (*Zea mays* L.) hybrids of differing drought resistance. *Environmental and Experimental Botany Oxford* 66:341-346.
- Magalhães, PC; Durães, FO. 2008. Fisiologia da produção. In Cruz, JC; Karan, D; Monteiro, MA; Magalhães, PC. *A cultura do milho. Brasil, Embrapa Milho e Sorgo*. p. 63-88.
- Santos, MX; Andrade de, C; Oliveira, AC; Leite, DE; Carvalho, HW; Gama, EG; Pacheco, CA; Guimarães, PE; Parentoni, S. 2003. Comportamento de híbridos de milho selecionados e não selecionados para asi sob estresse de água no florescimento e no enchimento de grãos. *Rev Bra de Milho e Sorgo* 2(2):71-81.
- Schussler, RJ; Westgate, ME. 1991. Maize kernel set at low potential: I. Sensivity to reduced assimilates during early kernel growth. *Crop Science* 31:1189-1195.
- Welcker, C; Boussuge, B; Bencivenni, C; Ribaut, M; Tardieu, F. 2007. Are source and sink strengths genetically linked in maize plants subjected to water deficit? a QTL study of the responses of leaf growth and of Anthesis-Silking Interval to water deficit. *Journal of Experimental Botany* 58:339-349.
- Zinselmeier, C; Westgate, ME; Jones, RJ. 1995. Kernel set at low water potential does not vary with source sink/ratio in maize. *Crop Science* 35:158-164.
- Zuber, MS. 1942. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniform trial data. *Jornaul of the American Society of Agronomy* 34(1):30-47.

Comportamiento de variedades de naranja y pomelos en la Región Oriental del Paraguay

Carlos Roberto Wlosek Stañgret^{1, 2, 3*}

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Filial Santa Rosa Misiones. Paraguay.

² Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Nacional de Itapúa, sede Gral. Artigas. Paraguay.

³ Departamento de fruticultura, Trociuk & Cía., Fram Itapúa Paraguay.

*Autor para correspondencia: cwlosek@hotmail.com

Introducción

En la Región Oriental del Paraguay, el cultivo de los cítricos, especialmente naranja y pomelo ha experimentado un incremento muy importante en el área cultivada, con el objeto de abastecer de materia prima para las industrias de jugos concentrados y otros sub derivados, principalmente por tratarse de frutos con alta calidad interna, pero con limitaciones de tamaño y aspecto externo por la escasa aplicación de fertilizantes químicos, defensivos agrícolas y baja tecnificación en el manejo, producto de una citricultura minifundista. Otra parte de la producción de naranjas es destinada para el consumo *in natura* del mercado interno, que hasta la actualidad no llega a cubrir la demanda interna, sobre todo en épocas de mayor dificultad de producción (diciembre a abril). La naranja es una especie que se encuentra distribuida en gran parte en la Región Oriental del país (Armadians 2003), generalmente de pies francos pero que últimamente son reemplazados por árboles injertados sobre diferentes portainjertos (Wlosek 2013). Paraguay reúne las características edafoclimáticas apropiadas para la explotación de cítricos, teniendo en cuenta que en los últimos años la demanda de frutas cítricas ha aumentado considerablemente, motivo por el cual la elección correcta del tipo de portainjerto y la variedad deberían estar sujetas al destino de la cosecha. En el país, los portainjertos más utilizados son el limón “Rugoso”, la lima “Rangpur”, el limón “Volkameriano”, la mandarina “Cleopatra”, el citrange (“Troyer”, “C35”, “C84”, “Rubidox”), el citrumelo “Swingle” y otros de menor relevancia (Wlosek 2013).

Este trabajo tiene como objetivo presentar resultados de investigación concernientes a las variedades de naranjas y pomelos, así como del comportamiento de portainjertos utilizados para estas variedades en la región oriental de nuestro país.

Metodología

Estas investigaciones fueron realizadas en parcelas experimentales de la región sur del Paraguay en condiciones climáticas muy similares, a 27° LS, altitud entre 165 y 200 msnm, con suelos profundos. La región cuenta con una temperatura media de 21°C, siendo la mínima de -2°C y la máxima de 39°C, con un promedio anual de precipitaciones de 1.700 mm. En experimentos para naranjas, fueron evaluadas cinco variedades de maduración semi temprana a intermedia (“Hamlin”, “Mbujapey”, “Salustiana”, “San Miguel” y “Westin”) y ocho variedades de maduración tardía (“Folha Murcha”, “Natal”, “Pera IAC”, “Valencia Delta Seedless”, “Valencia Late Sambiasi”, “Valencia Midnight”, “Valencia Seedless” y “Valencia Rhode Red”), todas injertadas sobre el portainjerto limón “Rugoso” a una densidad de 286 árboles por ha (7x5 m). La parcela experimental, fue implantada en el año 2003 en el departamento de fruticultura de la empresa Trociuk & CIA., distrito de Fram Itapúa, en suelos de origen basáltico de color rojo correspondiente a los latosoles, con diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y las evaluaciones se realizaron en el periodo 2006 - 2015, utilizando dos árboles por cada repetición. En todos los

experimentos se evaluó el crecimiento de los árboles por medio de la superficie de la sección transversal del tronco ($SSTT = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$) a los 30 cm del suelo en dos direcciones, norte a sur y este a oeste durante el periodo de reposo de los árboles de cada año y se procedió a restar con la SSTT del año anterior para obtener el incremento de la superficie de la sección transversal del tronco (ISSTT) así como la fructificación donde se determinó producción promedio por árbol y por hectárea para posteriormente hallar el Coeficiente de Intensidad de Fructificación ($CIF = \text{Producción por árbol por dado periodo} / \text{Superficie de la sección transversal del tronco del último año de crecimiento}$). Los sólidos solubles fueron determinados con la ayuda de un refractómetro manual, determinándose en el jugo extraído de cada uno de los 10 frutos por repetición. Así también en este experimento se determinaron la masa promedio de cada fruto, el rendimiento en jugo natural, acidez, ratio y rendimiento en jugo concentrado. Los datos fueron analizados estadísticamente con la ayuda del análisis de varianza, utilizando el programa estadístico INFOSTAT-Statistical Software para Windows. La comparación de medias fue realizada por el Test de Tukey adoptándose un nivel de significancia del 5%.

En cuanto a portainjertos para naranjos, se realizó un experimento en la parcela experimental de cítricos de la Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Santa Rosa - Misiones de la UNA, donde se evaluaron árboles de tres, cuatro y cinco años de edad, del cultivar “Valencia Limeira” sobre cuatro portainjertos: Lima “Rangpur”, citrange “Troyer”, limón “Volkameriano” y citrumelo “Swingle”, implantados en suelos franco arenosos. Los materiales biológicos fueron proveídos del vivero de cítricos de la empresa Trociuk y CIA. El diseño estadístico de la parcela experimental fue el de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, una por cada bloque y tres árboles en cada repetición. Evaluándose los parámetros de crecimiento y fructificación ya citados en el experimento anterior.

En cuanto a variedades de pomelo, se

compararon dos variedades de pomelo (“Duncan” y pomelo “Paraná”) injertados sobre el portainjerto citrumelo “Swingle” en la parcela experimental de cítricos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Sede General Artigas – Itapúa de la UNI, en suelos franco arenosos, de 5 años de edad y dispuestos en bloques completos al azar. Los materiales biológicos fueron proveídos del vivero de cítricos de la empresa Trociuk y CIA. Tanto los parámetros de evaluación como el análisis estadístico fueron similares al presentado en el experimento de variedades para naranjas, además de evaluarse el número de órganos afectados por cancrrosis de los cítricos por árbol. Así también se realizó un experimento de portainjertos para pomelo, donde fue evaluado el pomelo “Paraná” injertado sobre tres portainjertos (citrumelo “Swingle”, mandarina “Cleopatra” y limón “Volkameriano”), materiales biológicos proveídos del vivero de cítricos de la empresa Trociuk y CIA, implantados en suelos rojos de origen basáltico, en el distrito de Fram Itapúa. En todas las parcelas se utilizó similar diseño experimental, densidad de plantación, parámetros de medición y análisis estadístico a la ya citada en la investigación de variedades de naranjas.

Resultados y discusión

En la investigación con variedades de naranjas tardías (Tabla 1), se observa que los árboles de la variedad “Valencia Delta” tuvieron el mayor incremento de crecimiento (ISSTT), difiriendo estadísticamente del cultivar “Pera IAC”, no observándose diferencias significativas entre y con los demás cultivares de la misma época de maduración. En cuanto a producción por árbol y rendimiento por ha al compararse las variedades de maduración tardía, el cultivar “Valencia Late Sambiasi” registró los índices más altos, sin diferir estadísticamente de “Valencia Rhode Red”, pero superior a los demás cultivares. La producción más baja se obtuvo en el cultivar “Valencia Midknight”. En cuanto al CIF, el valor más alto se obtuvo en los árboles del cultivar “Valencia Late Sambiasi”, seguidos de los cultivares “Natal”, “Pera IAC”, “Valencia Rhode Red” y “Folha Murcha”; el CIF más bajo

se obtuvo en los árboles del cultivar “Valencia Midnight” y en menor proporción en los cultivares “Valencia Delta Seedless” y “Valencia Seedless”.

Al comparar la aptitud industrial, los árboles de las variedades tardías presentan frutos de mayor tamaño, mejor rendimiento en jugos natural y concentrado con relación a las variedades semi-tempranas. En las variedades tempranas el mayor rendimiento de jugo natural como jugo

concentrado fueron obtenidos en la variedad “Salustiana” y menor rendimiento de jugo natural (37%) y concentrado en la variedad “Mbujapey” (56 kg t⁻¹ de frutas). Entre las variedades de maduración tardía, “Valencia Late Sambiasi”, “Valencia Delta Seedless”, “Valencia Seedless” y “Valencia Midnight” se destacan por presentar mayor rendimiento en jugo natural (49 a 50%) y el menor rendimiento en la variedad “Natal” (45%), (Tabla 2). Con relación al rendimiento en jugo concentrado en las

Tabla 1. Promedios del Incremento de la Superficie de la Sección Transversal del Tronco (ISSTT), producción por árbol, rendimiento por ha y Coeficiente de Intensidad de Fructificación (CIF) de ocho cultivares de naranja de maduración tardía en el periodo de producción 2006-2015. Fram. Paraguay.

Cultivar	ISSTT (cm ²) (2006-2015)	Producc. árbol ⁻¹ (2006-2015) kg	Rendim. ha ⁻¹ (2006-2015) t	CIF (kg cm ⁻²) (2006-2015)
Folha Murcha	220,0 ab	341 bcd	97,4 abcd	1,50 abc
Natal	177,0 ab	335 bcde	94,6 abdc	1,85ab
Pera IAC	138,1 b	267 de	77,5 cd	1,82 ab
V. Late Sambiasi	235,5 ab	463 a	126,6 a	1,98 a
V. Seedless	195,9 ab	245 e	67,7 d	1,20 bcd
V. Delta Seedles	368,2 a	306cde	87,7 bcd	1,07 cd
V. Rhode Red	227,6 ab	414 ab	119,0 ab	1,77 abc
V. Midnight	211,0 ab	108 f	31,0 e	0,5 d

Tabla 2. Rendimiento en porcentaje de jugo natural y jugo concentrado a 66 °brix (kilogramos por tonelada de frutas) con relación a la variedad, promedio en frutos de árboles de 6 y 7 años de edad. (Wlosek Stañgret y Ferreira 2013)

Cultivar	Rendimiento promedio (%) jugo natural	Rendimiento promedio jugo concentrado (kg t ⁻¹ de frutas)
Salustiana	51	91
San Miguel	50	79
Hamlin	48	70
Westin	45	68
Mbujapey	37	56
Medias del Grupo	46	72
Valencia Delta Seedless	50	80
Valencia Late Sambiasi	50	83
Valencia Seedless	49	80
Valencia Midnight	49	79
Valencia Rhode Red	48	81
Folha Murcha	48	74
Natal	45	74
Medias del Grupo	49	79
Medio Gral.	48	76

variedades de maduración tardía, se destacaron “Valencia Late Sambiasi”, “Valencia Delta Seedless”, “Valencia Rhode Red” y “Valencia Seedless” (80 a 83 kg t⁻¹ de frutas) y el menor rendimiento en las variedades “Folha Murcha” y “Natal” (74 kg t⁻¹ de frutas).

Al compararse el efecto de cuatro portainjertos (lima “Rangpur”, citrange “Troyer”, citrumelo “Swingle” y limón “Volkameriano”) sobre el crecimiento, fructificación y la calidad de frutos del cultivar de naranja “Valencia Limeira” de cinco años de edad (Tabla 3), se pudo constatar que los frutos de los árboles injertados sobre el portainjerto citrange “Troyer” y citrumelo “Swingle” obtuvieron los mejores parámetros de calidad como menor grosor de cáscara y mayor contenido de sólidos solubles a pesar de que solo en este último parámetro se pudo demostrar con

diferencias estadísticas significativas, además de presentar buen tamaño de frutos como se dio para todos los árboles injertados sobre los diferentes portainjertos y una leve tendencia de menor incremento de crecimiento con relación a los portainjertos limón “Volkameriano” y lima “Rangpur” pero también sin diferencias estadísticas significativas. En cuanto a la producción por árbol, los más productivos fueron los injertados sobre el portainjerto lima “Rangpur” y en menor grado sobre el portainjerto citrange “Troyer” a pesar de que este no se diferenció de los demás portainjertos

En cuanto a las variedades de pomelo “Duncan” y “Paraná” de cuatro años de edad injertados sobre citrumelo “Swingle” (Tabla 4), no presentaron diferencias significativas en cuanto a crecimiento, pero el número de órganos atacados

Tabla 3. Promedios de los parámetros de crecimiento, fructificación y calidad de frutos de los árboles de 5 años de edad de del cultivar “Valencia Limeira” en relación al portainjerto. (Wlosek Stañgret et al. 2014).

Portainjertos	ISSTT (cm ²)	Producción por árbol (kg árbol ⁻¹)	Parámetros estudiados			
			CIF kg cm ⁻²	Masa por Fruto (gramos)	Grosor de cascara (mm)	Solidos Solubles (°brix)
Lima						
“Rangpur”	16,39 a	61,1 a	0,68 a	210 a	3,7 a	8,78 ab
Citrango						
“Troyer”	15,72 a	51,9 ab	0,71 a	196 a	2,9 a	9,54 a
Limón						
“Volkameriano”	17,24 a	44,8 b	0,66 a	201 a	3,7 a	8,33 b
Citrumelo						
“Swingle”	13,12 a	44,4 b	0,73a	191 a	3,1 a	9,72 a

Tabla 4. Crecimiento, afecciones de órganos por cancrrosis y fructificación con relación a los pomelos ‘Duncan’ y ‘Paraná’ de cuatro años de edad. (Wlosek Stañgret et al. 2015a).

Factores Estudiados	Unidad	“Duncan”	“Paraná”
		Promedio	
ISSTT (Crecimiento)	cm ²	8,0 a	8,6 a
Órganos afectados por cancrrosis / árbol	número	35 a	2 b
Producción / árbol	kg	20 b	34 a
Rendimiento / hectárea	kg	5720 b	9724 a

por cancrrosis fue muy superior en los árboles de la variedad “Duncan” en comparación a los árboles de la variedad “Paraná” que mostraron mínimas afecciones. Similares resultados para cancrrosis en Paraguay se citan por Wlosek Stañgret et al. (2012). En cuanto a fructificación, la variedad “Paraná” presentaron mayor rendimiento con relación a ‘Duncan’.

En cuanto a la concentración de sólidos solubles en los frutos de árboles de 4 años de edad, los pomelos “Duncan y “Paraná”(Tabla 5), los frutos del pomelo “Duncan” presentaron mayor contenido de sólidos solubles con relación al pomelo “pero ya en otro trabajo con árboles adultos (Tabla 6), los frutos del pomelo “Paraná” presentaron una tendencia superior de sólidos solubles con relación al pomelo “Duncan’ no obstante no se registraron diferencias estadísticas

significativas entre ambas variedades. En cuanto a diámetro de frutos el pomelo “Duncan” fue superior al pomelo “Paraná” (9,0 cm contra 8,5 cm); así también el pomelo “Duncan” fue superior en grosor de cascara y mayor número de semillas (59 contra 39 semillas). En cuanto a aptitudes industriales el mayor rendimiento en jugo natural se obtuvo en frutos del pomelo “Paraná”, así como menor acidez y mayor ratio con relación al pomelo “Duncan” (9,9 contra 7,7), ver Tabla 5.

En la investigación donde se evaluaron tres portainjertos (citrumelo “Swingle”, mandarina “Cleopatra” y limón “Volkameriano”) para el pomelo “Paraná” (Tabla 7), por un periodo de cinco años consecutivos en árboles adultos, el mayor incremento de crecimiento se obtuvo en los árboles sobre injertados sobre el limón

Tabla 5. Características de los frutos de los pomelos ‘Duncan’ y ‘Paraná’ de cuatro años de edad en suelos franco arenosos. (Wlosek Stañgret et al. 2015b).

Factores Estudiados	Unidad	‘Duncan’ ‘Paraná’	
		Promedio	
Masa	gramos	339 a	304 b
Diámetro	centímetros	9,0 a	8,5 b
Grosor de la cascara	milímetros	5,8 a	4,9 b
Cantidad de semillas	número	59 a	39b
Rendimiento en jugo natural	porcentaje	31 b	39 a
Sólidos Solubles	°brix	11,0 a	10,3 b
Acidez	porcentaje	1,45 a	1,14 b
Ratio		7,7 b	9,9 a

Tabla 6. Sólidos solubles (°brix) en el jugo de los frutos de diferentes cultivares y posición en los árboles. (Wlosek Stañgret et al. 2016).

	Interior de la copa del árbol	Exterior de la copa del árbol	Duncan	Paraná
Sólidos solubles	7,85 b	8,76 a	8,07 a	8,47 a

“Volkameriano” y el menor sobre citrumelo “Swingle”. Los árboles injertados sobre mandarina “Cleopatra” tuvieron similar crecimiento a los injertados sobre el limón “Volkameriano” y significativamente mayor incremento a los injertados sobre el citrumelo “Swingle”. Al comparar la fructificación de los árboles del pomelo “Paraná”, los injertados sobre mandarina “Cleopatra” fueron superiores

con relación a los injertados sobre citrumelo “Swingle y limón “Volkameriano”, siendo los árboles injertados sobre el portainjerto citrumelo “Swingle” los de menor producción. Al comparar el coeficiente de intensidad de fructificación (CIF), se encontró que fue significativamente superior en los árboles injertados sobre mandarina “Cleopatra”.

Tabla 7. Influencia de los portainjertos sobre la acumulación de producción por árbol, rendimiento por hectárea y coeficiente de intensidad de fructificación del pomelo “Paraná” en el periodo (2012 al 2016) en el sur de Paraguay. Wlosek Stañgret et al. (2016).

Acumulación	CIF (kg cm ⁻²) 2012-2016	Producción kg árbol ⁻¹ 2012-16	Rendimiento kg ha ⁻¹ 2012-16
Citrumelo Swingle	3, 10 b	498 c	207.168 c
Limón Volkameriano	3, 15 b	558 b	232.128 b
Mandarina Cleopatra	3, 75 a	607 a	252.512 a

Conclusiones

Los cultivares de naranjas de maduración tardía “Valencia Late Sambiasi” y “Valencia Rhode Red” sobresalieron en cuanto a producción y CIF, no obstante los cultivares “Valencia Midnight” y “Valencia Seedless” presentaron el menor CIF y baja productividad de frutos durante todo el periodo de investigación, por lo que a pesar de su alta calidad de frutos no son cultivares recomendados para la región sobre todo si se los injerta sobre portainjertos vigorosos como el limón “Rugoso”. Para la variedad “Pera IAC”, se recomienda incrementar la densidad de plantación por su alto CIF y bajo incremento de crecimiento de sus árboles. En cuanto a las variedades de naranjas de maduración semi tempranas a intermedias, la variedad “Salustiana” se destaca por su mayor rendimiento en jugo natural y concentrado, por otra parte, muy bajo rendimiento en jugos presento la variedad “Mbujapey” que podría deberse a su poco mejoramiento genético. Al evaluar los portainjertos para el cultivar

“Valencia Limeira”, los árboles injertados sobre el portainjerto lima “Rangpur” presentaron la mejor fructificación; los árboles injertados sobre el portainjerto citrange “Troyer” y citrumelo “Swingle” presentaron frutos con los mejores parámetros de calidad, por lo que no podemos descartar a ningún portainjerto ya que todos presentan características favorables para su utilización en determinadas condiciones y para objetivos definidos. Entre las variedades de pomelo, “Paraná” presentó árboles de alta producción así como buen rendimiento industrial de los frutos, por lo que puede considerarse como una variedad prometedora, además de su mayor resistencia a la cancrrosis de los cítricos. En cuanto a portainjertos para el pomelo “Paraná”, se destacan la mandarina “Cleopatra” y limón “Volkameriano”. Es importante continuar con estos trabajos de investigación para esclarecer aún más el comportamiento de las variedades y los portainjertos, en lo posible con periodos prolongados y en las diferentes condiciones de producción con que cuenta el país.

Referencias bibliográficas

- Armadans, A. 2003. Cultivo de cítricos. San Lorenzo, Paraguay, FCA/UNA. 71 p.
- Wlosek Stañgret, CR; Canteros, BI. 2012. Behaviour of “Parana” grapefruit in the southeastern region of Paraguay. *In* International Citrus Congress (12, 2012, Valencia, Spain). ISHS, Valencia, Spain.
- Wlosek Stañgret, CR. 2013. Principales variedades de naranjas en el Paraguay. Encarnación. Paraguay. Centro Gráfico. 60 p.
- Wlosek Stañgret, CR; Ferreira JC. 2013. Aptitud industrial en 12 variedades de naranja dulce, *In* Congreso Argentino de Citricultura. (7, 2013, Iguazú Misiones, Argentina). FALTA MODALIDAD. Iguazú Misiones, Argentina, INTA.
- Wlosek Stañgret, CR; Pérez Rodríguez, E; Alviso Lesme, BG; Ramos Martínez, CA; Montiel Mencia, W. 2014. Evaluación de portainjertos sobre el crecimiento, fructificación y calidad de frutos de naranjo (*Citrus sinensis* Osbeck) cultivar “Valencia Limeira” (póster). *In* Congreso Nacional de Ciencias Agrarias (3, 2014, San Lorenzo, Paraguay). San Lorenzo, Paraguay, FCA.
- Wlosek Stañgret, CR; Acuña, P; Cabral, N; Quintana, G. 2015a. Aptitud industrial de dos cultivares de pomelo blanco. *In* Congreso Argentino de Citricultura. (8, 2015, Bella Vista Corrientes, Argentina). Corrientes, Argentina, INTA.
- Wlosek Stañgret CR; Acuña, P; Cabral, N; Quintana, G. 2015b. Crecimiento y fructificación de dos cultivares de pomelo blanco en el sur de Paraguay. *In* Congreso Argentino de Citricultura. (8, 2015, Bella Vista Corrientes, Argentina). Corrientes, Argentina, INTA.
- Wlosek Stañgret, CR; Canteros, BI; Venialgo CD; Prikhodiuk. 2016. Difference of soluble solids in “Duncan” and “Paraná” grapefruit due to fruit section and tree position sampling. *In* International Citrus Congress. (13, 2016, Foz do Iguacu, Brazil). Foz do Iguacu, Brazil, ICC.
- Wlosek Stañgret, CR; Canteros, BI; Venialgo, CD. 2016. “Paraná” grapefruit on three rootstocks in Paraguay. *In* International Citrus Congress. (13, 2016, Foz do Iguacu, Brazil). Foz do Iguacu, Brazil, ICC.

Vernalización de mudas de frutilla

Victoria Rossmary Santacruz Oviedo^{1*} y Ernesto García¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: vrossmary@outlook.com

Introducción

En el Paraguay se cultivan aproximadamente 210 hectáreas de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch), con una producción de 2.000 toneladas y rendimiento promedio de 9.500 kg ha⁻¹ (MAG 2015), destacándose como principales productores los municipios de Areguá, Itauguá, J.A. Saldivar e Ypacaraí, situados en el Departamento Central. Generalmente se cultiva a nivel de pequeño y mediano productor, y permite a los mismos la obtención de ingresos económicos en el periodo de invierno.

La multiplicación de mudas de frutilla es realizada de la producción de estolones a partir de una planta madre o matriz. Las principales variedades cultivadas en el país son Dover y Sweet Charlie, las cuales fueron introducidas al país en el año 1997 (Ishijima y Okawara 2002).

La muda es uno de los principales insumos del sistema de producción de frutilla y está directamente relacionada con la productividad y calidad del fruto (Oliveira y Scivittaro 2008).

De acuerdo a Sønsteby y Heide (2006) existe una interacción compleja entre la longitud del día, la temperatura de crecimiento y la temperatura de enfriamiento en la regulación del crecimiento y en el potencial de crecimiento de la frutilla. Temperatura y fotoperiodo son los dos elementos considerados más importantes que controlan la transición del crecimiento vegetativo a la floración (Durner y Poling 1988, Verheul et al. 2007). De acuerdo a Baldini (1997) la vernalización de las mudas consiste en proveer a las plantas artificialmente condiciones de temperatura para que ocurra la diferenciación

de las yemas en botones florales, en época en que tales condiciones no ocurren naturalmente (Azcón-Bieto y Talón 2008) para mejorar la floración y aumentar la producción.

Este trabajo tuvo como objetivo realizar una revisión sobre la vernalización de mudas y su influencia en características productivas de frutilla.

Vernalización

Es un requerimiento de frío que poseen muchas plantas, las cuales no florecen si carecen de él. Es un fenómeno que ocurre en forma natural en latitudes altas (60° a 90° norte y sur) donde hay un periodo frío en invierno. Paraguay se encuentra en latitudes comprendidas entre 19°18' y 27°36' Sur (DINAC 2017). Considerando las altas latitudes, la existencia de la vernalización se encuentra en las plantas de días largos con mayor frecuencia que en las de días cortos (Bidwell 1998). Según Kumar (2004) la vernalización por sí sola no induce a la floración sino que se limita a preparar a la planta para la misma, (Devlin 1982) esto contrasta con los efectos del fotoperiodo, el cual no solo prepara a la planta, sino que también interviene directamente en su iniciación.

Las plantas de día corto, día neutro y de día largo pueden requerir vernalización (natural o artificial) Kumar (2004). El cultivo de frutilla requiere entre 100 y 400 horas frío por debajo de 7°C (Lavin y Moureira 2000, Maroto y López 1988, Ronque 1998). La temperatura más efectiva encontrada es de 4°C (Kumar 2004).

La vernalización de las mudas entre 24 y 28 días optimiza la producción y el número de frutos

por planta (Oliveira y Scivittaro 2009). Benia (2004) menciona que con el tratamiento con frío de mudas de frutilla, se ha obtenido mayor precocidad, número de flores por inflorescencias y rendimiento. Algunos autores encontraron que mudas vernalizadas fueron más precoces para producción de flores y frutos, que mudas no vernalizadas (Costa et al. 2014, Oliveira y Scivittaro 2009, Verdial et al. 2007).

Oliveira y Scivittaro (2009), evaluaron la producción de frutos de frutilla del cultivar Camarosa en función de diferentes periodos de vernalización (0, 7, 14, 21, 28 días a 5°C) de las mudas en la región de Pelotas-RS Brasil, y compararon con mudas provenientes de Chile. Los mismos relatan que las mudas vernalizadas proporcionaron mayor producción y número de frutos, que las producidas en ausencia de vernalización. La vernalización de las mudas por cerca de 24 días optimizó la producción y el número de frutos por planta. El tratamiento con mejor desempeño fue la vernalización por 21 días con un rendimiento de 1.070 g planta⁻¹ y 58 frutos planta⁻¹, seguido por las mudas provenientes de Chile con 1.038 g planta⁻¹ y 55 frutos planta⁻¹; mudas con 28 días de vernalización con 995 g planta⁻¹ y 54 frutos planta⁻¹; mudas con 14 días de vernalización con 857 g planta⁻¹ y 50 frutos planta⁻¹; mudas con 7 días de vernalización con 803 g planta⁻¹ y 43 frutos planta⁻¹; y para mudas sin vernalización 492 g planta⁻¹ y 34 frutos planta⁻¹.

En trabajos realizados por Rariden y Shaw (1994) incluyendo 16 genotipos adaptado a cuatro regiones geográficas diferentes en USA, encontraron que los genotipos de todas las regiones tenían plantas significativamente más grandes y eran más productivos cuando se trataron con tres semanas de vernalización artificial.

Experimento de vernalización en Caacupé, Cordillera, Paraguay

La investigación se llevó a cabo entre los meses de abril y octubre del 2015, en el local del Programa de Investigación de Cultivos Olerícolas (PICO)

del Centro de Investigación “Hernando Bertoni” (CIHB) de Caacupé, dependiente del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA) Se evaluaron nueve variedades (Camino Real, Festival, Florida Eliane; Sweet Charlie, Dover, IAC Guaraní y Corea) y cinco líneas de la colección de germoplasma del CIHB. Las mudas fueron producidas en macetas de 12 cm de altura y 10 cm de diámetro, rellenas con un sustrato constituido por arena gorda y abono orgánico, relación 1:1, sobre mesadas, a una altura del suelo de 1,0 m y en ambiente protegido. Los genotipos que recibieron la vernalización fueron introducidos en una cámara a temperatura constante de 5°C, con fotoperiodo de 8 h de luz y 16 h de oscuridad, simulando el día y la noche, respectivamente, desde el 31 de marzo al 24 abril del 2015, totalizando 24 días y 576 horas de frío conforme a las recomendaciones de Maroto y López (1988) y Lavin y Moureira (2000), quienes sostienen que las variedades de frutilla cultivadas necesitan un determinado número de horas-frío (por debajo de 7°C) para formar un número adecuado de hojas y obtener una buena producción; Oliveira y Scivittaro (2009) mencionan que la vernalización entre 24 y 28 días optimiza la producción y el número de frutos por planta. Posteriormente fueron evaluadas a campo.

En las condiciones del experimento, la vernalización afecta la altura, el diámetro, el número de hojas, el inicio de floración, fructificación. La masa media y descarte de frutos no es afectada por la vernalización; sin embargo la masa total y comercial de frutos, la masa de frutos pequeños, medianos y grandes aumenta en función a la vernalización, así como también el número de frutos pequeños, medianos y grandes.

Referencias bibliográficas

- Azcón-Bieto, J; Talón, M. 2008. Fundamentos de la fisiología vegetal. Barcelona, ES. Mc Graw Hill Interamericana. 651 p.
- DINAC (Dirección de Meteorología e Hidrología). 2017. Red de estaciones de la Dirección de Meteorología e Hidrología.

- Disponible en: <http://www.meteorologia.gov.py/adm/uploads/ESTACIONES.pdf>. Consultado en 04/04/2017.
- Baldini, E. 1997. Vernalização de duas cultivares de morango, produção e análise econômico. Dissertação (Mestrado em fitotecnia). São Paulo. Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. BR. 547 p.
- Benia, A. 2004. Efecto de cuatro tratamientos de vernalización en plantas de frutilla *Fragaria sp.* en invernadero. (en línea). La Paz, BO. Consultado 15 mayo 2015. Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CIDAB.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=011360>.
- Bidwell, R. 1998. Fisiología Vegetal. Trad. GG Cano. México D.F, MEX. A.G.T Impresiones y Editores. 784 p.
- Costa, RCD; Calvete, EO; Mendonça, HFC; De Costa, LA. 2014. Phenology and leaf accumulation in vernalized and non-vernalized strawberry seedlings in neutral-days. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 36(1): 57-62.
- Devlin, M. 1982. Fisiología vegetal. Barcelona. ES. Omega. 517 p.
- Durner, EF; Poling, EB; 1988. Strawberry developmental responses to photoperiod and temperature: a review. *Adv. Strawberry Prod.* 7: 6-15
- Kumar SR. 2004 *Modern plant physiology*. CRC Press. 620 p.
- Ishijima, T; Okawara, Y. 2002. Manual de técnicas de cultivos de hortalizas de fruta (tomate, melón y frutilla). Caacupé, PY, MAG, JICA. 240 p.
- Lavin, A; Moureira, M. 2000. La frutilla chilena de fruto blanco. Ministerio de Agricultura Caquenes, CL. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 39 (1) 34 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2015. Frutilla. Superficie, producción y rendimiento por departamento (en línea). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias. Consultado 18 mayo 2015. Disponible en <http://www.mag.gov.py/Censo/temporales/FRUTILLA.pdf>.
- Maroto, J; López, S. 1988. Producción de fresas y fresones. Mundi-Prensa. Madrid, ES. 119 p.
- Rariden, JM; Shaw DV. 1994. Performance of North American strawberry cultivars under conditions mimicking California production systems. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119(5):1034-1038.
- Sønsteby, A; Heide, OM. 2006- Dormancy relations and flowering of the strawberry cultivars Korona and Elsanta as influenced by photoperiod and temperature, *Scientia Horticulturae* 110:57-67
- Oliveira, P; Scivittaro, B; Ferreira, L. 2007. Vernalização de mudas de morangueiro em câmara fria. Rio Grande do Sul, BR. 4 p.
- Oliveira, P; Scivittaro, B. 2009. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 27(1): 91- 95.
- Verdial, MF; Tessarioli Neto, J; Minami, K; Scarpare Filho, JA; Christoffoleti, PJ; Scapare, FV; Barela, JF; Aguila, JS; Kluge, RA. 2007. Vernalização em cinco cultivares de morangueiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, 37(4): 976-981.
- Verheul, MJ; Sønsteby, A; Grimstad, SO. 2007. Influence of day and night temperatures on flowering of *Fragaria x ananassa* Duch. cvs. Korona and Elsanta. *Sci. Hortic.* 11: 200-206

Manejo e produção do pasto em sistemas silvipastoris

Steben Crestani^{1*} y Sila Carneiro Da Silva²

¹ Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, SC, Brasil

² Universidade de São Paulo ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brasil

*Autor para correspondência: steben.crestani@uffs.edu.br

Introdução

A possibilidade de combinação de espécies nos sistemas lavoura-pecuária-floresta (agrissilvipastoril - ILPF) e silvipastoril (SSP) apresenta um campo vasto de estudos para a pesquisa e de oportunidades de cultivo para os produtores. Em comparação aos monocultivos, a implantação e cultivo de sistemas integrados são, na maioria das vezes, mais complexos, sendo necessário o domínio das técnicas de produção de mais de uma espécie de interesse, além de ser necessário conhecer também os efeitos que cada espécie impõe sobre o desenvolvimento da outra. Dessa forma, há necessidade do aprimoramento das técnicas de cultivo consorciado entre espécies para que, além de vantajosos ambientalmente, os sistemas integrados também sejam vantajosos economicamente, fator determinante para a adoção da técnica pelos produtores rurais (Dias-Filho e Ferreira 2007).

Até o final da década de 1990 a maioria dos estudos realizados com plantas forrageiras tropicais tinha como principal objetivo a obtenção de resultados finais de produção (produção de matéria seca, taxa de acúmulo de forragem, composição morfológica, química da forragem produzida e desempenho animal etc.) sem a preocupação em serem conhecidos os processos intermediários envolvidos no crescimento do pasto (variáveis morfogênicas, variáveis estruturais etc.) e suas implicações na produção e na produtividade animal em pastagens (Da Silva e Nascimento Jr. 2007). Esse modelo pragmático e simplista de geração de conhecimento culminou na baixa eficiência de utilização das pastagens e na oferta de um ambiente pastoril repleto de restrições à colheita da forragem produzida (Carvalho

2005). Atualmente, com os estudos focados no entendimento dos processos envolvidos com o crescimento da planta forrageira, foi possível a determinação de metas de manejo que favorecem o ajuste das estratégias de manejo do pastejo existentes, contribuindo para aumento significativo da produção e produtividade animal (Da Silva e Carvalho 2005).

Até o momento, a maioria dos estudos com plantas forrageiras em sistemas sombreados tiveram como objetivo obter dados produtivos das forrageiras em resposta ao sombreamento. No entanto, há necessidade do desenvolvimento de técnicas de manejo do pastejo que propiciem a persistência, produção e utilização desses pastos nos sistemas integrados. Desse modo, apesar das diferenças microclimáticas impostas pelo dossel arbóreo, os conhecimentos gerados nas últimas décadas em pastos em monocultivo podem acelerar o processo de determinação de metas de manejo do pasto em sistemas integrados de produção.

Sistemas integrados de produção animal – aspectos gerais

A produção pecuária é dependente dos processos de crescimento, utilização e conversão da forragem produzida em produto animal (Hodgson 1990). Esses pressupostos são os mesmos para a pecuária conduzida em um sistema de ILPF e, em função das alterações que o sistema impõe sobre ambiente pastoril, é possível que sejam obtidas vantagens ou desvantagens na produção final. Para o pasto, as principais alterações provocadas pela inclusão do componente arbóreo estão relacionadas com as modificações na qualidade e quantidade da

luz disponível (Varella et al. 2011), deposição de liteira florestal (Freitas et al. 2013) e interação entre diminuição da evapotranspiração pelas espécies forrageiras e aumento da competição por água do solo entre as espécies associadas (Dulormne et al. 2004). Dessa forma, o dossel arbóreo crescendo sobre o pasto pode beneficiar ou inviabilizar o desenvolvimento da espécie forrageira sombreada.

Estudos com gradientes de sombreamento em casa de vegetação tem demonstrado que, para a maioria das plantas forrageiras cultivadas, há pouca alteração na produção quando o sombreamento não excede 50% (Barro et al. 2012, Andrade et al. 2004). Contudo, estudos desenvolvidos em sistemas intensivos de produção têm demonstrado que pequenas alterações no ambiente luminoso diminuem a produção forrageira e alteram as características estruturais do pasto (Gueverra-Escobar et al. 2012, Mascheroni 2015, Peri et al. 2005). Resultados positivos de produção de forragem e desempenho animal em pastos sombreados em comparação com sistemas tradicionais (monocultivo da espécie forrageira em pleno sol) são mais prováveis de serem obtidos em sistemas com baixa densidade de árvores, em áreas com restrições para a operação e utilização de máquinas e equipamentos agrícolas, em áreas agroecológicas ou, ainda, onde não se objetiva intensificação da produção por meio de adubação. Nessas áreas as vantagens das espécies arbóreas são maximizadas, principalmente quando a deposição de nutrientes e a manutenção da fertilidade do solo superam o efeito negativo do sombreamento sobre a produção de forragem. Paciullo et al. (2011) compararam a produção de *Brachiaria decumbens* e o desempenho de novilhas leiteiras em SSP relativamente a pasto em monocultivo em pleno sol. A análise, correção e adubação da área foram realizadas na implantação do sistema. Sete anos após o sistema ter sido implantado foram iniciadas as avaliações de produção de forragem e de desempenho animal. Nesse momento o sistema com a presença de árvores apresentava 71% de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em relação ao sistema tradicional. Na média

geral, o sistema silvipastoril apresentou valores superiores em 13 e 11% para o ganho de peso por animal e por unidade de área em relação ao sistema tradicional, respectivamente. O ganho por unidade de área no sistema sombreado foi 355 kg ha⁻¹ ano⁻¹, resultado considerado discreto em relação ao potencial que as plantas forrageiras utilizadas possuem e que o clima tropical propicia (Crestani et al. 2013, Difante et al. 2010). Contudo, o resultado foi bastante superior aos valores obtidos para a média da produção brasileira, indicando o potencial de uso de sistemas integrados para obtenção de avanços e melhoria nos índices produtivos da pecuária em sistemas que não se objetiva a aplicação contínua e intensiva de recursos externos.

Além da alteração de quantidade de luz disponível para as plantas no sub-bosque, a absorção seletiva de comprimentos de onda correspondentes à RFA e o aumento da proporção de luz nos comprimentos de onda mais longos, provocado pela fluorescência de pigmentos demasiadamente excitados (Taiz e Zeiger 2004), fazem com que folhas e plantas situadas nos estratos inferiores do dossel arbóreo se desenvolvam em um ambiente luminoso alterado também em termos de qualidade de luz. Essas modificações induzem as plantas sombreadas a alterarem sua morfofisiologia com a finalidade de completarem seu ciclo de desenvolvimento em um ambiente menos favorável energeticamente (Ballaré 1999). Dentre as principais alterações pode-se destacar: aumento da relação parte aérea/raiz; alongamento do colmo (estiolamento); redução do perfilhamento; aumento da área foliar específica, alterações na relação folha/colmo e na inclinação das folhas (Paciullo et al. 2008, Peri et al. 2006).

As respostas adaptativas das plantas em relação à sombra podem ser baseadas em dois tipos básicos de mecanismos: tolerância ou escape (Gommers et al. 2013, Ruberti et al. 2012, Schmitt et al. 2003). Os mecanismos de escape estão associados principalmente à mudança na conformação do componente vegetal, planta inteira ou população de plantas, com o objetivo de alcançar áreas ou estratos de maior



disponibilidade de luz. Os mais evidentes são o alongamento de colmos e de pecíolos e a redução do perfilhamento/ramificação. Já os principais mecanismos de tolerância estão associados com alterações fisiológicas que elevam a eficiência fotossintética e diminuem as perdas respiratórias da planta. Os principais são o aumento da área foliar específica, redução da relação clorofila a/b, aumento da relação fotossistema II/I e aumento da defesa física das plantas (Gommers et al. 2013).

Os mecanismos de escape produzem padrões bem definidos e característicos de resposta em pastos monoespecíficos em crescimento livre, situação em que o sombreamento resulta em alongamento de colmos e diminuição do perfilhamento (Paiva 2013, Pereira 2013). Com o avanço do período de rebrotação e diminuição da disponibilidade de luz no estrado inferior do dossel forrageiro, ocorre aceleração do processo de senescência foliar e aumento da mortalidade de perfilhos basilares jovens (Paiva 2013). A principal diferença observada durante a rebrotação de pastos em sistemas sombreados por espécies arbóreas e aqueles em monocultivo na ausência de árvores é que, nestes últimos, após cada pastejo e consequente remoção da área foliar, o ambiente luminoso na base das plantas é reestabelecido em termos de quantidade e qualidade de luz, favorecendo o perfilhamento e a restauração da área foliar sem a necessidade de alongamento significativo de colmos. Já em sistemas sombreados por árvores, a luz incidente sobre o pasto é modificada qualitativamente pelo dossel arbóreo antes de chegar ao pasto no sub-bosque, comprometendo o perfilhamento e provocando o alongamento de colmos durante todo o processo de rebrotação (Crestani 2015). Desse modo, é provável que plantas que investem menos em mecanismos de escape e mais em mecanismos de tolerância ao sombreamento tenham maior capacidade de persistência e potencial produtivo em sistemas integrados.

Apesar de conhecidas as implicações do sombreamento sobre a produção e composição morfológica e química de plantas forrageiras (Castro et al. 1999, Lin et al. 1999), é limitado

o conhecimento sobre padrões de crescimento e possíveis práticas de manejo que propiciem aumento da produção animal sem comprometer a produtividade, persistência e longevidade da planta forrageira no sistema. Até o momento, a maioria dos estudos com plantas forrageiras envolvendo respostas à luz se preocupou basicamente com a determinação da capacidade produtiva e avaliação das variações fisiológicas e morfológicas que ocorrem em função de gradientes de luminosidade.

Em experimento recente, realizado com o objetivo de avaliar o uso da meta de 95% de interceptação luminosa para manejo rotativo de pastos de capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv BRS Piatã) em um sistema de ILPF, Crestani (2015) descreveu as respostas morfogênicas, o padrão de perfilhamento e o padrão de ocupação horizontal das touceiras em função de três regimes de luz: capim-piatã cultivado em área livre de árvores; em sombreamento intermediário (181 árvores ha⁻¹); e (3) sombreamento intenso (718 árvores ha⁻¹). De forma geral, observou-se que o capim-piatã modificou seu padrão de crescimento em função do nível de irradiância disponível. Conforme houve diminuição da disponibilidade de RFA aumentou a área específica de colmos e de folhas e taxa de alongamento de colmos, resultando em estruturas morfológicas (folhas e colmos) mais longas e delgadas. Essa modificação de posicionamento das folhas ao longo do perfil vertical dos pastos resultou em uma maior proporção de área foliar removida para a mesma meta de severidade de pastejo planejada, correspondente a 50% da altura de entrada dos animais nos pastos. O fato, associado à menor presença de carboidratos solúveis em plantas submetidas a sombreamento, sugere que pastos sombreados necessitem ser manejados com uma severidade de pastejo menor que a meta de 50% da altura de entrada utilizada (maiores alturas de resíduo), normalmente preconizada para o manejo de pastos cultivados em pleno sol.

Também houve modificações no padrão de crescimento no plano horizontal das plantas caracterizadas por diminuição da densidade populacional de perfilhos, diminuição do

perímetro e aumento do espaçamento entre touceiras (maior proporção de espaços vazios) na área com o aumento do nível de sombreamento, contribuindo ainda mais para a abertura do dossel forrageiro. O fato evidencia que com o sombreamento os pastos possuem uma menor massa de forragem distribuída em uma maior altura, resultando em forragem de menor densidade volumétrica (Mascheroni 2015) e com componentes morfológicos mais delgados, modificações essas com impacto potencial sobre o valor nutritivo, comportamento ingestivo e consumo de forragem dos animais em pastejo.

Considerações finais

Até o momento, os resultados sendo gerados sobre o crescimento e produção de plantas forrageiras em sistemas integrados com árvores são importantes basicamente para uma mesma região e em um mesmo sistema, sendo pouco auxiliares na compreensão dos processos ocorridos, na comparação de sistemas com arranjos diferentes do componente arbóreo e para a identificação e determinação de estratégias de manejo adequadas. É necessária a definição de metas de manejo do pastejo, tomando-se por base a interceptação luminosa da combinação árvores + pasto. Isso permitirá a geração de um banco robusto de dados que poderá ser utilizado para alavancar o progresso da pecuária nesse tipo de sistema, permitindo a compreensão das relações de causa-efeito associadas com as respostas das plantas forrageiras nesse tipo de ambiente.

Referências bibliográficas

- Andrade, CM; Valentim, JF; Caneiro, JC; VAZ, FA. 2004. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(3):263-270.
- Ballaré, CL. 1999. Keeping up with the neighbours: phytochrome sensing and other signalling mechanisms. *Trend in Plant Science* 4(3):1360-1385.
- Barro, RS; Varella, AC; Lemaire, G; Medeiros, RB; Saibro, JC; Nabinger, C; Bangel, FV; Carassai, IJ. 2012. Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm-season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41(7):1589-1597.
- Carvalho, PCF. 2005. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In Silveira Pedreira, CG; de Moura, JC; Carneiro da Silva, S; Pedroso de Faria, V. (org.). *Teoria e Prática da Produção Animal em Pastagens*. Piracicaba, FEALQ. p.7-32.
- Castro, CRT; Garcia, R; Carvalho, MM; Couto, L. 1999. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. *Revista Brasileira de Zootecnia* 28(5):919-927.
- Crestani, S; Ribeiro Filho, HMN; Miguel MF; Almeida EX; Santos FAP. 2013. Steers performance in dwarf elephant grass pastures alone or mixed with *Arachis pintoi*. *Tropical Animal Health and Production* 45:1369-1374.
- Crestani, 2015. Respostas morfogênicas e dinâmica da população de perfilhos e touceiras em *Brachiaria brizantha* cv Piatã submetida a regimes de sombra em área de integração lavoura-pecuária-floresta. Tese Doutorado, Piracicaba, Brasil, Universidade de São Paulo. 101 p.
- Da Silva, SC; Carvalho, PCF. 2005. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. In McGiloway, DA. (org.). *Grassland: a global resource*. The Netherlands, Wageningen Academic Publishers. p.81-95.
- Da Silva, SC; Nascimento Júnior, D. 2007. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36:121-138.
- Dias-Filho, MB; Ferreira, JN. 2007. Barreiras para a adoção de sistemas silvipastoris. In Evangelista, AR. *Simpósio De Forragicultura e Pastagens* (6, 2007, Lavras, Brasil). NEFOR, UFLA, Lavras, Brasil. p. 347-365.
- Difante, GS; Euclides, VBP; Nascimento Junior, D.do; Da Silva, SC; Barbosa, RA; Torres



- Júnior, RAA. 2010. Desempenho e conversão alimentar de novilhos de corte em capim-tanzânia submetido a duas intensidades de pastejo sob lotação rotativa. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39:33-41.
- Dulormne, M; Sierra J; Bonhomme R; Cabidoche YM. 2004. Seasonal changes in tree-grass complementarity and competition for water in a subhumid tropical silvopastoral system. *European Journal of Agronomy* 21:311–322.
- Gommers, C.M.M; Visser, EJW; Voesenek, LACJ; Pierik, R.2013. Shade tolerance: when growing tall is not an option. *Trends in Plant Science* 18:65–71.
- Hodgson, J. 1990. *Grazing management: science into practice*. New York, United States, Longman Scientific and Technical. 203 p.
- Lin, CH; McGraw, RL; George, MF; Garrett, HE. 1999. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. *Agroforestry Systems* 44:109–119.
- Mascheroni JDC. 2015. Características estruturais do dossel forrageiro e acúmulo de forragem em capim-piatã submetido a regimes de sombra em área de integração lavoura-pecuária-floresta. Mestrado, Piricaba, Brasil, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 90 p.
- Paciullo, DSC; Campos, NR; Gomide, CAM; Castro, CRT; Tavela, RC; Rossiello, ROP. 2008. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43(7):917-923.
- Paciullo, DC; Castro, CRT; Gomide, CAM; Maurício, RM; Pires, MFA; Muller, MD; Xavier, DF. 2011. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. *Livestock Science* 141:166–172.
- Peri, PL; Moot, DJ; Mcneil, DL. 2005. Modelling photosynthetic efficiency (α) for the light-response curve of cocksfoot leaves grown under temperate field conditions. *European Journal of Agronomy* 22:277–292.
- Peri, PL; Moot, DJ; Mcneil, DL. 2006. Validation of a canopy photosynthesis model for cocksfoot pastures grown under different light regimes. *Agroforestry Systems* 67:259–272.
- Ruberti, I; Sessa, G; Ciolfi, A; Possenti, M; Carabelli, M; Morelli, G. 2012. Plant adaptation to dynamically changing environment: the shade avoidance response. *Biotechnol. Adv.* 30:1047–1058.
- Tais, L; Zeiger, E. 2004. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre, Artmed, 719 p.
- Varella, AC; Moot, DJ; Pollock, KM; Peri, PL; Lucas, RJ. 2011. Do light and alfalfa responses to cloth and slatted shade represent those measured under an agroforestry system? *Agroforestry Systems* 81:157–173.

Producción ganadera bajo sistema silvopastoril

Richard Fast^{1*} y Lilian Martens¹

¹ Cooperativa Agrícola Friesland Ltda., Itacurubí del Rosario, Paraguay.

*Autor para correspondencia: lilian@friesland.com.py

Introducción

Realizar actividades productivas es posible sin causar daños considerables al ambiente, es eso lo que buscamos de manera a poder prolongar la vida de nuestros recursos, como suelo, agua, etc.

Si bien el aumento en las tasas de crecimiento del consumo resulta ser positivo, esta situación trae consigo un aumento en la tasa de uso de los recursos naturales. Dicha situación supera la capacidad de adaptación del planeta causando como resultado un deterioro continuo del medio ambiente global.

Según las noticias difundidas sobre los análisis de demanda de carne. La carne paraguaya es muy requerida y existe una tendencia creciente sobre el mercado de la misma, teniendo en cuenta que tenemos como meta convertirnos en el 5to exportador mundial de carne debemos analizar estrategias y potenciar los sistemas de producción para lograr llegar a la meta con una alta calidad de producto final.

El sistema Silvopastoril constituye una alternativa muy interesante para el sector ganadero ya que permite una producción sustentable que integra, la ganadería y la producción forestal con el cuidado del medio ambiente.

Desarrollo

Sistema Silvopastoril: es una práctica que consiste en la combinación intencionada de árboles, pasturas y ganado en un mismo tiempo y lugar, haciendo más eficiente el uso de los recursos en un marco de sustentabilidad.

Árbol: provee sombra para los animales generando un microclima favorable para el crecimiento de las pasturas y el confort del animal.

En temperaturas extremas se atenúa entre 2 a 3°C pudiendo llegar la diferencia hasta 5°C. Disminuye la evapotranspiración del suelo pudiendo ahorrarse hasta 1,5 mm x día. Además de dar el agregado económico que representa la producción forestal que con un buen manejo de poda y raleo se puede conseguir un importante aporte de rentabilidad.

Según Castro et al. (2013), el uso de árboles en los sistemas ganaderos tiene múltiples funciones;

- ✓ Fuente de alimentación animal,
- ✓ recuperación de la fertilidad del suelo,
- ✓ regulador del balance hídrico,
- ✓ fijador de CO₂ entre otros;

Componentes del sistema silvopastoril

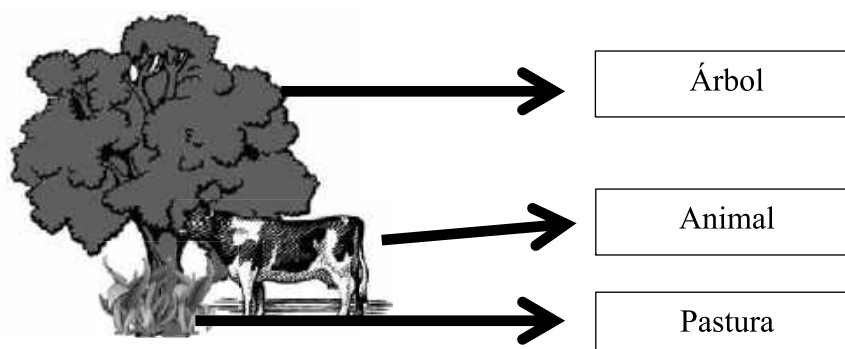


Tabla 1. Beneficios obtenidos en el sistema silvopastoril según Marzall (2013).

Pastura Convencional	Variables	Silvopastoril
32,2	T° de la superficie corporal (°C)	27,6
60,7	Frecuencia Respiratoria	51,2
433	Tiempo de Pastoreo (min)	459
104	Tiempo de rumiación (min)	129
193	Tiempo de Ocio (min)	142

Las condiciones climáticas en que viven los animales pueden limitar su desempeño productivo y reproductivo, incluso pueden ser un factor de riesgo para la presentación de enfermedades.

Pastura: su función principal es la fuente de alimento para los animales, producción de forraje lo cual garantizara la producción de carne o leche en el sistema. Pero además de esto el pasto da la cobertura al suelo aportando materia orgánica en su estructura y disminuyendo la erosión.

Aportes de las pasturas al sistema: Regula la temperatura del Suelo. Mejora y Mantiene la estabilidad de la estructura, Aumenta la infiltración y la capacidad del suelo de retener el agua, facilita el drenaje y reduce perdidas por evaporación. Balance positivo de Carbono (buena cobertura de suelo).

Factores a tener en cuenta: Hay que considerar algunos factores, ya que los arboles pueden

tener un efecto sobre las pasturas, es por ello que es importante considerar algunos aspectos básicos como: el sombreado donde se debe tener en cuenta la morfología y densidad de los arboles el manejo forestal (poda y raleo); otro factor a tener en cuenta es evitar el sobrepastoreo.

Animales: Representan uno de los más importantes componentes económicos del sistema. Además aportan materia orgánica a través de las heces lo cual resulta en una mayor eficiencia en el reciclaje de los nutrientes.

Los bovinos son animales homeotermos, tienen un rango de temperatura ambiente o zona confort en el cual pueden vivir, producir y reproducirse adecuadamente.

Además de lo mencionado se tiene experiencia en la disminución de moscas y gusaneras en los bovinos y un incremento en la producción de leche y carne.

Tabla 2. Efectos positivos de la sombra en sistemas de producción bovina según Navas (2010).

Efecto sobre	Comentarios
Consumo	Más tiempo dedicado a rumiar y pastorear – Mayor consumo de alimentos – Disminución de los requerimientos de agua
Producción	Incremento en la eficiencia en la conversión alimenticia – Mayor ganancia de peso y producción de leche
Reproducción	Pubertad más temprana – Regularidad del ciclo estral – Mayor lívido – Mejor Calidad de Semen – Tasa de concepción más alta – Menos aborto
Sobrevivencia	Mayor longevidad reproductiva útil – Mayor respuesta inmunológica a enfermedades - Reducción de la tasa de mortalidad en animales jóvenes - Mejor condición corporal y mayor producción de leche de las madres - Menos dificultades al parto y mayor peso al nacimiento

Para evitar que los animales dañen a los árboles se debe considerar el tiempo de permanencia en los potreros, el sobrepastoreo hace que los animales recurran al ramoneo. Además hay que destacar la importancia de la mineralización del animal ya que un déficit mineral induce al ramoneo.

Implantación del Sistema

Cuando el productor se decide a realizar el sistema silvopastoril, es importante definir los motivos que lo llevaron a realizar el sistema, si es con la intención de utilizar un área menos favorecida de la propiedad, si es para mitigar la erosión, otro motivo puede ser el cumplimiento ambiental, etc. Se debe definir el lugar, hay que tener en cuenta que el sistema permite optar por los suelos menos favorecidos como zonas con alta pendiente (donde normalmente no se puede realizar otra actividad), campos bajos, etc. Dependiendo de las condiciones se realiza la preparación del terreno, en caso de que se va implantar una nueva pastura se realiza la preparación total, mientras que si la pastura está implantada se realiza la preparación de las hileras.

Un factor importante es el nivel de sombreado no perjudique a la pastura, para ello se debe considerar la especie forestal a ser utilizada, la densidad de la plantación forestal y la orientación de la misma como así también la especie de pasto a implantar. Un buen distanciamiento entre hileras y una orientación de este a oeste para asegurar la entrada de la luz solar y garantizar el crecimiento de la pastura.

No descuidar el suelo realizar un análisis del mismo y aplicar los correctivos y fertilizantes para el buen desarrollo de la pastura y los árboles según el requerimiento.

Consideraciones Finales

El Sistema Silvopastoril permite:

- Optimizar la mano de obra familiar;
- Potencializar el área de la ganadería de corte y leche,
- Minimizar los efectos climáticos, heladas, vientos y temperaturas extremas;
- Generar renta a corto, mediano y largo plazo (diversidad);
- Cumplir con el proceso de adecuación ambiental de las propiedades;
- Producir alimentos (carne, leche, granos) de forma sustentable;
- Mejorar a conservación del suelo.

Referencias bibliográficas

- Castro, C; Paciullo, D; Müller, M. 2013. Arborização de pastagens na pecuária de leite: oportunidades y desafíos. *In* Simpósio Internacional sobre Arborização de Pastagens em Regiões Subtropicais. (1, 2013, Curitiba, Brasil). Curitiba, Brasil, Embrapa Florestas.
- Marzall, Katia. 2013. Plano de Agricultura de Baixa Emissao de Carbono. *In* Simpósio Internacional sobre Arborização de Pastagens em Regiões Subtropicais. (1,2013, Curitiba, Brasil). Curitiba, Brasil, Embrapa Florestas.
- Navas, A. 2010. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria* (19):113–122.

Suplementación invernal de vaquillas en etapa de recría con diferentes fuentes energéticas

Daniel Antonio Cardozo González^{1*}, Fulvia Alexandra Giraldo Santos¹, Gustavo Valdez Ojeda

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Caazapá, Paraguay.

* Autor para correspondencia: cardozodany222@gmail.com

Introducción

La suplementación invernal constituye una herramienta fundamental en la mejora de la eficiencia del proceso de recría y de todo el ciclo productivo, su aplicación es muy interesante para el primer invierno de vida de los terneros cuando normalmente se registran déficits en volumen y calidad de forraje.

En el Paraguay los recursos forrajeros importantes presentan como característica principal la producción estacional de forraje, siendo el crecimiento escaso a nulo durante el invierno. La suplementación invernal con alimentos concentrados conformados principalmente por granos de cereales es una alternativa para lograr ganancias de peso, mientras tanto la caña de azúcar se destaca por ser un potenciador para las raciones de estos alimentos.

Según Echeverría et al. (2014), la suplementación de la recría bovina aparece como una tecnología estratégica para lograr adecuadas ganancias de peso de esta categoría, lo cual tendrá efectos positivos posteriores en su desarrollo productivo y reproductivo, mejorando la productividad global del establecimiento.

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto de la suplementación invernal con diferentes fuentes energéticas sobre el desempeño productivo de las vaquillas en etapa de recría; y la descripción del ingreso neto que genera los diferentes suplementos energéticos utilizados.

Metodología

El experimento fue realizado en la Región Oriental de la República del Paraguay, en el Departamento de Guairá, Distrito de San Salvador, ubicado a 18 km al suroeste de la ciudad de Villarrica, capital departamental. El periodo experimental tuvo una duración de sesenta días (julio a septiembre de 2016).

El experimento fue establecido en un área con pastura del tipo natural, predominando especies nativas como el pasto jesuita (*Axonopus compressus*) y el pasto kavaju (*Paspalum notatum*), de producción forrajera anual de 1.000 kg ha⁻¹, presentando un marcado déficit durante el invierno. La superficie total utilizada para el estudio fue de 24 ha, divididas en bloques de 6 ha, donde cada unidad experimental dispuso de 1,5 ha. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos que consistieron en diferentes suplementaciones energéticas: T₁ = Pastura natural (PN) sin suplementación; T₂ = PN + 2,5 kg caña dulce picada; T₃ = PN + 2,5 kg caña dulce picada + 1,5 kg de maíz molido y T₄ = PN + 2,5 kg caña dulce picada + 1,5 kg de sorgo molido, con cuatro repeticiones. La población en estudio estuvo constituida por 32 vaquillas de la raza Brangus de color rojo en etapa de recría, con una edad promedio de 12 meses y peso vivo inicial promedio de 195,4 kg. Cada repetición estuvo constituida por dos vaquillas.

El periodo de acostumbramiento de los animales a las suplementaciones fue de 14 d. Las variables estudiadas fueron Ganancia Diaria de Peso (GDP) e Ingreso Neto (IN). La GDP de los animales fueron determinados teniendo en cuenta la diferencia entre el peso inicial y peso final de los

animales dividida por el periodo experimental (60 d). En cuanto a la variable IN, la misma fue determinada a través de un análisis económico parcial, multiplicando la ganancia de peso total de los animales durante el periodo de estudio por el precio de venta en peso vivo animal (PV), a cuyos valores fueron sustraídos el costo de la suplementación utilizada en cada tratamiento. Los resultados obtenidos sobre la GDP fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA), y a prueba de comparación de medias por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Los diferentes suplementos utilizados en el presente experimento como caña dulce, maíz y sorgo, así como la no suplementada, proporcionaron distintas ganancias diarias de peso en los animales arrojando diferencias significativas (Figura 1).

Entre las distintas suplementaciones energéticas a las que fueron sometidos los animales, se puede afirmar como mejor tratamiento el T₃,

con una ganancia diaria de peso de 668,75 g, seguido por el T₄ con 397,92 g d⁻¹ y por último el T₂ con 285,42 g d⁻¹. Mientras que en el T₁ (testigo) fue verificado pérdida en la ganancia diaria de peso en las vaquillas con -152,08 g. Se puede reconocer que durante el período del experimento (invierno) cualquier tipo de suplementación energética aumenta la ganancia de peso de los animales, evitando que estos sufran las consecuencias de la crisis forrajera y posterior pérdida de peso como fue el caso del testigo que no recibió suplementación.

Según Balbuena (2002), la suplementación es una de las tecnologías disponibles para aumentar la producción, se utiliza con los objetivos de aumentar la ganancia de peso de los animales. La caña de azúcar es un suplemento que suple perfectamente el déficit de los pastos tropicales en el invierno, ya que su producción de forraje se encuentra en el máximo en esta época, esta sustitución es muy importante desde el punto de vista cuantitativo. Esto proporciona cierta seguridad para contar con volumen durante el invierno y se la puede definir como un

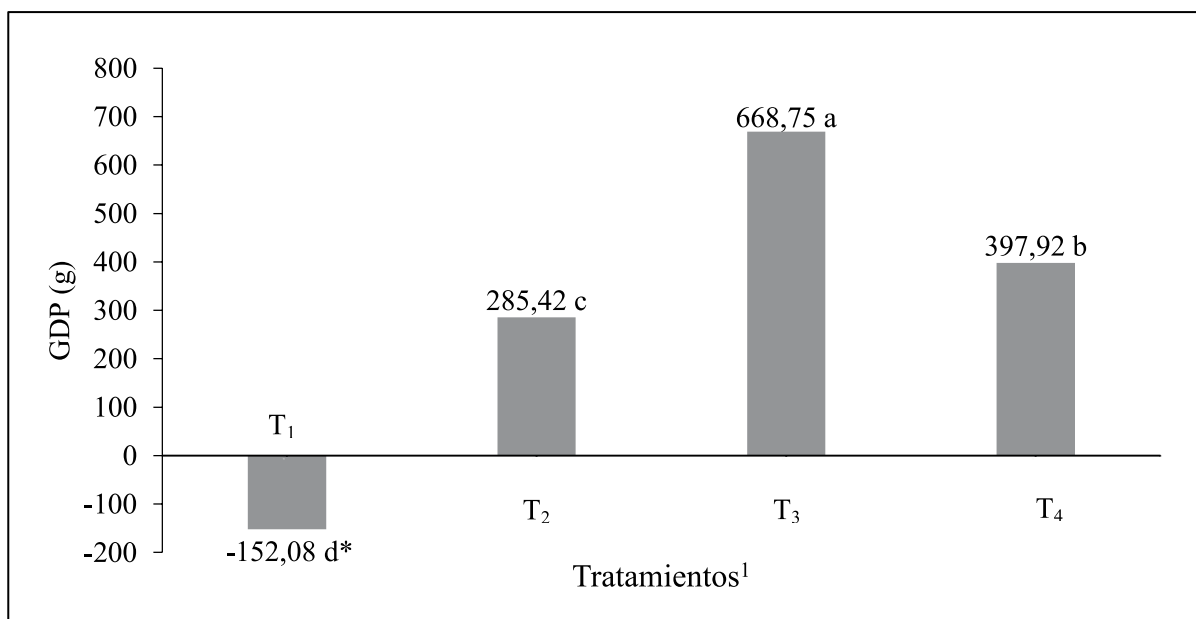


Figura 1. Efecto de diferentes suplementaciones energéticas sobre la Ganancia Diaria de Peso (GDP) en vaquillas en un período de 60 d. Establecimiento Ganadero, San Salvador, 2016. ¹Tratamientos: T₁= Pastura natural (PN) sin suplementación; T₂= PN + 2,5 kg caña dulce picada (CDP); T₃= PN + 2,5 kg caña dulce picada (CDP) + 1,5 kg de maíz molido (MM) y T₄= PN + 2,5 kg caña dulce picada (CDP) + 1,5 kg de sorgo molido (SM). *(^{a,b,c,d}) Medias con letras distintas en las columnas difieren entre sí por la prueba de Tukey (p<0,05).

potenciador de raciones ya que realizando una buena combinación se obtiene muy buenos resultados en la producción animal (Paiva 1999).

Por otra parte, en una investigación realizada por Escobar (2015), demostró además que la suplementación con sorgo forrajero con diferentes niveles en dietas de novillos en crecimiento sobre pastura natural aumenta la ganancia diaria de peso de los mismos.

Análisis de Ingreso Neto

En la Tabla 1 se observa el análisis de Ingreso Neto al que fueron sometidos los distintos tratamientos en estudio. Para ello se tuvo en cuenta el costo de las diferentes suplementaciones utilizadas y las

ganancias de peso en cada tratamiento durante el periodo experimental (60 d), sin tener en cuenta otros costos.

Realizando un análisis de los tratamientos que recibieron suplementación en relación al testigo (sin suplementación), se puede apreciar que el T₃ obtuvo el mayor Ingreso Neto, destacándose en el mismo tratamiento una mayor ganancia total de peso obtenido por las vaquillas suplementadas (40 kg promedio por animal). El T₂ y T₄ presentaron a su vez ganancias de peso positivas pero inferiores al T₃, arrojando valores de 17 y 24 kg promedio por animal, respectivamente. Los tres tratamientos de suplementación utilizados en el experimento durante 60 d (periodo invernal) obtuvieron ingresos netos favorables, mientras

Tabla 1. Análisis de Ingreso neto de las diferentes suplementaciones energéticas utilizadas en el presente experimento. Establecimiento Ganadero, San Salvador, 2016.

Variables	Tratamientos ¹			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Cantidad de animales por tratamiento	8	8	8	8
Peso vivo inicial promedio (kg)	196,1	196,8	195,1	193,6
Peso vivo final promedio (kg)	187,0	213,9	235,2	217,5
Aumento de peso promedio por animal (kg)	-9,1	17,1	40,1	23,9
Aumento de peso total por tratamiento (kg)	-73	137	321	191
Consumo total de la suplementación por animal (kg)	0	240	240	240
Costo total de la suplementación por tratamiento (Gs)	0	520.000	1.117.000	973.000
Costo total de la suplementación por animal (Gs)	0	65.000	139.625	121.625
Costo de la suplementación por kg de PV ganado (Gs)	0	3.796	3.480	5.094
Valor de venta por kg de PV (Gs)	8.000	8.000	8.000	8.000
Ingreso Bruto por tratamiento (Gs)	-584.000	1.096.000	2.568.000	1.528.000
Ingreso Neto por tratamiento (Gs)	-584.000	576.000	1.451.000	555.000
Ingreso Neto por animal (Gs)	-73.000	72.000	181.375	69.375
Relación beneficio/costo		1,11	1,30	0,57
Relación beneficio/costo (%)		111%	130%	57%

¹Tratamientos: T₁= Pastura natural (PN) sin suplementación; T₂= PN + 2,5 kg caña dulce picada (CDP); T₃= PN + 2,5 kg caña dulce picada (CDP) + 1,5 kg de maíz molido (MM) y T₄= PN + 2,5 kg caña dulce picada (CDP) + 1,5 kg de sorgo molido (SM).

que el testigo en ese mismo periodo presentó pérdidas de peso y por consiguiente de ingreso al no recibir ninguna suplementación energética. La suplementación durante la etapa de recría generalmente resulta en una relación costo-beneficio favorable, aunque deben considerarse aspectos derivados de la interacción pastura-animal-suplemento (Echeverría et al. 2014).

Conclusión

La suplementación energética invernal en vaquillas en etapa de recría mantenidas sobre campo natural, proporcionan ganancias diarias de peso e ingresos netos satisfactorios. Entre las suplementaciones evaluadas los mejores resultados fueron obtenidos al utilizar caña dulce picada y maíz molido. Por otra parte, al no realizarse ningún tipo de suplementación energética invernal, los animales tienden a perder peso.

Referencias bibliográficas

- Balbuena, O. 2002. Suplementación de destetes durante su primer invierno y de la vaquilla para primer servicio en el NEA (en línea). Sitio Argentino de Producción Animal. Consultado 10 ago. 2015. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/38-suplementacion_destete_y_vaquilla.pdf
- Echeverría, J; Rovira, P; Montossi, F. 2014. Manejo de la alimentación invernal de la recría bovina sobre campo natural (en línea, sitio web). Consultado 30 ago. 2015. Disponible en <http://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/manejo-alimentacion-invernal-recría-t32251.htm>
- Escobar G, JE. 2015. Efecto de la suplementación con niveles de sorgo forrajero sobre el desempeño productivo de novillos en pastura natural. Tesis (Ing. Agr.). Caazapá, Py, Carrera de Ingeniería Agronómica FCA-UNA- Filial Caazapá. 29 p.
- Paiva J. 1999. 2do Seminario de Producción de Leche, Alimentación y reproducción. Caazapá, PY, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Asunción. 68 p.

Correlación entre el índice del contenido de clorofila y el contenido de proteína bruta en especies forrajeras del género *Brachiaria* en el periodo invernal

Oscar Rodríguez Zuárez^{1*}, Pedro Paniagua Alcaraz¹, Daniel Caballero Mascheroni¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional de Asunción (UNA). San Lorenzo Paraguay.

* Autor para correspondencia: emilio_rz15@hotmail.com

Introducción

Las gramíneas forrajeras nativas e implantadas son la base de la alimentación en la producción bovina del Paraguay, debido a su bajo costo y la capacidad de los rumiantes de aprovechar la fibra. La creciente demanda de carne genera un interés en los productores de incrementar la eficiencia de la producción, y principalmente en la calidad del forraje disponible, cuya información es fundamental para la dieta y nutrición de los animales.

Un buen indicador de la calidad forrajera es el contenido de proteína del forraje, sin embargo, la determinación del mismo implica un muestreo destructivo del material forrajero que deberá ser analizado en un laboratorio, proceso lento y costoso, que lo torna una práctica difícil para los productores.

Por lo mencionado, es importante encontrar una forma de evaluación más eficiente para determinar la calidad del forraje. Una alternativa es la medición del contenido de clorofila de las hojas, ya que un elemento clave de la clorofila es el nitrógeno, que se correlaciona con la proteína. La clorofila es un pigmento que refleja el color verde de las plantas y está directamente asociado con el potencial de la actividad fotosintética, así como el estado nutricional de las plantas (Zotarelli et al. 2003).

Los clorofilómetros son instrumentos que miden el contenido de clorofila de forma indirecta y no destructiva basada en las propiedades ópticas de las hojas, obteniéndose el índice de color verde de las hojas (Backes et al. 2010).

El objetivo de este trabajo fue correlacionar el contenido de proteína bruta con el índice del contenido de clorofila en distintas frecuencias de corte de diversas especies y cultivares del género *Brachiaria*.

Metodología

El experimento se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado en la ciudad de San Lorenzo, Departamento Central, Paraguay. El periodo experimental comprendió desde el 25 de abril del año 2015 hasta el 18 de mayo de 2016.

La parcela de experimentación presenta un suelo clasificado como Ultisol, de textura areno franco, con bajo nivel de materia orgánica, de media a baja fertilidad, pH ácido, bajo contenido de P, Ca, K y Na; medio contenido de Mg y sin presencia de aluminio, según análisis de suelo realizado por el Laboratorio del Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial de la FCA-UNA.

El experimento fue desarrollado sobre una parcela establecida de especies forrajeras del género *Brachiaria* implantadas en noviembre de 2014. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo en parcelas divididas, con seis tratamientos (T₁ *B. brizantha* cv. Marandu; T₂ *B. brizantha* cv. MG5; T₃ *B. brizantha* cv. MG4; T₄ *B. ruziziensis*; T₅ *B. humidicola* y T₆ *B. decumbens*) y cuatro repeticiones.

Las parcelas tuvieron una dimensión de 3 x 4 m (12 m²), separadas entre bloques por 1 m de distancia y entre tratamientos por 0,5 m. Cada

parcela fue subdividida en cuatro partes iguales, las cuales fueron las frecuencias de corte 21; 42; 63 y 84 días.

El estudio se inició con el corte de uniformidad de las distintas especies y cultivares forrajeros, el cual fue realizado a 10 cm del suelo (excepto la *Brachiaria humidicola* el cual se realizó a 5 cm del suelo). Durante el periodo experimental se realizaron 4; 2; 1 y 1 cortes, para las frecuencias de 21; 42; 63 y 84 días respectivamente. Antes de realizar los cortes para cada frecuencia se realizaron las mediciones con el clorofilómetro. La medición del Índice de Contenido de Clorofila (ICC) se realizó con el clorofilómetro de la marca atLEAF+® que mide el contenido de clorofila mediante la luz de la región roja y de la infrarroja reflejada por la hoja, en dos longitudes de onda de 660 y 940 nanómetros, tomando la tercera hoja (contando desde el ápice) con lígula y aurículas desarrolladas e insertándola en la abertura del equipo mencionado, específicamente en la parte central de la hoja donde el ancho del mismo era mayor, en cada unidad experimental se tomaron cinco plantas al azar dentro del metro cuadrado. En cada hoja se realizó una medición y el valor del ICC fue representado por la media de 5 hojas por unidad experimental.

Para determinar el contenido de proteína se realizó el corte del pasto existente dentro del metro cuadrado a una altura de 10 cm del suelo para todos los tratamientos excepto para el T₅ (*B. humidicola*) el cual se cortó a 5 cm del suelo. Posteriormente, del material cortado, se tomó

una muestra representativa de 250 g, dichas muestras fueron colocadas en estufa a 60°C por 72 horas. Posteriormente las muestras fueron analizadas en laboratorio.

El análisis de Proteína bruta fue realizado en el laboratorio de la empresa Timac Agro Paraguay ubicada en la ciudad de Minga Guazú (Alto Paraná) a través del método Kjeldahl, el cual mide el contenido de nitrógeno. El método establece que todo el nitrógeno está en forma de proteína, motivo por el cual el contenido de nitrógeno fue multiplicado por el factor 6,25 para calcular el contenido de proteína bruta, que fue expresado en materia seca definitiva (105°C) para una mayor precisión para cada una de las muestras.

Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA) y a la comparación de medias por el test de Duncan al 5% de probabilidad de error, para determinar las diferencias entre los tratamientos y frecuencias de corte. Además, fueron sometidos a un análisis de correlación de Pearson, a fin de verificar la relación entre las variables.

Resultados y discusión

El análisis de correlación de Pearson empleado entre el porcentaje de Proteína Bruta y el Índice de Contenido de Clorofila arrojó valores bajos para coeficientes de correlación r , es decir, el registro de una relación débil entre dichas variables (Tabla 1).

Tabla 1. Correlación entre el índice de contenido de clorofila (ICC) y el porcentaje de proteína bruta (%PB) de los tratamientos establecidos. San Lorenzo, Central, 2016.

Tratamiento	Correlación de Pearson	Probabilidad de error
T ₁ (<i>B. brizantha</i> cv. Marandu)	0,05 ^{*ns}	0,84
T ₂ (<i>B. Brizantha</i> cv. MG5)	0,56 [*]	0,02
T ₃ (<i>B. brizantha</i> cv. MG4)	0,39 ^{*ns}	0,13
T ₄ (<i>B. ruziziensis</i>)	0,37 ^{*ns}	0,16
T ₅ (<i>B. humidicola</i>)	0,32 ^{*ns}	0,22
T ₆ (<i>B. decumbens</i>)	0,19 ^{*ns}	0,48

*ns: correlación no significativa $p \geq 0,05$; *: correlación significativa $p < 0,05$.

Se observa que todos los tratamientos obtuvieron una correlación positiva pero no significativa, excepto el T₂ (*B. brizantha* cv. MG5) cuya correlación es significativa con valor para $p < 0,05$ y 0,56 para el valor del coeficiente de correlación r . Esto puede explicarse debido a que este cultivar presentó el mismo comportamiento para los valores de ICC y % de PB. En ambas variables presentaron valores intermedios sin diferir estadísticamente del mayor y menor valor. El T₃ por otra parte también tuvo el mismo comportamiento para las variables evaluadas, en ambos parámetros tuvo valores intermedios, no obstante, este tratamiento no tuvo una correlación significativa. Esto indica que existen otros factores para determinar la correlación de PB y clorofila, uno de los factores podría ser la metodología utilizada para determinar el ICC. Los tratamientos T₁, T₄, T₅ y T₆ tuvieron comportamientos diferentes en las variables evaluadas.

Delgado (2015) en una investigación similar utilizando el mismo clorofilómetro y metodología que este trabajo, obtuvo correlación significativa para las *B. brizantha* cv. Marandu y *B. brizantha* cv. MG4. Esto se relaciona con el trabajo realizado por Cabral et al. (2013) quienes encontraron una correlación significativa entre la lectura SPAD (utilizando el Clorofilómetro Minolta SPAD 502) y la concentración de nitrógeno en *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Maranhão et al. (2009) estudiando la composición química y la producción de dos cultivares de *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu y *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk) fertilizados con nitrógeno, observaron una correlación lineal de $r = 0,96$ entre el ICC y PB, estos autores utilizaron el clorofilómetro SPAD 502 de la marca Minolta haciendo una lectura del ICC por unidad experimental. Por lo tanto, confirmaron la capacidad de la clorofila como un estimador de N o el contenido de proteína cruda del forraje lo que permite, en poco tiempo, a bajo costo y de manera más práctica, indicar las necesidades de fertilizar y la calidad del forraje.

Matoso (2009) trabajó con la composición

químico bromatológica del Tifton 85 y su relación con el contenido de clorofilómetro, y determinó que las lecturas del clorofilómetro y proteína bruta se correlacionaron positiva y significativamente ($r = 0,85$). Esto concuerda con Barbieri (2009), que estudió la relación lineal entre los niveles de nitrógeno en hojas de Tifton 85 y valores ICC obtenidas por el clorofilómetro, con coeficientes de correlación $r = 0,89$. Esta alta correlación pudo haber sido influenciada por el número y repeticiones de lecturas del ICC en ambos trabajos, ya que en cada hoja se realizaron tres lecturas en el tercio medio de la hoja, para obtener un valor medio, finalmente el valor del ICC fue representado por la media de 10 hojas por parcela utilizando el clorofilómetro de la marca ClorofiLOG® modelo CFL 1030 producido por Falker, a diferencia de este trabajo que las lecturas fueron tomadas solo en cinco hojas y una lectura por hoja utilizando otro clorofilómetro. Esta correlación positiva refleja el hecho de que las moléculas de clorofila son especialmente o esencialmente complejos de proteínas, y son producidos por la planta a través de los cloroplastos, tienen ARN, ADN y ribosomas, por lo tanto, puede sintetizar proteínas.

De Souza (2012) evaluó la composición bromatológica de la *Brachiaria decumbens*, bajo dosis nitrogenadas con cuatro cortes durante un periodo de 2 años, utilizó el mismo clorofilómetro y metodología que Matoso (2009) y Barberi (2009) para las lecturas del ICC y obtuvo una correlación positiva y significativa ($p < 0,05$) entre el índice de clorofila y el contenido de proteína bruta con 0,63 de valor para r . Esto concuerda con la investigación de Hughes et al. (2014) quienes afirman que el índice de clorofila foliar ofrece la mejor estimación de la concentración de proteína en pasturas de *B. decumbens*, las mediciones del ICC fueron tomadas utilizando el medidor de clorofila FieldScout CM 1000, que a los 30 cm, integra un área de 4 cm de diámetro en una planta, a diferencia del clorofilómetro utilizado en esta experimentación que solo mide una pequeña superficie de la hoja. Con la presente investigación no se encontró correlación significativa para este cultivar, esto

concuerta con Cabral et al. (2013) que tampoco encontró correlación significativa para este cultivar, utilizaron el clorofilómetro SPAD 502, realizaron mediciones en las hojas más jóvenes y extendidas.

La concentración de la clorofila se correlaciona directamente con la concentración de nitrógeno en las hojas, por lo tanto, también la nutrición y la producción de cultivos. La relación entre el valor SPAD (ICC) y la concentración de nitrógeno puede ser lineal hasta que el nitrógeno ya no se absorba y se acumule en forma de nitrato, que tiende a formar una estabilización de la intensidad de verde, para reflejar la acumulación de nitrato (Abreu y Montero 1999).

Conclusión

Se encontró correlación positiva muy baja a moderada entre las variables evaluadas para todos los tratamientos, sin embargo, solo la *Brachiaria brizantha* cv. MG5 obtuvo correlación significativa, de esta manera el uso de este clorofilómetro es un método válido para estimar la proteína en esta especie.

Referencias bibliográficas

- Abreu, JBR; Monteiro, FA. 1999. Produção e nutrição do capim-marandu em função de adubação nitrogenada e estádios de crescimento. *Boletim de Indústria Animal Nova Odessa* 56(2):137-146.
- Backes, C; Villasboa, RL; Lima, CP; Godoy, LJG; Bull, LT; Santos, AJM. 2010. Estado nutricional em nitrogênio da grama esmeralda avaliado por meio do teor foliar, clorofilômetro e imagem digital, em área adubada com lodo de esgoto. *Bragantia* 69(3):661-668.
- Barbieri, JE. 2009. Teores de clorofila e sua relação com o nitrogênio foliar em capim Tifton-85. *Seropédica, UFRRJ*. 60 p.
- Cabral, CEA; Abreu, JG; Bonfim-Silva, EM; Cabral, CHA; Scaramuzza, JF; Silva, TJA. 2013. Eficiência de produção e concentração de nitrogênio nos capins marandu, decumbens e convert submetidos à adubação nitrogenada (en línea). *Biosci J Uberlândia* 29(1):1653-1663. Consultado 26 jun. 2016. Disponible en <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15072>
- De Souza, IA. 2012. Avaliação do capim-braquiária e dos atributos físicos do solo sob doses de nitrogênio (en línea). *Diamantina, UFVJM*. 53 p. Consultado 13 jul. 2016. Disponible en <http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/746>
- Delgado, LR. 2015. Correlación entre la medición de un clorofilómetro comercial y el contenido de proteína bruta de seis especies y cultivares del género *Brachiariasp*. Tesis de grado. San Lorenzo, PY, FCA UNA. 30 p.
- Hughes, M; Wuddivira, M; Mlambo, V; Jennings, P; Cicero HO. 2014. Non-destructive foliar chlorophyll measurement has the potential to predict crude protein concentration and in vitro ruminal organic matter digestibility in *Bracharia decumbens* herbage. *Animal Feed Science and Technology* 19(5):14-27.
- Maranhão, CMA; Da Silva CCF; Bonomo, P; Pires, AJV. 2009. Produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. *Acta Scientiarum* 31(2):117-122.
- Matoso, RVM. 2009. Composição químico bromatológica do capim Tifton 85 e sua relação com os teores de clorofila (en línea). Rio de Janeiro, BR, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Instituto de Zootecnia. Biblioteca Central / Divisão de Processamentos Técnicos. Consultado 15 jul. 2016. Disponible en <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp124099.pdf>
- Zotarelli, L; Cardoso, EG; Piccinn, JL; Urquiaga S; Boddey, RM; Torres, E; Alves, BJ. 2003. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília* 38(9):1117-1122.

Estimativa del índice de área foliar de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, clon I144 en sistemas forestales de rotación corta. Análisis Preliminar

Gabriela C. Villamagua-Vergara^{1*}, Mariana B. Montelatto¹, Carla M. Brito¹, Marcelo S. Denadai¹, Marcelo Almeida Silva, Saulo P. S. Guerra¹

¹ Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Estatal Paulista - UNESP, Botucatu, Brasil.

*Autor para correspondencia: g_villamagua@yahoo.com

Introducción

El índice de área foliar (IAF) es una variable que tiene una alta correlación entre área foliar y productividad de la plantación. Se define como área de las hojas por unidad de área de superficie del suelo y es uno de los parámetros más útiles para predecir el volumen y biomasa producida en sistemas forestales de rotación corta (SFRC); así como la determinación del uso eficiente de agua y nutrientes, balance de carbono y de daños producidos por patógenos y plagas en las plantaciones. Por lo que la determinación del IAF en SFRC es crítico para su manejo (Fang et al. 1999, Smethurst et al. 2003).

Existen varios métodos, directos e indirectos, para la determinación del IAF, sin embargo, el uso de métodos directos como el muestreo destructivo puede ser difícil de ejecutar en la práctica por las condiciones de clima y acceso a la plantación o porque el uso de la instrumentación es sensible y de alto costo (Ross 1981, Ajayi 1990). Por lo que el uso de métodos no destructivos simples, de relativamente bajo costo y técnicamente precisos para la determinación del IAF, reduce el esfuerzo y los costos, y permite trabajar con una precisión aceptable evitando la destrucción del material, permitiendo muestrear varias veces a lo largo del tiempo (Elings 2000).

Este trabajo tuvo como objetivo comparar dos métodos indirectos para estimar el IAF de *Eucalyptus grandis* x *urophylla*, clon I144, en SFRC, con un año de edad.

Metodología

El SFRC fue instalado en enero de 2016, en la

Estación Experimental Lageado de la UNESP, municipio de Botucatu, SP, Brasil; localizado a 22° 50' 54,6" de latitud sur y 48° 26' 09,0" de longitud oeste, a una altitud de 826 m s.n.m. El clima de la región, según el sistema de Köppen, es de tipo Cfa denominado mesotérmico o clima temperado Subtropical sin estación seca, con temperatura media anual de 22°C y precipitación de 1.500 mm por año (Cunha 2009). Según Vettorato (2003), el suelo es Latosol rojo oscuro, de escasa fertilidad con altos contenidos de aluminio, bajos contenidos de fósforo y potasio, contenidos medios de calcio y pH ácido.

Se instaló un experimento con un total de siete hileras, con cinco hileras útiles de 21 plantas debidamente manejadas y fertilizadas (77 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 55 kg ha⁻¹ de fósforo y 66 kg ha⁻¹ potasio). El espaciamiento entre plantas fue de 3 x 1 m. Para la ejecución del estudio fueron monitoreados mensualmente por cinco meses un total de 15 árboles, tres individuos por hilera útil, sorteados al azar.

La medición de IAF se realizó mediante dos métodos indirectos: Ceptómetro y un modelo de regresión ajustado a partir del (NDVI) medido con el PolyPen.

Para el primer método se utilizó un Ceptómetro AccuPAR LP-80, que cuenta con 80 sensores en la barra para capturar radiación fotosintéticamente activa (PAR). Para este método se etiquetaron las plantas a ser medidas. Se midió la PAR incidente (I_o) en un área abierta con el sensor externo y la PAR transmitida (I) con el sensor de barra por debajo de la copa de los árboles marcados. Se colectaron mensualmente 15 puntos por parcela, 30 lecturas en total, tres puntos por hilera y en tres

puntos entre hileras. Las mediciones se realizaron siempre entre las 12:00 y 14:00 a cielo abierto.

El cálculo de IAF se realizó con base a las mediciones de I_0 e I registradas por el AccuPAR por medio de la ecuación de Beer-Lambert (Wang et al. 1992).

$$IAF = - \left(\frac{1}{k} \right) \ln \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad (1)$$

Donde: IAF= Índice de área foliar; I_0 = PAR incidente; I = PAR transmitida; k = coeficiente de extinción da luz (0,5) calculado por Giunti Neto (2007).

Para el segundo método, se calculó el IAF por medio de una ecuación que correlacionó el IAF estimado por el AccuPAR y el NDVI medido en las mismas plantas, a través de un medidor de reflectancia, transmitancia y absorbancia PolyPen RP 400.

La correlación entre IAF y el NDVI es negativa, es decir, a medida que el IAF aumenta, el NDVI disminuye. A partir de la ecuación $y = -102,54x + 83,122$ se estimó el IAF con base al NDVI, y se determinó la ecuación de regresión lineal para IAF calculado a partir de AccuPAR en función a la edad de la plantación.

La eficiencia de los métodos para la estimación del IAF fueron verificados a través del test de correlación de Pearson. La comparación entre métodos para estimar el IAF y el análisis de regresión fueron realizados con el paquete estadístico Excel.

Resultados y discusión

Los valores estimados de IAF mediante los métodos indirectos de AccuPAR y NDVI se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores de IAF estimado por los métodos indirectos: AccuPAR y NDVI

Edad (meses)	IAF estimado AccuPAR ($m^2 m^{-2}$)	IAF estimado NDVI ($m^2 m^{-2}$)
8	2,05	1,91
9	1,29	1,66
10	2,34	3,29
11	5,10	5,99
12	6,33	4,26

Los valores de IAF obtenidos en el primer año en el SFRC superan los IAF estimados por De Almeida et al. (2015), en plantaciones convencionales de eucalipto (0,48 a 3,14 $m^2 m^{-2}$) de dos años con base al NDVI. IAF altos pueden ser efecto de una mayor densidad de árboles y mayores dosis de fertilización (Guerra et al. 2014). De Almeida et al. (2007) en una plantación de *Eucalyptus grandis* a espaciamientos 3 x 2 m, en suelos con características similares al del experimento, reportó un aumento del 39% en el IAF bajo la aplicación continua de K a los 11 meses, sin embargo, la fertilización no aumentó significativamente el IAF a partir de un año de

edad. SFCR de *Eucalyptus* spp. a espaciamientos de 1 m x 2,4 m presentaron IAF entre 0,3 y 6,8 $m^2 m^{-2}$ (Guo et al. 2002), similares a los obtenidos en este estudio.

Al correlacionar los IAF generados por cada método indirecto en relación a la edad, se observó un mejor ajuste del modelo de regresión del IAF derivado del AccuPAR en relación al NDVI con un R^2 de 0,81 (Figura 1). Sin embargo, ninguna de las ecuaciones de regresión lineal presentó coeficientes significativos con un nivel de significación $<0,01$ (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen análisis de regresión lineal de los IAF estimados por los métodos indirectos

Método	Modelo	R ²	ECMP	BIC	p-valor
AccuPAR	$y = 1,2367x - 8,9457$	0,81	4,21	17,33	0,0371
NDVI	$y = 0,903x - 5,6054$	0,64	4,53	18,55	0,1032

La Figura 1 muestra una correlación positiva entre IAF y edad de la plantación. Estos resultados fueron corroborados por Xavier et al. (2002) y Fang et al. (1999); presentando un rápido crecimiento al inicio del ciclo, una reducción en la tasa de aumento de valores de IAF después del primer año, y estabilizando los valores después del tercer año (Paiva 2009).

Finalmente, según el coeficiente de correlación de Pearson, hasta el momento, no existen diferencias estadísticas (p-valor 0,09) entre los IAF estimados por los dos métodos con un R²

de 0,82. Mendoza et al. (2014), al comparar el método directo (destrutivo) con un método indirecto (Ceptómetro AccuPAR), en cultivos agrícolas mostró una alta correlación entre los IAF calculados entre ambos métodos con un R² = 0,95, recomendado el uso de AccuPAR para el cálculo de IAF. De Almeida et al. (2015) que estimó el IAF de *Eucalyptus* spp. con base al NDVI utilizando Imágenes TM - Landsat 5 presentó los mejores ajustes al modelo con resultados de R² = de 0,73 con un nivel de significancia <0,01.

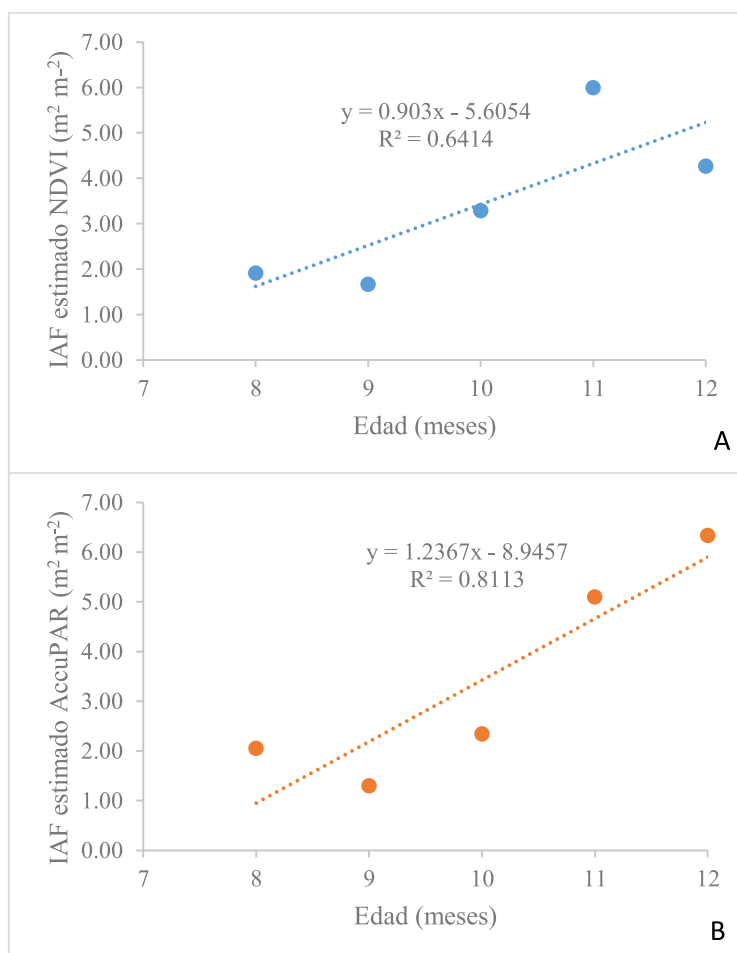


Figura 1. Correlación entre los valores de IAF estimado NDVI (A) y IAF estimado AccuPAR (B), en relación a la edad

Conclusión

Los valores de IAF para *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, clon I144, en SFRC calculados a partir de los métodos indirectos AccuPAR y PolyPen no difieren estadísticamente entre sí. Por tanto, ambos métodos pueden ser utilizados indistintamente.

Referencias bibliográficas

- Ajayi, NO. 1990. Rapid determination of leaf area in ovate vegetable leaves by linear measurements. *J Hort Sc* 65(1):1-15.
- Cunha, AR; Martins, D. 2009. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP, Irriga. *Botucatu* 14(1):1-11.
- De Almeida, AQ; Ribeiro, A; Delgado, RC; Paiva, Y; De Oliveira, AS; Leite, FL. 2015. Índice de área foliar de *Eucalyptus* estimado por índices de vegetação utilizando imagens TM - Landsat 5. *Floresta e Ambiente* 22(3):368-376.
- De Almeida, JCR; Laclau, JP; Gonçalves, JLM; Moreira, RM; Rojas, SF. 2007. O eucalipto e o ciclo hidrológico. *In Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, Taubaté, Brasil, IPABHi*. p. 1-7.
- Elings, A. 2000. Estimation of leaf area in tropical maize. *Agron J* 92:436-444.
- Fang, S; Xu, X; Lu, S; Tang, L. 1999. Growth dynamics and biomass production in short-rotation poplar plantations: 6-year results for three clones at four spacings. *Biomass and Bioenergy* 17:415-425.
- Guo, LB; Sims, REH; Horne, DJ. 2002. Biomass production and nutrient cycling in Eucalyptus short rotation energy forests in New Zealand: I: biomass and nutrient accumulation. *Bioresource Technology* 85:273-283.
- Giunti Neto; C. 2007. Calibração do uso de fotos hemisféricas, do LAI-2000 e do ceptômetro para estimativa do índice de área foliar em plantações de *Eucalyptus*. Relatório de Estágio Profissionalizante em Eng. Florestal. Piracicaba, Universidade de São Paulo. 62 p.
- Guerra, SPS; Garcia, EA; Lanças, KP; Rezende, M.A; Spinelli, R. 2014. Heating value of eucalypt wood grown on SRC for energy production. *Fuel* 137:360-363.
- Mendoza Pérez, C; Ramírez Ayala, C; Ojeda Bustamante, W; Flores Velásquez, J; Flores Magdaleno, H; Sifuentes Ibarra, E. 2014. Comparación de dos métodos para medir el índice de área foliar de chile poblano en invernadero. *In 3er. Congreso de Investigación de Ciencias Básicas y Agronómicas*.
- Paiva, Y; Ribeiro, A; Pezzopane, JEM; Gleriani, JM; Almeida, AQ; Leite, FP. 2014. Estimativas do índice de área foliar utilizando o Lai-2000 e fotografias hemisféricas em plantios de eucalipto. *Ciência Florestal Santa Maria RS* 24(4):925-934.
- Ross, J. 1981. The radiation regime and architecture of plant stands. Springer Netherlands. 392 p.
- Smethurst, P; Baillei, C; Cherry, M; Holz; G. 2003. Fertilizer effects on LAI and growth of four *Eucalyptus nitens* plantations. *Forest Ecology and Management* 176:531-542.
- Vettorato, J.A. 2003. Mapeamento da fertilidade do solo utilizando sistemas de informação geográfica. Dissertação Mestrado. Botucatu, SP, Universidade Estadual Paulista. 97 p.
- Wang, YP; McMurtrie, RE; Landsberg, JJ. 1992. Modelling canopy photosynthetic productivity. *In Baker, NR, Thomas, H. (eds.). Crop photosynthesis: spatial and temporal determinants*. Elsevier. p. 43-67.
- Xavier AC; Soares JV; Almeida AC. 2002. Variação do índice de área foliar em clones de eucalipto ao longo de seu ciclo de crescimento. *Revista Árvore* 26(4):421-427.

Estimación del crecimiento de Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex. Griseb Zygothylaceae)

Mirtha Vera de Ortíz^{1*}, Delia Ramírez Haedo¹, Felicia Zarate¹, Carolina Alvares¹,
Vanessa Torres¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay

* Autor para correspondencia: dircif@agr.una.py, mirtha.vera@tigo.com.py

Introducción

Bulnesia sarmientoi Lorentz ex Griseb (palo santo) es una de las especies forestales de la Región Occidental del Paraguay, de importancia económica y ecológica. De acuerdo con Spichiger et al. (1991) habita la formación clasificada como Matorral xerohigrófilo de *Bulnesia sarmientoi* y *Tabebuia nodosa* (“palosantal”, “labonal”). Muy apreciada por sus múltiples aplicaciones, su madera es una de las más densas del mundo; de olor agradable, textura fina y homogénea, brillo suave, de color pardo verdoso, muy dura y pesada; su destilación produce un aceite esencial conocido como guayacol, que se emplea como ingrediente de perfumes. Suministra leña y carbón de calidad, las hojas son utilizadas en la medicina tradicional. Posee la categoría de especie amenazada, forma parte de la lista de las especies en Apéndice II de la CITES, (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) lo que sumado a su limitada distribución, y a la escasa presencia en los bosques, hacen necesarios la búsqueda de alternativas de manejo sostenible.

Considerando la importancia de *Bulnesia sarmientoi* para los productores de la zona, como también su importancia en el mercado nacional e internacional como producto forestal maderero, se recomienda la realización de estudios dirigidos muy especialmente hacia su comportamiento relacionado a los cambios de hábitat, así como a la dinámica de su regeneración natural, las características y viabilidad de sus semillas y tasas de crecimiento/año; (Mereles y Pérez de Molas, sf).

Teniendo en cuenta que las características ecológicas así como de crecimiento, de las especies maderables, son importantes para la toma de decisiones en cuanto a su manejo (turnos de corta, diámetro mínimo permitido, volumen a cosechar) el trabajo de investigación fue implementado con el objetivo de estimar el crecimiento de la especie sobre la base del análisis de los anillos de crecimiento registrados en la base del fuste y comparar los valores estimados considerando diferentes ecorregiones del Chaco paraguayo. La investigación fue desarrollada en el marco del Proyecto de la Secretaría del Ambiente (SEAM) “Manejo Sustentable de Bosques en el Ecosistema Transfronterizo del Gran Chaco Americano, Validación Tecnológica en el Crecimiento de Especies Forestales para uso sustentable en el Chaco”.

Metodología

La muestra estuvo conformada por 12 árboles de Palo Santo, provenientes de diferentes Ecorregiones de la Región Occidental del Paraguay; ocho muestras provenían del Chaco Seco, dos del Chaco Húmedo y dos del Pantanal. Los rangos de las variables dasométricas de los árboles muestra fueron: Diámetro a Altura de Pecho (DAP) entre 31 a 51 cm y altura total, entre 11 a 17 m. Una vez volteados los árboles, los fustes fueron seccionados a las alturas de 0,3 y 1,30 m. Los discos debidamente codificados fueron trasladados al Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción (CIF/FCA/UNA). Para lograr una mejor visibilidad de los anillos de crecimiento, las trozas fueron sumergidas en

alcohol rectificado, entre cuatro a siete días. Luego secadas al aire libre, y lijadas (con lijas de granulometría: 60, 120 y 400); para evitar la oxidación de las sustancias extractivas en contacto con el ambiente y posteriormente fueron aisladas del medio circundante con bolsas de polietileno.

Con la finalidad de obtener límites confiables en cuanto a los conteos de los anillos de crecimiento, cada troza fue dividida en cuatro cuadrantes, y en cada cuadrante fueron realizados los conteos de los anillos de crecimiento. El conteo de los anillos fue realizado mediante la observación visual y con el apoyo de lupas 10x (convencional y eléctrica) y el conteo mediante la observación de imágenes digitales (formato JPG) que fueron obtenidas con la toma de fotografías a los discos

de madera.

La estimación de la edad, de cada árbol muestra se basó en la cantidad de anillos de crecimientos registrados en las trozas provenientes de 0,30 m de altura de fuste, de acuerdo a cada técnica aplicada. El valor del incremento o crecimiento medio anual (IMA) expresa la media del crecimiento total de la especie a cierta edad del árbol, es obtenido de la división del mayor valor actual registrado de la variable considerada, dividida por la edad a partir del tiempo cero (Imaña y Encinas 2008).

Los valores obtenidos de IMA para el DAP, a través de las dos técnicas de observación fueron comparados estadísticamente a través de la prueba *t* al nivel de probabilidad de 0,05 (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros estadísticos determinados al Incremento Medio Anual (IMA) de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP).

Parámetro	Conteo directo	Conteo imágenes digitales
Media	0,31	0,31
Desviación estándar	0,05	0,05
Nivel de confianza	0,03	0,03
Error (%)	9,50	9,87

Resultados y discusión

Sobre la base de la cantidad de anillos de crecimiento registrados, los valores estimados de edad variaron entre 95 a 180 años; para la muestra de 12 árboles con DAP entre 31 a 51 cm y altura total entre 10,6 y 17 m (Tabla 2). El nivel de error promedio considerando el número de muestras y las técnicas empleadas para el conteo de anillos de crecimiento fue de 7,7%. No se han detectado diferencias significativas entre los resultados obtenidos con las dos técnicas de análisis de anillos de crecimiento, al 0,05 de probabilidad.

El Incremento Medio Anual, en DAP, fue de 0,31 cm ($\pm 0,02$), al 95% de confianza. Los valores de incremento considerando las diferentes

ecorregiones variaron entre 0,28 y 0,39 cm año⁻¹. De acuerdo a Giménez et al. (2007) se trata de una especie de crecimiento lento. Se puede comparar por el espesor de anillos con otras especies arbóreas de la Región Chaqueña como *Schinopsis quebracho-colorado* con un espesor medio de 2,19 mm y *Aspidosperma quebracho-blanco* con 2,1 mm (Moglia 2001). Los mismos autores afirman que la evolución del diámetro de la base (DAB) y la edad son relevantes para determinar estructuras de edades para bosques irregulares. Para un DAB de 45 cm corresponde una edad de cien años. No se encontraron diferencias significativas entre los valores estimados de crecimiento, atribuibles a las diferentes ecorregiones (Tabla 3).

Tabla 2. Datos de los árboles muestreados en las diferentes regiones y edad estimada.

Árbol	Departamento	Ecorregiones (Dinerstein et al 1995)	DAP	Altura total (m)	Edad estimada (años)
1	Boquerón	Chaco Húmedo	51	17	180
2	Boquerón	Chaco Seco	32,5	12	109
3	Boquerón	Chaco Seco	35,3	11	128
4	Boquerón	Chaco Húmedo	43,1	13	119
5	Alto Paraguay	Pantanal	35	13	122
6	Alto Paraguay	Pantanal	45,5	15	132
7	Boquerón	Chaco Seco	39,3	11	155
8	Boquerón	Chaco Seco	35,6	12	146
9	Alto Paraguay	Chaco Seco	31,9	10,6	95
10	Alto Paraguay	Chaco Seco	39	13	100
11	Alto Paraguay-Agua dulce	Chaco Seco	31	12,4	126
12	Alto Paraguay - Agua dulce	Chaco Seco	36	14	113

Tabla 3. Anova aplicado a IMA de DAP considerando las Ecorregiones (0,05 de probabilidad).

Fuente de variación	gl	SC	CM	F	Ft
Ecorregiones	2	0,01	0,005	3,93	4,26
Error	9	0,01	0,001		
Total	11				

Conclusiones

El rango de incremento medio anual estimado de *Bulnesia sarmientoi*, entre 0,28 a 0,39 cm/año para el DAP indica que se trata de una especie longeva; con crecimiento lento. Las diferencias entre los valores estimados de crecimiento no fueron significativas, considerando las diferentes ecorregiones.

Referencias bibliográficas

- Giménez, AM; Hernández, P; Gerez, R; Spagarino, C. 2007. Anatomía de leño y anillos de crecimiento de Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex. Griseb Zygothylaceae) Quebracho. *Revista de Ciencias Forestales* 14:23-35.
- Imaña, J; Encinas, O. 2008. *Epidimetría forestal*. Mérida, Venezuela, Universidade de Brasilia y Universidad de los Andes. 72 p.
- Mereles, F; Pérez de Molas, L. s.f. *Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex Griseb., (Zygothylaceae): Estudio de base para su inclusión en el Apéndice II de la Convención CITES (en línea). Lambaré, PY, WWF. Consultado 5 mar. 2016. Disponible en http://files.maderasudamericanas.webnode.com/200000282-4763c485da/PALO_SANTO_CARD.pdf
- Moglia, JG. 2001. Variabilidad de leño de *Aspidosperma quebracho blanco*. Tesis Doctoral. Argentina, UNT.
- Spichiger, R; Palese R; Mereles, F. 1991. Proposición de leyenda para la cartografía de las formaciones vegetales del Chaco paraguayo: Contribución al estudio de la flora y de la vegetación del Chaco – III. *Candollea* 46(2):541-564.

Hongos fitopatógenos en eucalipto en Paraguay: una actualización a las especies de importancia para la sanidad forestal

Ximena Silva^{1*}, Jolanda Roux², Ginna Granados², Alberto Yanosky³, Alfredo Gricyuk⁴, Fred Asiegbu¹

¹ Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Helsinki, Finland

² Forestry and Agricultural Biotechnology Institute, University of Pretoria, South Africa

³ Guyra Paraguay, Cnel. Carlos Bóveda, Parque Ecológico Capital Verde – Viñas Cué, Asuncion, Paraguay

⁴ SENAVE, Humaita 145. Edif. Planeta – Piso 15, Asunción, Paraguay.

*Autor para correspondencia: ximena.silvalacios@helsinki.fi

Introducción

Eucalyptus es el género botánico más importante para la economía forestal puesto que es el de mayor expansión, el más plantado a nivel global y con proyecciones de seguir expandiéndose mundialmente. Árboles de este género son autóctonos de Australia, por lo que al ser plantados fuera de su hábitat inicialmente lograron “escapar” de sus enemigos naturales y en estos nuevos ambientes estaban exentos de patógenos que hubieran co-evolucionado con ellos (Adams et al. 2009, Liu y Stiling 2006). Sin embargo, nuevas enfermedades han surgido en plantaciones de eucalipto a nivel global, debido en parte a nuevas introducciones, a saltos de huésped, al cambio climático, al comercio global, a la adaptación y a los cambios genéticos en los agentes causantes de enfermedades (Morse 2004, Wingfield et al. 2008).

En Sudamérica varias enfermedades forestales se han encontrado y en los últimos años incluso se ha incrementado el número de enfermedades forestales registradas. Varias investigaciones han encontrado nuevos organismos causantes de enfermedades y/o presentes en especies nativas (Rodas et al. 2005, Wingfield et al. 2001, Pérez et al. 2010, Pérez et al. 2011). Aun así, la información acerca de enfermedades forestales en Paraguay sigue siendo escasa.

El objetivo del trabajo es identificar las enfermedades forestales fúngicas en eucalipto en Paraguay. Este trabajo, busca llenar ese vacío de información y por medio de ello entender mejor

el panorama de las enfermedades forestales en Paraguay y colaborar con los entes locales y regionales en mejorar la sanidad y el manejo forestal.

Metodología

Se colectaron muestras de hojas, tallos y troncos de eucaliptos de las especies *E. grandis*, *E. urograndis*, *E. behtamii*, *E. camaldulensis*, *E. urophylla* x *camaldulensis*, *E. grandis* x *camaldulensis*, *E. grandis* x *globulus*, *E. urophylla* x *camaldulensis* con síntomas de enfermedades de plantaciones públicas y privadas en los departamentos de Itapúa, Caazapá, Alto Paraná y San Pedro en Paraguay. Las mismas fueron procesadas *in situ*, purificando posteriormente los cultivos en 2% MEA en los laboratorios del SENAVE, y en parte en el Laboratorio de Investigación de Enfermedades Forestales de la Universidad de Helsinki. La extracción de ADN se realizó en la Universidad de Helsinki. A excepción de las muestras de *Austropuccinia*, para la extracción de ADN se siguió una metodología CTAB común (Silva et al. 2015). Los protocolos de PCR fueron acorde a Jimu et al. (2016). Se ampliaron las regiones espaciador transcribible interno (ITS) para todas las muestras y adicionalmente las regiones beta tubulina para las muestras de *Chrysosporthe* y *Teratosphaeria*. Para *Austropuccinia*, además de las regiones ITS se ampliaron las regiones de la subunidad mayor. Los productos de PCR fueron secuenciados en MacroGen, mientras que las muestras de *Austropuccinia* fueron secuenciadas en la Facultad de Ciencias Naturales y Agrarias

de la Universidad de Pretoria, en Sudáfrica. Las secuencias obtenidas fueron limpiadas manualmente y luego analizadas por medio del algoritmo *blast* (National Library of Medicine 2016). Éstas fueron posteriormente alineadas con MAFFT y RaxML. Los árboles filogenéticos fueron inferidos por medio de PAUP, MrModeltest y MrBayes; se utilizó inferencia bayesiana para los mismos. Las muestras de *Austropuccinia* fueron analizadas con siete microsatélites diferentes para determinar la existencia de genotipos diferentes entre las mismas.

Resultados y discusión

Enfermedades identificadas en las hojas y tallos de eucalipto

El genotipo identificado del hongo causal de la roya, en hojas de eucalipto, *Austropuccinia psidii* coincide con el genotipo brasilero, lo cual es un resultado esperado considerando la distancia entre ambos países. Las especies de patógenos secundarios como *Pestalotiopsis clavata* y *P. vismiae* (Figura 1 b), estaban presentes en todos los departamentos, y *Calonectria scoparia* se encontraron en tallos como en hojas, en todos los

departamentos con la excepción de Itapuá. En las hojas muestreadas en Caazapá, San Pedro y en Alto Paraná también se encontró *Teratosphaeria suttonii*.

Enfermedades identificadas en troncos de eucalipto

Botryosphaeria dothidea y *Botriosphaeria parva* fueron registrados en los Departamentos de Itapuá, Alto Paraná y Caazapá. Algunas especies dentro del género *Botryosphaeria* son endófitas, y pueden ser patógenos latentes o secundarios que colonizan árboles ante situaciones de estrés (Burgess et al. 2005). Algunas especies de *Botryosphaeria* producen canchales, que debilitan a la madera y por lo tanto contribuyen a reducir su valor económico. Otro importante organismo causal de cancro identificado fue *Chrysosporthe cubensis*. Esta especie puede provocar canchales que se observan en el tronco y la raíz, en donde se desarrollan los picnidios (Figura 1c y 1d). *Chrysosporthe cubensis* ha sido detectado en África y en Latinoamérica (Gryzenhout et al. 2004, Roux y Apetorgbor 2010). Investigaciones acerca de variabilidad genética de poblaciones de *C. cubensis* sugieren que puede ser originaria de Centro y Sur de América (Van

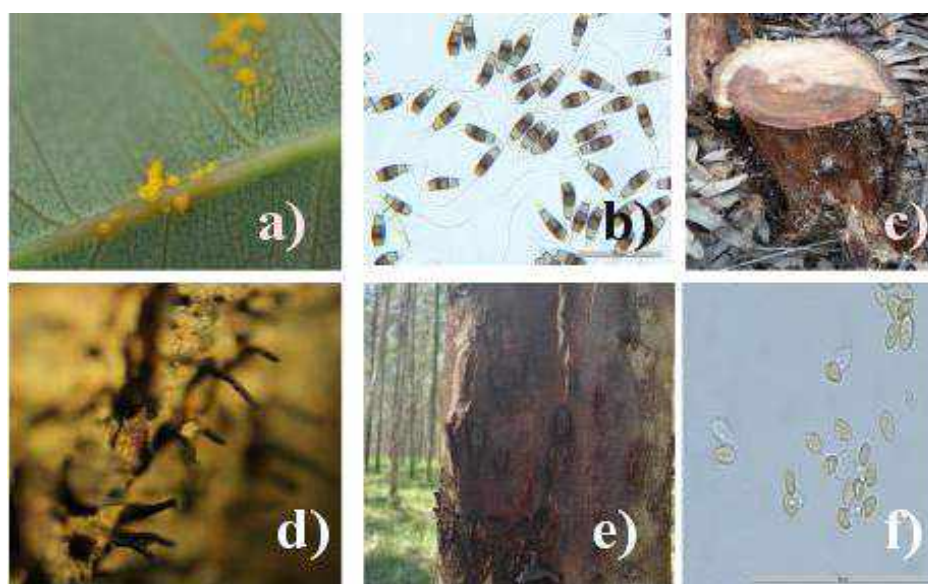


Figura 1. Enfermedades encontradas en plantaciones paraguayas de eucalipto: a) *Austropuccinia psidii* en hojas. b) esporas de *Pestalotiopsis vismiae* en hojas. c) daño causado por *Chrysosporthe cubensis* en tronco. d) picnidios de *Chrysosporthe cubensis*. e) daño causado en el tronco por el cancro *Teratosphaeria zuluensis*. f) esporas de *Teratosphaeria zuluensis*.

Herden et al. 1997, Van Zyl et al. 1998, Wingfield et al. 2001, Wingfield 2003). Estudios recientes han encontrado a especies de *Chrysosporthe* como endófitas en Myrtales, el orden botánico al cual pertenece *Eucalyptus* (Mausse-Sitoe et al. 2016). Esto indica que los agentes causales del cancro pueden encontrarse en especies nativas, a partir de las cuales pueden cambiar de hospedero como se ha visto con otras especies. Esto es muy relevante, ya

que potenciales patógenos de eucaliptos presentes como endófitos en especies nativas serían muy difíciles de detectar, ya que no muestran síntomas.

En las muestras de cancro en troncos de eucaliptos (Figura 1e y 1f), enfermedad comúnmente conocida, en el Paraguay como “pata de buey” o *Conyothyrium*, fue identificado como organismo causal al hongo *Teratosphaeria zuluensis* (Figura 2).

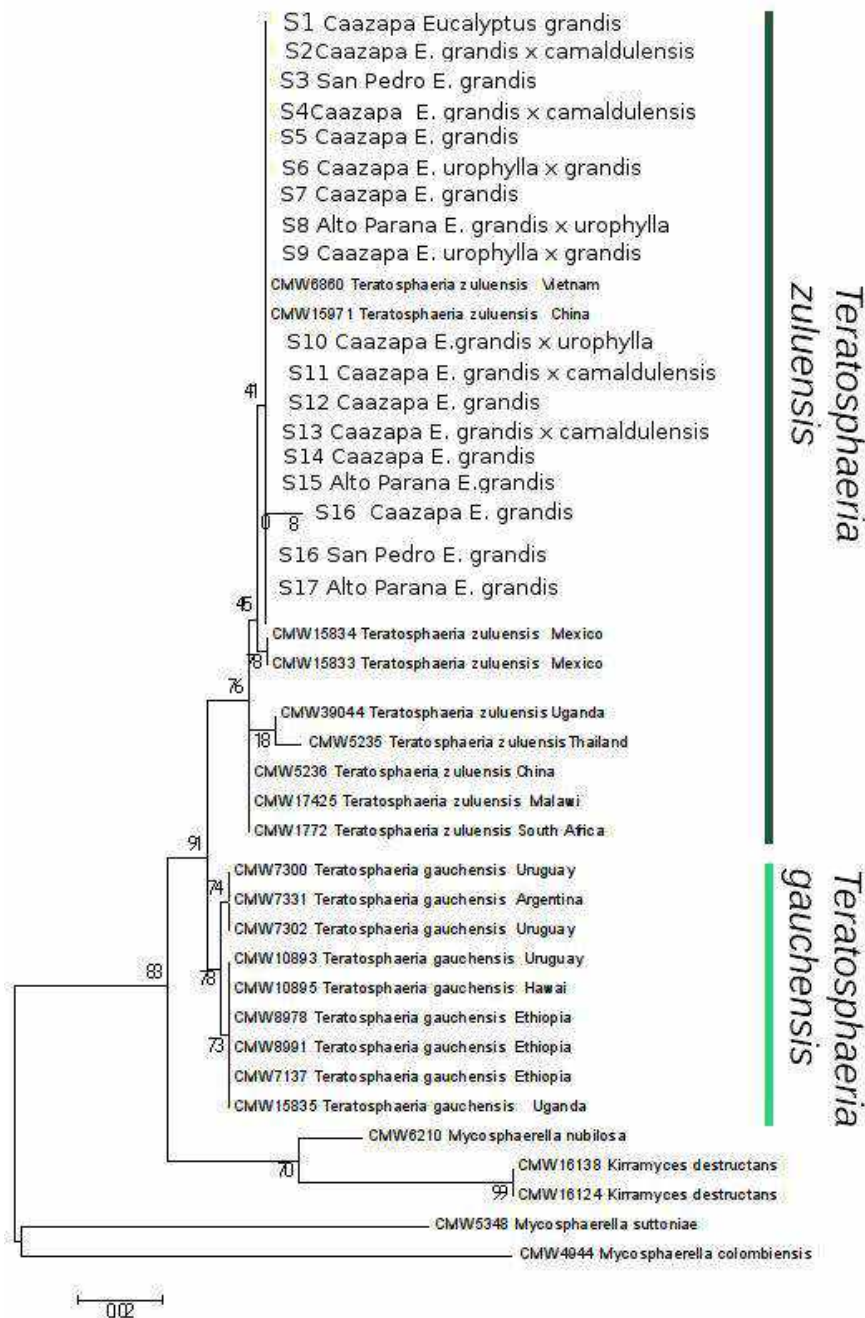


Figura 2. Filograma de las muestras de cancro de *Teratosphaeria* y hospederos en donde se ha encontrado. Se puede observar las muestras de Paraguay con los nombres de las regiones. Los valores de confiabilidad de Bootstrap (100 réplicas) están indicadas en los internodos.

Este resultado es inesperado, considerando que hasta el momento se ha encontrado en Sudamérica solamente a *Teratosphaeria gauchensis*, otra especie causante de canchros que se estima es propia de esta región (Cortinas et al. 2011).

Conclusión

Los patógenos encontrados en las plantaciones de eucalipto estudiadas son compartidos con los países vecinos, e incluyen entre otros a *Chrysosporthe cubensis*, *Austropuccinia psidii*, *Calonectria scoparia* y *Botryosphaeria parva*. Sin embargo, se ha encontrado a un nuevo agente causal del cancro Coniothyrium, *Teratosphaeria zuluensis*, que aún no se había registrado en Sudamérica. Este primer registro en Paraguay también es el primero para la región. Ésta es información útil para entes estatales y privados regionales para el manejo y sanidad forestal. Posteriores estudios determinarán la procedencia y variabilidad genética de estas muestras.

Referencias bibliográficas

- Adams, J; Fang, W; Callaway, R; Cipollini, D; Newell E. 2009. A Cross-Continental test of the Enemy Release Hypothesis: leaf herbivory on acer Platanoides (L.) is three times lower in North America than in its Native Europe. *Biological Invasions* 11(4):1005–16.
- Burgess, T; Barber, P; Hardy, J. 2005. *Botryosphaeria* spp. Associated with eucalypts in Western Australia, including the description of *Fusicoccum macroclavatum* sp. Nov. *Australasian Plant Pathology* 34 (4): 557.
- Cortinas, M; Barnes, I; Wingfield, B; Wingfield, M. 2011. Unexpected genetic diversity revealed in the Eucalyptus canker pathogen *Teratosphaeria gauchensis*. *Australasian Plant Pathology* 40:497.
- Gryzenhout, M; Myburg, H; Van der Merwe, N; Wingfield, B; Wingfield, M. 2004. *Chrysosporthe*, a New Genus to accommodate *Cryphonectria cubensis*. *Studies in Mycology* 50:119–42.
- Jimu, L; Chen, S; Wingfield, M; Mwenje, E; Roux, J. 2016. The eucalyptus stem canker pathogen *Teratosphaeria gauchensis* represents distinct genetic groups in Africa and South America. *Forest Pathology* 46(3):229–39.
- Liu, H; Stiling, P. 2006. Testing the enemy release hypothesis: a review and meta-analysis. *Biological Invasions* 8(7):1535–45.
- Mausse-Sitoe, S; Rodas, C; Wingfield, M; Chen, S; Roux, J. 2016. Endophytic Cryphonectriaceae on Native Myrtales: possible origin of chrysosporthe canker on Plantation-Grown Eucalyptus. *Fungal Biology* 120(6):827–35.
- Morse, S. 2004. Factors and determinants of disease emergence. *Revue Scientifique et Technique-Office International Des Épizooties* 23(2):443–52.
- National Library of Medicine. 2016. Blast: basic alignment search tool (en línea, sitio web). Consultado 2 set. 2016. Disponible en <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>
- Pérez, C; Wingfield, M; Altier, N; Simeto, S; Blanchette, R. 2011. *Puccinia psidii* infecting cultivated eucalyptus and native myrtaceae in Uruguay. *Mycological Progress* 10(3):273–82.
- Pérez, C; Wingfield, M; Slippers, B; Altier, N; Blanchette, R.. 2010. Endophytic and canker-associated botryosphaeriaceae occurring on non-native eucalyptus and native myrtaceae trees in Uruguay. *Fungal Diversity* 41(1):53–69.
- Rodas, C; Lombard, L; Gryzenhout, M; Slippers, B; Wingfield, M. 2005. *Cylindrocladium* blight of eucalyptus grandis in Colombia. *Australasian Plant Pathology* 34(2):143.
- Roux, J; Apetorgbor, M. 2010. First report of *Chrysosporthe cubensis* from eucalyptus in Ghana. *Plant Pathology* 59(4):806–806.
- Silva, X; Terhonen, E; Sun, H; Kasanen, R; Heliövaara, K; Jalkanen, R; Asiegbu, F. 2015. Comparative analyses of fungal biota

- carried by the pine shoot beetle (*Tomicus piniperda* L.) in Northern and Southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 30(6):497–506.
- Van Heerden, S; Wingfield, M; Coutinho, T; Van Zyl, L; Wright, J. 1997. Diversity of *Cryphonectria cubensis* isolates in Venezuela and Indonesia. *In Proc IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts*, Salvador, Bahia, Brazil, p. 142–146.
- Van Zyl, L; Wingfield, M.; Alfenas, A; Crous P. 1998. Population diversity among Brazilian isolates of *Cryphonectria cubensis*. *Forest Ecology and Management* 112(1-2):41–47.
- Wingfield, M; Rodas, C; Myburg, M; Venter, M; Wright, J; Wingfield, B. 2001. *Cryphonectria* canker on *Tibouchina* in Colombia. *Forest Pathology* 31(5):297–306.
- Wingfield, M, Slippers, B; Hurley, B; Coutinho, T; Wingfield, B; Roux, J. 2008. Eucalypt pests and diseases: growing Threats to Plantation Productivity. *Southern Forests a Journal of Forest Science* 70(2):139–44.

Tierra y desarrollo rural

Marielle Palau^{1*}

¹ BASE Investigaciones Sociales

*Autor para correspondencia: mapalau@baseis.org.py

Introducción

Esta ponencia es parte de una reflexión respecto al concepto de desarrollo, discusión que desde hace unos años se viene desarrollando en el marco de la denominada “crisis civilizatoria”, para posteriormente describir el avance del modelo de los agronegocios, sus consecuencias para la población paraguaya.

Desarrollo

Se está viviendo una crisis del sistema capitalista que abarca todas o casi todas las dimensiones de la vida, es una crisis de conjunto que permea nuestras relaciones sociales, los modos de consumo, los modos de vivir, de producir y de pensar. Tal como lo señala Lander (2015) “el patrón civilizatorio antropocéntrico, monocultural y patriarcal, de crecimiento sin fin y de guerra sistemática contra los factores que hacen posible la vida en el planeta Tierra, atraviesa una crisis terminal. La civilización de dominio científico-tecnológico sobre la llamada ‘Naturaleza’, que identifica al bienestar humano con la acumulación de objetos materiales y el crecimiento económico sin medida cuya máxima expresión histórica es el capitalismo, tiene el tiempo contado”.

Con el capitalismo, con la modernidad, se instaura el dominio de un patrón de conocimiento con pretensiones universales, basado en la racionalidad instrumental, en el que el individuo es el centro y en el que el progreso aparece como el eje estructurador, no solo de la lógica productiva, sino también del sentido común.

El mito del desarrollo, va asociado a una promesa de bienestar, progreso, de felicidad,

de calidad de vida; remite a un imaginario determinado, occidental, capitalista y colonial; pretende que se siga un camino predefinido por el Norte global. Así, en pos de ese modelo de desarrollo, orientado a las necesidades del norte, el extractivismo va avanzando aceleradamente y destruyendo la naturaleza y las comunidades a su paso.

Este proceso es denominado por David Harvey (2004) “acumulación por desposesión”, y se caracteriza porque no se basa solamente en la explotación de la fuerza de trabajo, sino principalmente en la apropiación privada de bienes de la naturaleza que se encontraban fuera del mercado y no eran considerados mercancías. Incluye la apropiación de nuevos territorios.

Paraguay ha sido históricamente y continúa siendo un país agroexportador, por lo que la tierra tiene una gran centralidad cuando se analiza el modelo de desarrollo. Según los datos del Censo Agropecuario 2008 del MAG, 54,8% del suelo agropecuario es utilizado para la ganadería, en tanto que 18,9% a la agricultura (de este porcentaje, 94,2% para los agronegocios y apenas 5,75% para la agricultura campesina y la producción de alimentos). La alta concentración de la tierra es otro de los rasgos distintivos, el 85% de las tierras está ocupada por el 3% de las fincas, otro dato importante es que ya en el año 2009, el 19,4% de las tierras estaba en manos extranjeras (Glauser 2009).

El modelo de agronegocios en el país prioriza la ganadería –para la que se destinan 17 millones de ha– y la soja –con más de 3 millones de ha– además de otros cultivos transgénicos como maíz y algodón que ya tienen aprobadas 20 semillas genéticamente modificadas (González

2015). En el año 2015 se vertieron en el país 9 kg. de venenos per cápita, principalmente glifosato (Franceschelli 2015), esto a pesar de que la Organización Mundial de la Salud lo ha catalogado como posiblemente cancerígeno.

El avance del modelo tiene como consecuencia un proceso de descampesinización. En el año 1992 la población, tanto urbana como rural, era del 50%, sin embargo, en el año 2012 la urbana pasa a 67% y la rural se reduce a 33%; hay un aumento de la criminalización hacia las organizaciones y comunidades campesinas (Areco y Palau 2016). Un acelerado proceso de deforestación se instala en la región Oriental entre los años 2007 y 2014; se deforestaron 416.500 ha., mientras que en el Chaco, entre 2005 y 2015 se deforestaron 6.840.000 ha (De la Cruz 2016). Todo ello acarrea pérdida de semillas nativas y de biodiversidad (entre otras, 116 aves en peligro de extinción).

Asimismo, es importante señalar que el modelo de los agronegocios y la agricultura campesina son incompatibles, dado que el avance del primero se da sobre territorio utilizado por las comunidades campesinas. En el año 2002 existían en el país 2.354.370 ha destinadas a los cultivos empresariales, en el año 2014 prácticamente se duplican, pasando a 5.402.509; al tiempo que la agricultura campesina en los mismos periodos pasa de 668.220 ha a 329.828 ha, obligando a la población paraguaya a una cada vez mayor dependencia alimentaria de los países vecinos, es decir, importamos mayor cantidad de alimentos.

Conclusiones

El modelo de los agronegocios se orienta a satisfacer las necesidades del norte global y es el gran negocio de sus empresas; a nivel nacional las consecuencias del mismo son nefastas tanto por la dependencia alimentaria, como por la pérdida de semillas nativas y criollas, y por la sistemática violación a los derechos humanos y de la naturaleza. Uno de los desafíos más urgentes es impulsar una profunda reflexión sobre lo que se denomina “modelo de desarrollo” y orientarlo efectivamente a satisfacer las necesidades de la

población local, existen varias iniciativas que ya se están implementando orientadas a nuevas formas de producción y consumo, como lo es la propuesta de la Vía Campesina de soberanía alimentaria.

Referencias bibliográficas

- Areco, A; Palau, M. 2016. Judicialización y violencia contra la lucha campesina: casos de criminalización en el periodo 2013-2015. Asunción, Paraguay, Baseis. 133 p.
- De la Cruz, LM. 2016. Desmonte INC: una empresa que mata . *In* Palau, M (eds.). Con la soja al cuello: informe sobre agronegocios en Paraguay. Asunción, Paraguay, Baseis. 45 p.
- Franceschelli, I. 2015. Agronegocios y venenos. Pobre Paracelso”. *In* Palau, M (eds.). Con la soja al cuello: informe sobre agronegocios en Paraguay. Asunción, Paraguay, Baseis. 45 p.
- Glauser, M. 2009. Extranjerización del territorio paraguayo. Asunción, Paraguay, Baseis. 167p.
- González, S. 2015. Semillas transgénicas. Variedades y procedimientos para su aprobación” *In* Palau, M (eds.). Con la soja al cuello: informe sobre agronegocios en Paraguay. Asunción, Paraguay, Baseis. 45 p.
- Harvey, D. 2004. El nuevo imperialismo: acumulación por desposesión” *In* Socialist Register. Buenos Aires, CLACSO. v . 30, 129 p
- Lander, E. 2015. Crisis civilizatoria, límites del planeta, asaltos a la democracia y pueblos en resistencia *In* Estudios Latinoamericanos (36):29-58.
- Ortega, G. 2016. Agronegocios vs. Agricultura campesina: resistir y producir. *In* Palau, M (eds.). Con la soja al cuello: informe sobre agronegocios en Paraguay. Asunción, Paraguay, Baseis. 45 p.

Factores socioeconómicos que afectan las plantaciones forestales y su manejo en las pequeñas fincas de la Región Oriental de Paraguay

Elizabeth Monges^{1,2*} y Jürgen Pretzsch²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Instituto de Forestería Tropical, Universidad Técnica de Dresden. Dresden, Alemania.

*Autor para correspondencia: lizamonges@gmail.com

Introducción

Junto con el debate sobre el cambio climático, las energías renovables se están convirtiendo en un tema ampliamente discutido. Los recursos forestales constituyen un elemento importante en la economía rural del Paraguay, no sólo para la subsistencia, sino también para la generación de ingresos.

La leña es la fuente de energía más tradicional en zonas rurales, pero por lo general su contribución al bienestar de las familias es subestimada. Las altas tasas de deforestación en la región Oriental del país y las escasas reforestaciones, redujeron significativamente el suministro de madera.

Desde hace un par de décadas, las plantaciones se establecieron en pequeñas áreas con creciente frecuencia. Varios proyectos de plantaciones forestales en pequeñas fincas fueron realizados con diferentes objetivos, escalas, costos y estrategias de implementación. Resultados tales como el aumento de la cubierta forestal o el apoyo a las comunidades rurales empobrecidas para satisfacer sus necesidades de productos forestales, siguen siendo modestos.

La finalidad del estudio es proporcionar una mejor comprensión de los factores socioeconómicos que influyen en el establecimiento de plantaciones forestales en pequeñas fincas y su potencial contribución a la generación de ingresos. El resumen presenta: a) las razones de los agricultores para plantar árboles; b) los factores socioeconómicos relacionados con las plantaciones forestales en pequeñas fincas; y c) su potencial económico.

Metodología

Este estudio se enmarca dentro de un proyecto más amplio sobre los factores que influyen en las plantaciones forestales comerciales de Paraguay. La investigación empírica se abordó mediante métodos de investigación social cuantitativos y cualitativos para la recopilación y el análisis de los datos. Los estudios de casos se caracterizan por una cuidadosa selección que se centra en uno o dos temas que son fundamentales para entender el sistema que se está examinando (Yin 2009).

Se identificaron los programas y proyectos de plantación de árboles de pequeños productores realizados en los últimos años. Los estudios de caso fueron seleccionados por ambos, la naturaleza del esquema y las características socioeconómicas de las comunidades con el propósito de presentar diferentes escenarios de promoción de plantaciones forestales para pequeñas fincas (Tabla 1).

Se llevaron a cabo 45 entrevistas a través de un muestreo intencional (Neuman 2014) con a) los agricultores más exitosos en la plantación de árboles, b) aquellos que representaban una situación cercana al promedio general y c) aquellos por debajo de la media. Las entrevistas se realizaron en las casas de los agricultores además de un recorrido a través de sus fincas para potenciar una conversación espontánea, a la par de hacer observaciones de la finca y de la plantación. El cuestionario utilizado incluyó variables socioeconómicas, silviculturales y de percepción. Las variables socioeconómicas incluyeron las características personales de los miembros de la familia, edades, educación,

Tabla 1. Características de los casos. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, San Lorenzo, 2017.

Características	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Departamento	San Pedro	San Pedro	Paraguari
Distritos	General Aquino	Choré	Achahay, San Roque
Distinción	Cooperativa de pequeños productores	Ex beneficiarios de proyecto de extensión forestal	Ex beneficiarios de proyecto MDL
Número de fincas por comunidad	142	260	180
Número de fincas con plantaciones	73	46	40
Entrevistas	15	15	15
Proyectos involucrados	COVEPA & PMRN	PMRN	CDM - JIRCAS
Especies	<i>Eucalyptus</i> spp., especies nativas	<i>Eucalyptus</i> spp., <i>Melia azedarach</i> , especies nativas	<i>Eucalyptus</i> spp., <i>Grevillea robusta</i>

ocupaciones, tenencia de la tierra, las fuentes de ingresos, los gastos anuales, la participación en organizaciones sociales y los aspectos financieros de las plantaciones. Las variables silviculturales se centraron en las características técnicas de la plantación como las especies utilizadas, edades, superficie, densidad y manejo. También se incorporaron preguntas abiertas sobre la percepción de los agricultores en torno a las plantaciones forestales. Las entrevistas y discusiones con expertos ayudaron a complementar y ampliar el entendimiento sobre el tema.

Resultados y discusión

Razones del agricultor para plantar árboles

Los agricultores indicaron más de un motivo para establecer sus plantaciones. El principal objetivo

de manejo fue para la producción de madera para el autoconsumo y para la generación de ingresos. Aunque la justificación para el establecimiento de las plantaciones fue económica (la principal preocupación del agricultor fue el ingreso en efectivo), se encontró una serie de justificaciones convincentes e interconectadas para la toma de decisiones (Tabla 2). Los agricultores del Caso 1 expresaron su convencimiento en cuanto a las ventajas del crecimiento rápido del eucalipto. Gracias al programa forestal, fueron capaces de establecer árboles con una asistencia técnica muy eficiente. Algunos de los agricultores mencionaron que la razón era también “obtener oxígeno”. Los beneficios socioeconómicos de las plantaciones de madera no necesariamente fueron directos. En algunos casos incluyeron “impactos negativos evitados”, donde las plantaciones cumplían dos objetivos principales: producir leña y evitar la invasión de tierras.

Tabla 2. Razones del agricultor para plantar árboles por orden de importancia. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, San Lorenzo, 2017.

- Recibió insumos a través de un proyecto de extensión forestal / por presión social
- Convencido de que la plantación puede servir como un fondo de jubilación o para el futuro familiar (ahorro / inversión)
- Por los incentivos que recibiría del proyecto
- Madera y leña para la finca
- Por los servicios ambientales (sombra, franjas de protección, control de erosión).
- Para embellecer la finca, por pasatiempo, satisfacción

También aseveraron que la presión sobre los bosques naturales restantes de sus fincas puede ser disminuida con la plantación de árboles.

Factores socioeconómicos relacionados con las plantaciones forestales en pequeñas fincas

Los principales factores socioeconómicos mencionados fueron la disponibilidad de tierras, el apoyo técnico y de largo plazo (mecanismos de financiamiento, proyectos de extensión) y la participación en organizaciones sociales. Los bajos precios de la madera, la competencia entre los árboles y los cultivos, y el escaso acceso a los mercados afectan la voluntad de los propietarios de plantar árboles en el futuro. Se observó una aparente debilidad de las plantaciones forestales tienen al competir con otras opciones de uso del suelo con mayores rendimientos. Históricamente, esta situación se ha dado entre el bosque y las otras opciones de uso del suelo más atractivas económicamente (Glastra 1999).

Potencial contribución a la generación de ingresos en los hogares rurales

El manejo de plantaciones forestales en fincas de pequeña escala requiere poco apoyo financiero y de mano de obra en relación a los cultivos comerciales tradicionales. Se demostró que el potencial para apoyar la generación de ingresos de los hogares. Las plantaciones de eucalipto ofrecieron los rendimientos más atractivos. La relación costo - beneficio favorable puede ser aún mayor en las tierras marginales. Las evaluaciones financieras han mostrado un equilibrio favorable para los incentivos políticos hacia las plantaciones madereras y los altos rendimientos (Vidal 2008). Los agricultores pro-activos estuvieron dispuestos a utilizar los factores de producción agrícola para garantizar las plantaciones forestales, bajo la condición de que se puedan contar con incentivos de mercado.

Conclusión

La mayoría de los entrevistados reconocieron que el cultivo de árboles a pequeña escala tiene muchas ventajas y ven como fortalezas para su

desarrollo. Sin embargo, se observa la necesidad de apoyo por parte del gobierno no sólo para alentar a los agricultores a plantar árboles sino también para crear y apoyar mecanismos de mercado para los productos forestales. La plantación de madera en Paraguay es actualmente una actividad prometedor. Factores bien conocidos que hacen particularmente atractiva la inversión en plantaciones forestales son la disponibilidad de tierras, buenas condiciones de suelo y clima. Sin embargo, existen otras ventajas como la baja carga tributaria, el flujo de capital abierto a la inversión extranjera y el costo competitivo. Paraguay no enfrenta políticas materialmente restrictivas a las plantaciones forestales o sus usos y tiene una ubicación estratégica cerca de los principales consumidores de productos forestales. El éxito en el sector forestal depende de políticas que puedan fortalecer y consolidar las plantaciones de madera y los mercados de madera.

Referencias bibliográficas

- Glastra, R. 1999. Cut and run: illegal logging and timber trade in the tropics. Ottawa, International Development Research Centre. 112 p.
- Neuman, WL. 2014. Basics of social research: qualitative and quantitative approaches. 7 ed. CA, Estados Unidos de Norteamérica, Pearson Education. 576 p.
- Vidal, V. 2008. Rentabilidad para el estado de los incentivos para las plantaciones forestales: mesa forestal nacional, el mecanismo para los programas forestales nacionales. Paraguay, FAO-Facility. s/p.
- Yin, R. 2009. Case study research design and methods: applied social research methods. 3 ed. s.l, SAGE. 200 p.

Agricultura familiar: un análisis de los ingresos monetarios de la Asociación 3 de Noviembre del distrito de Capiibary, departamento de San Pedro, periodo agrícola 2014-2015

Norma Carballo¹ y Víctor Enciso^{2*}

¹Secretaría de Acción Social-Presidencia de la República-Paraguay

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo del Campo Grande, Paraguay.

*Autor para correspondencia: venciso@agr.una.py

Introducción

La importancia de la agricultura en el crecimiento económico de los países en desarrollo, es un hecho ampliamente reconocido a nivel mundial. La comercialización es un proceso de intercambio de bienes, que incluye servicios, como el caso agropecuario, que se da en los mercados y por medio del cual los productores participan en el intercambio de productos y generación de ingresos por medio del mismo. La Agricultura Familiar (AF) de América Latina, da empleo aproximadamente a dos de cada tres agricultores de la región. En este contexto, no es exagerado afirmar que al menos 100 millones de personas en Latinoamérica dependen de este sector. Dicho segmento, suele ser caracterizado como de baja productividad y potencialmente vulnerable al proceso de globalización que enfrenta América Latina. FAO y BID (2007).

La Ley N° 2419, del 23 de setiembre del 2003, de creación del Instituto Nacional de Desarrollo Rural y de la Tierra (INDERT), es la que establece el primer concepto legal de la Agricultura Familiar, entendiéndola como aquella en la cual el recurso básico de mano de obra lo aporta el grupo familiar, siendo su producción básicamente de autoconsumo y parcialmente mercantil, completando los ingresos a partir de otras producciones de carácter artesanal o extrapredial. Al no introducir la dimensión espacial límite al concepto de agricultura familiar, esta ley se fundamenta en las características sociales, productivas y económicas de dicha categoría social. (Almada y Barril 2006). En noviembre de 2004, en el marco del Consejo Agropecuario

del Sur (CAS), integrado por los países del Mercosur, Bolivia y Chile, dentro de su grupo de trabajo Red de Políticas Agropecuarias (REDPA) y con la cooperación de FIDA-MERCOSUR, se elaboró el documento “Contribución a las políticas de apoyo interno para la sostenibilidad de la Agricultura Familiar en el Mercosur, Chile y Bolivia (Cono Sur)” en el que se describe el concepto de agricultura familiar en cada país de la región. Si bien, todos coinciden en distinguir a los productores de subsistencia y a los orientados al mercado, a esta categoría “cada administración la estratificará por tamaño, niveles de venta, de capital, de ventas, etc., en función de los programas que en cada caso vaya priorizando” (De Obschatko et al. 2007).

De acuerdo a datos de la Dirección de Comercialización MAG (2013), fueron 62 las organizaciones de pequeños productores quienes comercializaron sus productos en la Dirección de Abastecimiento de Mercado de Asunción (DAMA), más específicamente, en el Bloque L, CECOPROA (Centro de Comercialización para Productores Asociados). Este bloque dentro del mercado es un espacio físico, donde el Ministerio de Agricultura y Ganadería a través de la Dirección de Comercialización, brinda oportunidades a los productores asociados para comercializar sus productos, sin intermediarios.

La agricultura paraguaya es descrita como dual, la conforman por un lado la denominada agricultura familiar campesina (AFC), o simplemente agricultura familiar (AF), cuya principal característica es la de producir en pequeñas extensiones de tierra, y por el otro

lado, la denominada agricultura mecanizada (AM) caracterizada por producir en grandes extensiones de tierra. La Agricultura Familiar Campesina (AFC) fue estudiada en Paraguay por varios autores (Almada y Barril 2007, Torres y Lovois 2009, Gattini 2011, Itriago 2012, Enciso et al. 2014), pero sin abordar el origen principal de los ingresos monetarios, tal como se pretende en este trabajo. De ahí que la hipótesis principal es que los ingresos provenientes de la comercialización de rubros agropecuarios, de los productores asociados, localizados en la compañía 3 de Noviembre de la Ciudad de Capiibary, inciden en mayor grado en el ingreso total, con relación a los ingresos generados por medio de las actividades extraprediales. El objetivo general fue comparar los ingresos y egresos prediales y extraprediales de los productores de la Asociación de la Comunidad de 3 de Noviembre, del Distrito de Capiibary. Como objetivos específicos se establecieron: (i) caracterizar a los miembros de la Asociación de productores, en función a la producción, comercialización y organización; (ii) describir las fuentes de ingreso predial de cada familia asociada; (iii) detallar las fuentes de ingreso bruto extrapredial de cada familia asociada; (iv) determinar el costo directo de cada fuente de ingreso; (v) especificar el aporte neto de cada una de las fuentes de ingreso al ingreso total de la finca agrícola.

Metodología

La investigación se realizó con los miembros de la asociación de productores, Kokué Poty, de la comunidad 3 de Noviembre, Distrito de Capiibary, Departamento de San Pedro a un total de 29 productores, en el periodo agrícola comprendido entre el 1 de junio de 2014 al 31 de julio de 2015, aplicando un enfoque cuantitativo. Para la investigación se realizó un censo donde se consideraron las siguientes variables: Ingreso predial; generado por medio de las actividades agrícolas, mediante la comercialización de diversos rubros, Costo Predial; relacionado a los costos en los que el productor ha incurrido a nivel de finca, en la actividad agrícola, Ingreso Neto Predial; ingreso obtenido de la actividad predial,

una vez descontado, los gastos utilizados en la realización de la actividad, Ingreso Extrapredial; ingreso obtenido por medio de actividades realizadas fuera de la finca, Costos Extraprediales; son los gastos utilizados para la realización de actividades de generación de ingreso fuera de la finca familiar, Ingresos Neto Extrapredial; ingreso obtenido una vez descontado los gastos utilizados para la obtención del mismo, Egreso Total; resultado de la suma de los egresos prediales más los egresos extraprediales más gastos familiares, Ingreso Bruto Total; ingreso obtenido por la venta del producto, resultante de la sumatoria del ingreso predial, y del ingreso extrapredial, Ingreso Neto Total; suma de los ingresos neto predial y extrapredial, Consumo Familiar: ingreso por autoconsumo, que no es monetario e Ingreso Neto Familiar; resultante del ingreso neto total, que incluye el ingreso predial más el ingreso extrapredial y el ingreso por autoconsumo. Los datos se obtuvieron de dos fuentes; se realizaron entrevistas y un censo a los productores, mediante las visitas a finca, y reunión con directivos de la Asociación Kokué Poty, obteniendo datos relacionados a los ingresos por medio de sus actividades prediales y extraprediales, en el periodo de estudio. Se utilizaron cuestionarios y guías de entrevistas. La recolección de informaciones sobre datos relacionados al ingreso generado por parte de los asociados, se realizó utilizando los registros de comercialización de la Dirección de Comercialización del Ministerio de Agricultura y Ganadería, dentro del Bloque L CECOPROA del Mercado de Abasto de Asunción, y de la Asociación de productores Kokué Poty, en el periodo de la campaña agrícola 2014-2015. Una vez conocida las condiciones de los agricultores familiares, se procedió al análisis estadístico SPSS, utilizando datos como frecuencia, medias, máximos, mínimos, etc.

Resultados y discusión

Características de los productores: los productores de la Asociación de Productores Kokué Poty, pertenecen a la comunidad 3 de Noviembre, lado oeste de Capiibary. En la actualidad, el número de socios es de 29. La finca

de los productores no sobrepasa las 20 ha de superficie. La principal actividad de generación de ingreso de los productores de la Asociación, es la agricultura, teniendo como principal rubro de renta a la mandioca. La comercialización, de los productores es realizada en forma asociativa o conjunta, teniendo su origen en el plan de producción individual que luego pasa a general. La Asociación de Productores Kokué Poty gestiona los servicios de transporte de un tercero hasta el Mercado de Abasto de Asunción a un costo de 1.800.000 G. por viaje. Los mayores envíos son en setiembre y octubre y los menores de diciembre a abril.

Principales rubros agrícolas como fuente de ingreso predial: para el 87% de los productores el rubro de la mandioca es el de mayor importancia como fuente de ingreso principal. En segundo lugar, la arveja y en tercero la batata. El ingreso predial alcanza en promedio 43.159.969 G., existiendo, una variabilidad en el monto, entre los productores, cuya frecuencia no se repite entre los 29 asociados. Se agruparon al ingreso predial mínimo en tres rangos (a) que comprende desde 10.000.000 G. a 30.000.000 G., (b) con valores desde 30.000.000 G. a 50.000.000 G., y (c) desde 50.000.000 G. a más. Los resultados evidenciaron que un total de 7 productores (24%) tienen ingreso predial correspondiente al primer rango. En el segundo rango se ubican la mayor cantidad de productores, que son 14, equivalente a 48% del total. En el tercer rango se tiene a 8 productores correspondiendo a los 28% del total.

Costo Directo Predial: El costo directo de las actividades prediales alcanza en promedio 30.314.779 G. con un rango que va entre 2.281.600 G. y 60.086.050 G. Se agruparon los ingresos en tres rangos: (a) menor a 20.000.000, (b) 20.000.000 a 40.000.000 y (c) mayor a 40.000.000 G. Los resultados demostraron que 7 productores, 24% del total, tienen costos directos dentro del primer rango. La mayor cantidad de productores que son 17, correspondiente al 59% tienen un costo directo dentro del segundo rango. Se observa que 5 productores (17%) tienen los costos directo predial, que corresponde al tercer rango. *Principales fuentes de ingresos*

extraprediales: Los ingresos extraprediales generados, por los productores tienen fuentes diferentes tales como remesas, transferencias, y venta de fuerza de trabajo. El resultado demostró que, de los 29 productores, 22 tienen ingreso por actividades extraprediales. En ese grupo sobresale la transferencia como el máximo de ingreso extrapredial con un 46% involucrando a 10 productores, la venta de fuerza de trabajo se ubica en segundo lugar con 31% con 7 productores, y la remesa en tercer lugar con un 23% con 5 productores.

Costo Directo Predial: el costo directo de las actividades prediales en promedio alcanza 30.314.779 G., con un rango que va entre 2.281.600 G. y 60.086.050 G. Se agruparon los costos prediales en tres rangos (a) con costos hasta 15.000.000 G., (b) con costos de 15.000.000 G. a 30.000.000 G. y (c) mayor a 30.000.000 G. El resultado demuestra que 2 productores 7% del total tienen costo predial dentro de la primera agrupación 13 productores 4% tienen un costo predial dentro del segundo rango y 14 productores 48% tienen un costo predial que cae dentro del tercer rango.

Gastos extraprediales: los gastos extraprediales más utilizados están relacionados a la movilidad o comunicación de los productores para llegar a efectuar o concretar la actividad fuera del predio de la finca familiar. Los gastos de las actividades extraprediales en promedio alcanzan 202.207 G., con un rango que va entre 0 G. y 2.400.000 G. Se agruparon los gastos en tres rangos (a) con gastos hasta 600.000 G., (b) con gastos de 600.000 G. a 1.200.000 G. y (c) mayor a 1.200.000 G. El resultado mostró que 62% del total de productores tienen gastos extraprediales dentro de la primera agrupación, 31% tienen un gasto extrapredial dentro del segundo rango y 7% tienen un gasto extrapredial que se enmarca dentro del tercer rango. *Ingreso por autoconsumo:* el ingreso por auto consumo familiar en promedio alcanza 3.057.828 G., con un rango que va entre 1.285.000 G. y 5.382.000 G. Se agruparon los ingresos por auto consumo familiar en tres rangos (a) con ingresos hasta 1.350.000 G., (b) con ingresos de 1.350.000 G. a 2.450.000 G. y (c) mayor a

2.450.000 G. El resultado demuestra que 3% del total tienen un ingreso por auto consumo dentro de la primera agrupación 35% tienen un ingreso por autoconsumo dentro del segundo rango y 62% tienen un ingreso por autoconsumo dentro del tercer rango.

Ingreso neto total: el ingreso neto total en promedio alcanza 14.603.673 G., con un rango que va entre 3.115.700 G. y 37.544.925 G. Se agruparon los ingresos netos en tres rangos (a) con ingresos hasta 9.500.000 G., (b) con ingresos de 9.500.000 G. a 18.700.000 G. y (c) mayor a 18.700.000 G. El 34% del total tienen un ingreso neto dentro de la primera agrupación 45% tienen un ingreso neto dentro del segundo rango y 21% tienen un ingreso neto dentro del tercer rango.

Ingreso neto familiar: el ingreso neto familiar en promedio alcanzó 17.661.500 G., con un rango que va entre 5.015.700 G. y 39.645.925 G. Se agruparon los ingresos netos familiares en tres rangos (a) con ingresos hasta 10.000.000 G., (b) con ingresos de 10.000.000 G. a 20.000.000 G. y (c) mayor a 20.000.000 G. Así, 5 productores (17.2% del total) tienen un ingreso neto familiar dentro de la primera agrupación 16 productores (55%) tienen un ingreso neto familiar dentro del segundo rango y 8 productores (28%) tienen un ingreso neto familiar dentro del tercer rango.

Conclusión

La principal actividad predial realizada por los productores, para la producción de ingreso, es la agricultura a través de la producción de rubros utilizados tanto para venta como para el consumo familiar. Las transferencias realizadas desde el extranjero corresponden a la principal actividad extrapredial como ingreso en la mayoría de los casos. No obstante, existe una cantidad de productores quienes no tienen participación en esta actividad. Se concluye así, cuando realizada la comparación entre los ingresos y egresos prediales y extraprediales, de productores de la Asociación 3 de Noviembre, del Distrito de Capiibary, que en el ingreso neto familiar, la fuente que otorga más ingreso es generado por las actividades prediales.

Referencias bibliográficas

- Almada, F; Barril, A. 2006. Caracterización de la agricultura familiar en el Paraguay. Asunción, PY, IICA. 76 p.
- De Obschatko, E; Foti, M; Román, M. 2007. Los pequeños productores en la República Argentina: importancia en la producción agropecuaria y en el empleo en base al censo nacional agropecuario 2002. 2 ed. rev. y ampl. Buenos Aires, AR, IICA. 127 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY). Dirección de comercialización (en línea, sitio web). Consultado 15 oct. 2013. Disponible en <http://www.mag.gov.py/index-b-nuevo.php?pag=cecoproa.html>
- Enciso, V; Salas-Mayeregger, J; Enciso, C. 2014. El capital agrario en fincas de la agricultura familiar campesina: estudios de casos. Investigación Agraria 16(1):56-63.
- FAO/BID. 2007. Políticas para la agricultura familiar en América Latina: resumen ejecutivo. Santiago, CL, FAO. 34 p.
- Gattini, J. 2011. Competitividad de la agricultura familiar en Paraguay (en línea, sitio web). Consultado 15 oct. 2013. Disponible en <http://www.cadep.org.py/2011/02/2230/>
- Itriago, D. 2012. Tributación en Paraguay: el ostracismo de la pequeña agricultura (en línea). Cowley, Oxford, Oxfam Research Reports. 41 p. Consultado 10 oct. 2013. Disponible en <http://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/rr-taxation-paraguay-smallscale-producers-24052012-es.pdf>
- Torres, O; Lovois, M. 2009. Caracterización de la agricultura familiar en el departamento de San Pedro, región Oriental del Paraguay. Población y Desarrollo 37:9-26.

Rentabilidad de la producción de soja (*Glicine max*), en sistema de siembra al voleo y sistema de siembra directa en el Distrito de Santa Fe

Andrea Parodi¹ y Víctor Enciso^{2*}

¹ Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional del Este, Minga Guazú, Paraguay.

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: venciso@agr.una.py

Introducción

El cultivo de la soja es uno de los más implementados en el departamento del Alto Paraná, concediéndole el título de mayor productor de soja debido, entre otros factores, a las condiciones propicias del suelo, y sus características fisicoquímicas. El sistema de cultivo adoptado desde finales de la década del 90, corresponde al de la siembra directa. Esta posibilita la reducción de la pérdida de nutrientes del suelo, erosión, y el mantenimiento de la humedad, entre otras medidas de conservación, permitiendo así un modelo de producción sustentable. PROCISUR (2000), menciona que la siembra directa (SSD) es caracterizada esencialmente por rastros en la superficie, y el no movimiento o no laboreo del suelo. Sus beneficios son la protección del suelo contra la erosión, además del incremento de la estratificación de la materia orgánica.

El uso del SSD se caracteriza por la menor intensidad de movilización del suelo y por la reducción de la frecuencia del tráfico de máquinas sobre el terreno, y por mantener sobre la superficie del suelo gran cantidad de cobertura vegetal, proveniente de un cultivo implantado para ese fin. La utilización del SSD de soja en el Paraguay ayudó a expandir las áreas con actividad agrícola mecanizada o de la agricultura comercial. Yendo de manera perpendicular a todo lo descrito, en el Distrito de Santa Fe del Paraná, en el Departamento de Alto Paraná hace 6 años un productor implementa un sistema de siembra al voleo en soja, con promedios de producción satisfactorios. Según Lobo Di Palma y Sánchez (2001), la siembra al voleo es el método más

generalizado, sencillo, rápido y puede realizarse en forma manual o mecánica. El éxito en el establecimiento va a depender de la uniformidad en la distribución de la semilla, además de la dirección y velocidad del viento para evitar que queden áreas sin semilla o con exceso de esta. Este método requiere una mayor cantidad de semilla que las recomendadas con el propósito de cubrir mejor el área. Marcolini (2011) mencionan que, mediante análisis han demostrado que el rendimiento de granos en soja en siembra al voleo es mayor en un 35,33% con relación a la siembra directa siendo la diferencia de 1.128 kg ha⁻¹. Igualmente, afirma que estos resultados eran de esperar ya que mediante la siembra al voleo se obtiene una mayor distribución de las plantas por unidad de área, facilitando la penetración de luz y aumentando consecuentemente el porcentaje de asimilación líquida de CO₂, repercutiendo en la productividad.

El presente trabajo pretende comparar la rentabilidad económica de la producción de la Soja en los sistemas de siembra al voleo y en el sistema de cultivo bajo siembra directa. Específicamente buscará identificar los costos de producción bajo el sistema de siembra al voleo y el sistema de siembra directa, analizar el rendimiento de los sistemas de siembra al voleo y siembra directa, determinar los ingresos de producción bajo el sistema de siembra al voleo y el sistema de siembra directa, contrastar la rentabilidad de los sistemas de producción bajo siembra al voleo y el sistema de siembra directa, para finalmente establecer la viabilidad económica del sistema de siembra al voleo como una opción alternativa para el cultivo en estudio.



Metodología

El estudio se realizó en el distrito de Santa Fe del Paraná, Departamento de Alto Paraná en la propiedad identificada por las coordenadas geográficas: N: 7.201.866 E: 729.219, en el cual el sistema utilizado es el de siembra al voleo. Los datos para el sistema de siembra directa fueron proporcionados por la empresa Agrícola Santa Fe, tomando éstos como datos promedios de la zona. Los medios de levantamiento consistieron en visitas para la recolección de datos y entrevistas, además de revisión de planillas de registros de egresos, y rendimientos de las parcelas. El tipo de investigación aplicado fue descriptivo, con diseño no experimental de corte transversal. El periodo de levantamiento de datos correspondió al ciclo del cultivo de verano 2014/2015, que se inició en setiembre 2014 y finalizó en enero 2015. El material utilizado fue COODETEC 6230. Se tomó en cuenta el rendimiento promedio de la soja zafra 2014/2015 proporcionado por el Instituto Nacional de Biotecnología (INBIO). El precio base se fijó de acuerdo a la cotización promedio de la soja en el mercado de Chicago para entrega en Mayo del 2015. Todos los cálculos de costos e ingresos fueron efectuados en dólares americanos corrientes.

La definición conceptual y operacional de las variables, se expone a continuación. (i) *Costos*: los costos representan erogaciones y cargos asociados clara y directamente con la adquisición o la producción de los bienes o la prestación de los servicios. El costo total de producción se calculó como la sumatoria de los costos fijos y los costos variables. Se miden en dólares corrientes de EEUU (\$). (ii) *Rendimiento*: es el resultado de la división de la producción obtenida entre la superficie cosechada. En muchos casos el rendimiento también puede ser un dato y no un calculado, debido a que se puede obtener a partir de la medición física del producto en laboratorio y con ese dato se puede calcular la producción obtenida. Se mide en kilogramos por hectárea (Kg ha^{-1}). (iii) *Ingreso*: provienen de la venta de su producto en el mercado a cambio de un precio. El ingreso bruto fue el producto del rendimiento por el precio de la venta del producto. El ingreso

neto obtuvo mediante la diferencia entre los costos de producción y el ingreso bruto. Se mide en dólares corrientes de EEUU (\$). (iv) *Rentabilidad*: es la relación entre los beneficios que proporciona una determinada operación y la inversión. En este caso se tomó como proxy de la inversión el costo total, de modo que la estimación de la rentabilidad se realizó mediante el coeficiente entre el ingreso bruto y el costo total expresado tanto por ciento.

Resultados y discusión

Pre siembra y siembra: la pre-siembra en el sistema de siembra directa tuvo un costo 162,05 \$, que fue superior al sistema al voleo. La diferencia fue de 39,05 \$, que se debió a que el primer sistema citado, contó con un costo en la aplicación de herbicida de 27,05 \$, mientras que en al voleo no se aplicó herbicida. A esto se sumó la fertilización en el sistema de siembra directa con un valor superior en 12 \$. En la etapa de tratamiento de semillas, el sistema de siembra al voleo contó con un costo de 154,30 y el de siembra directa 141,89 ambos en $\text{\$ ha}^{-1}$. Uno de los aspectos resaltantes en este punto es lo que se refiere al costo de las semillas, el sistema de siembra al voleo utilizó mayor cantidad de semillas, lo que se refleja en el costo de la misma que sobrepasó al sistema de siembra directa con 23,25 $\text{\$ ha}^{-1}$. En lo que refiere a maquinarias se pudo observar una diferencia de 10 \$, del sistema de siembra sobre el voleo. Esta diferencia se debió a que la maquinaria utilizada para siembra al voleo es más rustica y de menor costo. En un análisis global se observa una diferencia de 12,41 \$ debido al tratamiento de semillas y siembra, siendo la siembra al voleo el sistema que presenta un mayor costo. En el porcentaje de inversión en esta etapa, el primer sistema alcanzó el 30,46% y el segundo 29,58%, ambos en relación a sus respectivos costos totales.

Cuidados culturales: en un análisis global referente a la etapa de aplicaciones de defensivos se pudo ver que el primer sistema, el de siembra directa, alcanzó un costo total de 298,92 \$ con seis aplicaciones, llevando a un promedio por aplicación de 49,82 \$. En contrapartida el

Tabla 1. Costos de producción del sistema de siembra directa y siembra al voleo en Santa Fe-Alto Paraná. Zafra 2014/2015 (\$ ha⁻¹).

Costos	Siembra Directa	Siembra al Voleo
Fijos	472	432
Alquiler de Maquinarias	215	175
Alquiler de tierra	257	257
Variables	469	450
Semillas	85	109
Fertilizantes	115	105
Herbicida	82	54
Fungicida	92	126
Insecticida	96	56
Total	941	882,40

segundo sistema, correspondiente al voleo realizaron cuatro aplicaciones totalizando un valor de 264,96 \$, con un promedio de 66,24 \$ por aplicación. En términos relativos, el primer sistema lleva el 31,75% y el segundo 30,03%, ambos en relación a sus respectivos costos totales.

Desecación y cosecha: se pudo observar que en el sistema al voleo hubo un mayor costo de desecación con un monto de 28,14 \$ mientras que la siembra directa presentó un costo de 26,60, que fue menor en 1,54 \$. Esto fue por el hecho que los costos de herbicida del productor de siembra al voleo fueron mayores; debido a que no utilizó productos genéricos, ya que la cantidad utilizada es la misma. En la cosecha, ambos sistemas de producción presentaron el mismo costo de alquiler de maquinarias y transporte con un valor de 55,00 \$. De igual manera los costos correspondientes al alquiler de tierra presentaron un costo de 257,00 \$ por hectárea, los mismos fueron establecidos por los arrendatarios con antelación en base a 800 kg ha⁻¹ independientemente del nivel de producción.

Rendimiento e ingresos: el rendimiento en el sistema de siembra al voleo fue superior

en 250 kg ha⁻¹. Se utilizó para estimar el ingreso, el precio promedio en marzo 2015 para la soja en mayo 2015 cotizada en la Bolsa de Chicago. Tal promedio fue 322 \$ t⁻¹. Los resultados mostraron que el sistema de siembra al voleo tuvo un ingreso bruto superior en 81 \$. Más específicamente el valor fue de 1.208 \$ en el sistema al voleo, mientras que el sistema de siembra directa llegó a 1.127 \$. En ambos sistemas los rendimientos fueron marcadamente superiores al promedio del Alto Paraná, fue de 2,738 t ha⁻¹ para esa zafra. En los resultados obtenidos mediante la diferencia entre el ingreso bruto y el costo total, se puede afirmar que el sistema de siembra al voleo presentó un mayor ingreso con un valor de 325,60 \$, existiendo una diferencia de 140,06 \$ entre el sistema de siembra directa cuyo valor es de 185,54 \$.

Rentabilidad: el sistema de siembra al voleo presentó una mayor rentabilidad con un 36,89%. Sobrepassando a la siembra directa cuyo valor es de 19,70%. Entonces podemos afirmar que el sistema de siembra al voleo, en este caso específico, fue más rentable.

Tabla 2. Análisis financiero del sistema de siembra directa y siembra al voleo en Santa Fe-Alto Paraná. Zafra 2014/2015.

1.- Rendimiento (t)	3,5	3,75
2.- Precio de venta (\$ t ⁻¹)	322	322
3.- Ingreso bruto (1 x 2) (\$)	1.127	1.207,5
4.- Costo total (\$)	941	882
5.- Ingreso neto (3 - 4) (\$)	186	325
6.- Costo medio (4 / 1) (\$ t ⁻¹)	269	235
7.- Rentabilidad (3 / 4)	19,71%	36,84%

Conclusión

El sistema de siembra al voleo, es una alternativa viable para la producción, no obstante, el sistema de siembra puede no ser directamente el factor por el cual se tenga una mayor producción ya que algunos aspectos como ser, calidad del producto denominados de primera línea influyen en el rendimiento y por ende la producción del cultivo.

Referencias bibliográficas

- CME (Chicago Mercantile Exchange). 2015. Final pre-clearing prices as (en línea), Chicago, Estados Unidos de Norteamérica. Consultado 10 ene. 2017. Disponible en <http://www.cme-group.com/market-data/settlements/>
- INBIO (Instituto de Biotecnología Agrícola). (2015). Estimación de superficie de siembra (en línea), Asunción, Paraguay. Consultado 10 ene. 2017. Disponible en http://www.inbio.org.py/biblioteca/estimacion_de_superficies
- Lobo, M; Sanches, O. 2001. Agrostología (en línea). Turrialba, Costa Rica. 362 p. Consultado 5 oct. 2017. Disponible en <https://goo.gl/0zKaWV>
- Marcolini, S et. al. (2011). Cultivo de soja, contabilidad y tributación (en línea). Escritos contables y de administración 2(2):33-66. Consultado 24 ene. 2017. Disponible en http://bibliotecadigital.uns.edu.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-20552011002200003&lng=es&nrm=iso. ISSN 1853-2055
- PROSISUR (Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico, Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur). 2010. Siembra directa en Cono Sur. Montevideo, Uruguay. 448 p. Consultado 7 ago. 2016. Disponible en <http://www.procisur.org.uy/proyectos/pdfs/22468.pdf>

Análisis de la eficiencia económica de la producción de caña de azúcar orgánica: caso socios de la Cooperativa Manduvirá

Estela Mari Cabello^{1*}, María Gloria Cabrera¹, Mónica Josefina Gavilan¹, Wilma Benitez¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: estela.cabello@hotmail.com

Introducción

La caña de azúcar es uno de los rubros de mayor importancia en la agricultura nacional, especialmente, para el pequeño productor rural. Este cultivo es uno de los pocos rubros que ha experimentado crecimiento, es industrializado y genera una intensa ocupación de mano de obra directa e indirecta en las zonas de producción y ejerce una importante influencia sobre los estratos de poblaciones menos favorecidas en áreas de su influencia. Así mismo, la industria alcohólica-azucarera integra, en una cadena productiva de amplia repercusión socioeconómica, a los productores primarios, los productores de miel y a la producción industrial (Gattini 2012).

El desarrollo de la cadena podría favorecer, especialmente, a los Departamentos de Guaira, Paraguari, Caaguazú, Cordillera y Caazapá, principales zonas productoras del país en orden de importancia (MAG/DCEA 2007). La producción de caña de azúcar orgánica dentro de un sistema de cadenas de valor aporta varias ventajas a los distintos eslabones que participan en la producción. Antes que este producto final esté en manos del consumidor, atraviesa por varios eslabones productivos y comerciales. Los vínculos interdependientes de la cadena y la seguridad de una demanda del producto final impulsada por el mercado pueden dar a los proveedores, productores, procesadores y empresas comercializadoras un acceso más seguro a la adquisición y venta de productos. Esto reduce los costos y los riesgos de hacer negocios y mejora el acceso a las finanzas, así como a otros servicios necesarios para los que participan en toda la cadena de producción. Siendo así, esta investigación se focaliza en el caso de los

socios productores de caña de azúcar orgánica de la Cooperativa Manduvirá, cuya tradición en la producción orgánica en armonía con la naturaleza y el medioambiente es reconocida como el “Valle Orgánico” del Paraguay, siendo la cuna y el centro de la producción mundial de azúcar orgánica.

El objetivo del presente estudio fue el analizar la eficiencia económica de la producción de caña de azúcar orgánica: caso socios de la Cooperativa Manduvirá, específicamente se planteó determinar los costos e ingresos de la producción de caña considerando los diferentes estratos de análisis.

Metodología

Como objeto de análisis se estudió a productores de caña de azúcar orgánica asociados a la Cooperativa Manduvirá, ubicada en el Distrito de Arroyos y Esteros del Departamento de Cordillera. La zona de influencia se extiende por todo el Distrito de Arroyos y Esteros y las zonas adyacentes como 25 de Diciembre, Juan de Mena, 1º de Marzo y Tobatí. Para el levantamiento de información primaria se realizaron, primeramente, entrevistas a informantes clave y luego encuestas a una muestra representativa de socios productores distribuidos en cuatro estratos, el primero de 0,1 ha a 5 ha, el segundo de 5,1 ha a 10 ha, el tercero de 10,1 ha a 15 ha, y el cuarto de 15,1 ha a 20 ha, esto obedece a que la investigación se centró en el análisis de la población productora representada por la agricultura familiar. Para la determinación de la eficiencia económica se procedió a la elaboración de un cuadro resumen con base a los requerimientos técnicos de la

producción, el mismo fue llenado por medio de las encuestas y verificadas con las entrevistas realizadas a informantes claves, siempre tomando como periodo de análisis, el último ciclo productivo del cultivo. Fue considerado como base la producción de 1 hectárea (promedio) de caña de azúcar orgánica. Tanto para los gastos generados por cada socio en la producción como para los ingresos recibidos fueron utilizados los valores promedios por estrato. Las principales variables consideradas fueron; el Costo de Producción, el Ingreso Neto de cada unidad productiva considerando los costos directos (insumos técnicos y insumos físicos). Cabe mencionar que para determinar el ingreso bruto se utilizó el precio de venta actual de la caña de azúcar que es de 140.000 Gs. t⁻¹.

Resultados y discusión

A partir de los resultados obtenidos en la investigación se puede afirmar que el valor generado en la cadena de caña de azúcar de la Cooperativa Manduvirá permite que los socios productores eleven su nivel de ingreso. Así mismo, se pudo verificar que la cantidad promedio de caña de azúcar orgánica cultivada por los socios productores aumentan conforme aumenta el estrato analizado; en el primer estrato, este presentó una media de 2,26 ha, en el segundo 6,66 ha, en el tercero de 12,30 ha y el cuarto 17,44 ha. A medida que los estratos van aumentando, la tendencia es que los socios productores cultiven más cantidad de superficie de caña de azúcar orgánica, por lo tanto, mayores serán los ingresos generados por esta actividad en los estratos superiores (tercer y cuarto estrato), conforme puede ser observado en la Tabla 1.

Tabla 1. Superficie de caña de azúcar orgánica cultivada por socios productores de la Cooperativa Manduvirá, por estrato en hectáreas. Año 2016.

Estratos (Hectáreas de Caña de Azúcar Cultivada)	Media (Hectáreas de Caña de Azúcar Cultivada)
1	2,26
2	6,66
3	12,30
4	17,44

Con relación a los costos generados por la actividad y absorbidos directamente por los productores, este presentó un promedio más bajo en el primer estrato con un valor de 4.437.067 Gs. ha⁻¹, la tendencia nos demuestra que los costos van aumentando en el segundo y tercer estrato, con costos promedios que superan los 5.000.000 Gs. ha⁻¹. El costo más elevado se tuvo en el cuarto estrato con un promedio de 6.350.000 Gs. ha⁻¹ (Tabla 2). Los costos más elevados en este estrato son atribuibles a la mayor cantidad de caña de azúcar por hectárea, por lo que se requiere mayor cantidad de personal para la cosecha, se utilizan más avances tecnológicos y el pago por el transporte es más costoso. El conocimiento de esta información representa para el productor no solamente un

registro, sino una herramienta, que considerando que él es tomador de decisiones, de la dirección propiamente, de la planificación y control de su finca, que a veces lo hace intuitivamente, ahora lo puede hacer con base en un registro y con conocimiento, considerando que en el momento en que el productor decide qué utilizar, también está definiendo su costo. Esto está respaldado en la teoría microeconómica que menciona que los empresarios procuran entre los diversos procesos y recursos productivos seleccionar el mejor uso de los insumos en que, cuánto y cómo producir; puntos claves en cualquier proceso productivo. Para los economistas el costo económico puede ser definido como el valor de mercado de todos los insumos usados en la producción (Binger y Hoffman 1998).

Tabla 2. Costos directos promedio de la producción de caña de azúcar orgánica cultivada por socios productores de la Cooperativa Manduvirá, por estrato en Gs. ha⁻¹. Año 2016.

Estratos (Hectáreas de Caña de Azúcar Cultivada)	Media (Gs. ha ⁻¹ año ⁻¹)
1	4.437.067
2	5.096.875
3	5.502.000
4	6.350.000

Cuando determinado el margen de ganancia de los socios productores se puede observar que hay mayor margen de ganancia en el cuarto estrato con un ingreso neto promedio de 3.975.000 Gs. ha⁻¹, y cuando menor es el estrato, menor es el margen de ganancia obtenido. Comparando el primer estrato con los demás, se visualiza que éste arroja el menor margen de ganancia, con un ingreso neto promedio de 2.057.806 Gs. ha⁻¹ (Tabla 3). Conforme los resultados obtenidos en la investigación, se evidenció que el cuarto estrato posee mayor inversión y mejor utilización de los recursos para la producción de caña de azúcar orgánica, por lo que se tiene mayor margen de ganancia, además estos socios productores tienen mejor acceso y uso de las innovaciones tecnológicas para la producción. Igualmente, fue posible observar que el ingreso neto generado por el primer estrato es bajo como consecuencia de dificultades para realizar inversiones para la producción, poco o nulo acceso a los avances tecnológicos, y falta de tierras que les imposibilita aumentar la producción. Este margen indica cuanto recurso queda en manos del empresario, si a los ingresos se le restan los costos y gastos

variables, los que van a contribuir al pago de costos fijos y a las utilidades de las empresas (Cerde et al. 2003).

Por otro lado, cuando es analizado el ciclo completo del cultivo considerando los 5 años de producción se observa que en el primer año el rendimiento promedio de caña de azúcar es de 120 t ha⁻¹, rendimiento elevado en consecuencia a que la caña de azúcar es nueva, a partir del segundo año hasta el quinto año, el rendimiento disminuye a medida que avanza los ciclos, y las labores principales realizadas son, la cosecha que tiene un costo de 40.000 Gs. t⁻¹ y su transporte cuyo costo es de 30.000 Gs. t⁻¹ que varía de acuerdo a la distancia de la finca del productor con el ingenio azucarero. Para el tercer año el rendimiento promedio disminuye a 80 t ha⁻¹. Esta tendencia persiste en el cuarto año, donde el rendimiento disminuye notablemente, el promedio alcanzado es de 60 t ha⁻¹. Finalmente, para el último año el rendimiento de la caña de azúcar es bajo, debido a que el cultivo ya cumple con su ciclo de vida (5 años), el promedio que rinde es este último año es de 40 t ha⁻¹.

Tabla 3. Ingresos netos promedio de la producción de caña de azúcar orgánica cultivada por socios productores de la Cooperativa Manduvirá, por estrato en Gs. ha⁻¹. Año 2016.

Estratos (Hectáreas de Caña de Azúcar Cultivada)	Media (Gs. ha ⁻¹ año ⁻¹)
1	2.057.806
2	2.796.875
3	3.278.000
4	3.975.000

Conclusión

Según los resultados obtenidos y las características únicas consideradas en la presente investigación se puede concluir que el cultivo de caña de azúcar es económicamente eficiente considerando el corto plazo de producción, es decir los costos que representan los desembolsos directos para el pequeño productor, ya que en el estudio no fueron imputados los costos fijos e indirectos de la producción del cultivo de la caña de azúcar orgánica, que permitiría tener un análisis del costo a largo plazo.

Referencias bibliográficas

- Binger, BR; Hoffman, E. 1998. *Microeconomics with calculus*. 2 ed. New York, USA, Addison-Wesley Educational Publishers. 633 p.
- Cerda, R; Chand, A; Faúndez, M. 2003. *Contabilidad de gestión agropecuaria* (en línea). Los Ríos, CH. Consultado 13 may. 2014. Disponible en http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/01_16_54_Contabilidad_de_Gestion_Agropecuaria.pdf
- Gattini, J. 2012. Diferenciación e integración vertical en la agricultura familiar. *In II Congreso Nacional de Ciencias Agrarias*. San Lorenzo, Paraguay, Facultad de Ciencias Agrarias UNA. 187 p.
- MAG/DCEA (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Censo y Estadística Agropecuaria, Paraguay). 2007. *Síntesis estadística: producción agropecuarias*. Asunción, Paraguay, MAG/DCEA. 25 p.

Caracterización de sistemas de producción agrícola familiar en los distritos de San Juan Nepomuceno, Tava'i, Alto Vera e Itapúa Poty

Federico Vargas Lehner^{1*}, Emilio Aquino¹, Fátima Almada²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Instituto Latinoamericano de Cooperación para la Agricultura. San Lorenzo, Paraguay

*Autor para correspondencia: fvargaslehner@gmail.com

Introducción

La agricultura familiar (AF) es el sector más importante, en cuanto a población, en las zonas rurales del Paraguay. Este sector además es el que más conserva las costumbres y tradiciones del pueblo paraguayo. De ahí radica la importancia de emprender acciones que permitan su fortalecimiento (Palau 1996, IBR 1998).

Según la definición legal, la agricultura familiar (AF) es “aquella en la cual el recurso básico de la mano de obra lo aporta el grupo familiar, siendo su producción básicamente de autoconsumo y parcialmente mercantil, complementando los ingresos a partir de otras producciones de carácter artesanal o extra predial” (Paraguay 2004). Por otra parte, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) define a la AF como emprendimiento rural con mano de obra familiar, no contrata un número mayor de 20 trabajadores temporales y no utiliza más de 50 ha en la Región Oriental (Almada y Barril 2007, Gattini 2011).

Según datos del Censo Agropecuario de 2008 la agricultura familiar representa el 84% de los establecimientos rurales existentes en el país y constituyen el 4% de la superficie cultivada. Comparando estos datos con los del censo de 1991 se puede decir que la cantidad de fincas que practican AF va disminuyendo. Dentro de este importante sector rural paraguayo un 35,1% de los establecimientos posee superficies menores de 5 ha (Gattini 2011).

A partir de lo expresado, el presente trabajo

aporta datos sobre la situación de los sistemas de AF en los Departamentos de Caazapá e Itapúa, específicamente en los distritos de San Juan Nepomuceno, Tava'i, Alto Vera e Itapúa Poty, que corresponden al Sub corredor 9 “San Rafael”, en el marco del Proyecto “Mejorando la Conservación de la Biodiversidad y el Manejo Sostenible de la Tierra en el Bosque Atlántico del Paraguay Oriental”.

Esta investigación tiene por objetivo determinar la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícolas familiares de los Departamentos de Caazapá e Itapúa a través de construcción de los indicadores de sostenibilidad; identificar los sub sistemas existentes; caracterizar los sub sistemas identificados; y determinar la sostenibilidad de los sub sistemas.

Metodología

La investigación fue realizada en los distritos de San Juan Nepomuceno y Tava'i correspondientes al Departamento de Caazapá y Alto Vera e Itapúa Poty del Departamento de Itapúa.

La población total de estudio corresponde a 210 beneficiarios y se aplicó un muestreo no probabilístico dando como resultado 50 sujetos de estudio considerando el teorema del límite central (Barrantes et al. 2015), la selección de los 50 individuos fue realizada de manera casual.

Para la caracterización de los sistemas de la agricultura familiar presente en cada uno de los territorios comprendidos por el corredor mencionado anteriormente, se utilizó la técnica

del análisis estadístico multivariado (Escobar y Berdegué 1990, Barrantes et al. 2015).

Las variables a ser utilizadas corresponden a las indicadas por la metodología MESMIS y Biograma y pueden ser apreciadas en la Tabla 1.

Las herramientas utilizadas para la recolección de datos fueron encuestas (aplicada a los productores y sus familias) y entrevistas a informantes clave (técnicos de organismos públicos y privados; dirigentes de organizaciones y autoridades locales). Para determinar la

Tabla 1. Grupos de variables analizadas por dimensiones (Barrantes et al. 2015).

Dimensión	Variables
Socio-culturales	Sexo y edad Cantidad de habitantes por finca Autosuficiencia alimentaria
Económico-productivas	Tamaño de la finca. Sistemas productivos existentes en la finca Nivel de intensificación tecnológica. Tipo de articulación con los mercados de productos. Insumos
Biofísico-ambientales	Elementos climáticos Elementos agroecológicos Control de plagas Calidad del suelo Agua
Institucionales	Capacidad de gestión de los productores. Instituciones locales servicios públicos

autosuficiencia alimentaría fue utilizado el cuestionario de diversidad alimentaria que constituye un instrumento de evaluación de bajo costo, rápido, fácil de usar y de cuantificar. La diversidad alimentaria es una medida cualitativa del consumo de alimentos que refleja el acceso de los hogares a una variedad de alimentos (Kennedy et al. 2013).

Resultados y discusión

De acuerdo al análisis multivariable realizado no se han identificado, en ninguno de los distritos, sub sistemas; esto se debe a que las características presentadas en cada sitio de análisis son similares entre sí.

En cuanto a la dimensión socio-cultural no se aprecian grandes variantes entre los distritos situándose el promedio de habitantes alrededor de cuatro y cinco por viviendas; en todos los distritos predomina levemente la población

masculina con porcentajes de entre el 51% y 58%. El promedio de edad de la población es entre 25 y 26 años, siendo la población femenina la más longeva con un promedio de entre 26 y 29 años en comparación con la masculina que tiene un promedio de entre 24 y 26 años.

En cuanto a la variable auto suficiencia alimentaria, en todos los distritos la mayor parte de la población, presenta una dieta medianamente diversa, siendo el único distrito donde se ha identificado familias con una dieta poco diversa el de Tava'i. Por otro lado, en relación a los grupos de alimentos más consumidos, en los cuatro distritos son los cereales, tubérculos y derivados; carnes, legumbres secas y huevos; y las verduras.

Por otro lado, en cuanto al tamaño de las unidades productivas se hallaron algunas diferencias, principalmente en cuanto al tamaño

máximo de las fincas agropecuarias ubicándose, en promedio, las más pequeñas en el distrito de Alto Vera. En la Tabla 2 se puede apreciar la

distribución en cuanto a las superficies ocupadas por distrito.

Tabla 2. Superficie de los sistemas de agricultura familiar por Distrito

Extensión de Tierra (ha)	Alto Vera	Itapúa Poty	San Juan N.	Tava'i
Menos de 5	1	3	2	4
Entre 5 a 10	8	4	5	4
Mayor de 10	0	5	5	4

En cuanto al uso de la tierra en la mayoría de las fincas, la mayor parte de la unidad productiva está destinada a cultivos temporales, destacándose en el distrito de Alto Verá, que el 50% de la superficie de las fincas está cubierta por monte.

La producción agrícola de los sistemas analizados se concentra en dos tipos de cultivos: los temporales (rubros con un ciclo aprox. de 180 días) y los permanentes (rubros frutícolas – industriales de ciclo perennes). Entre los cultivos temporales se destacan el maíz (*Zea mays* L.) y la mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), seguido por el poroto (*Phaseolus vulgaris* L.), sésamo (*Sesamum indicum* (L.) Matsum. Nakai) y la habilla (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.); en cuanto a los cultivos perennes el principal es la yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St-Hil.).

Un aspecto que no deja de llamar la atención, es la producción de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) en los distritos de Itapúa Poty, San Juan Nepomuceno y Tava'i, entre los sistemas de agricultura familiar, rubro vinculado tradicionalmente a la mediana y gran producción, esto da cuenta, que la producción del mencionado rubro se da mediante el arrendamiento de una parte de la finca, a productores con mayor capacidad tecnológica, esto basado en el rendimiento alcanzado en los diferentes rubros.

Entre los rubros destinados a la generación de ingresos varían dependiendo del distrito, así en Alto Vera se encuentran el maíz y el sésamo; en Itapúa Poty la yerba mate y la soja; en San Juan Nepomuceno la soja, el sésamo y en menor

medida el maíz; y en Tava'i la soja, el poroto, yerba mate y el maíz. La comercialización es realizada en la propia finca, con una cadena larga, con alta participación de intermediarios; esta forma de acceso al mercado se caracteriza por la dispersión de la producción, los bajos volúmenes, la heterogeneidad de la calidad y los altos costos de producción. A más de las limitaciones de índole meramente productiva, se suman las malas condiciones de acceso vial, agravando así, la posibilidad de acceso a otros canales de comercialización.

La producción de hortalizas presenta un promedio de producción de tres a cuatro hortalizas/finca, destacándose los rubros de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.), cebolla (*Allium cepa* L.), y en menor medida, la zanahoria (*Daucus carota* L.) y el repollo (*Brassica oleracea* L. var. capitata).

Los agricultores encuestados cuentan con implementos característicos de la AF, ya que tienen azada, machete y pala (100%), pulverizador (75%), arado (58%) y rastrillo (50%). En base a lo anterior el sistema de tracción mayormente empleado es la fuerza humana y de tracción animal/humana.

En cuanto a los insumos empleados para la producción agropecuaria sobresalen el hecho que la mayoría de las fincas utilizan insumos orgánicos ya que solo el 26% del total emplea defensivos químicos y ninguna utiliza abonos químicos.

En lo referente a la producción pecuaria del total de fincas, el 100% cuenta con aves de corral (gallina y pato), en menor medida con cerdos (entre el 50 y 100% de los productores dependiendo del distrito) y ganado bovino entre el 30 y el 75% de las unidades productivas.

El ingreso proveniente de actividades agropecuarias representa, en promedio, entre el 15 al 41% del total, siendo la principal fuente de dinero el trabajo extra predial como jornalero (entre el 20 al 56% del ingreso total).

Por otro lado, en lo relacionado al uso del recurso forestal, la mayoría de las fincas realiza la reforestación y utiliza la madera para leña y la construcción de sus viviendas. En los distritos de Itapúa Poty y Tava'i también se destaca la elaboración de carbón vegetal.

En cuanto a la calidad del suelo, 48% de los encuestados percibe a los suelos existentes en las fincas como de buena calidad, el 22%, por su parte, expresa que los suelos empleados para las diversas actividades agropecuarias son de baja calidad, un 6% manifestó que el suelo es de mala calidad, siendo el distrito de Itapúa Poty el único donde se da esta percepción.

Entre las diferentes técnicas de manejo de suelo empleado por los respectivos agricultores se encuentran: la siembra directa, asociación de cultivos y la rotación de cultivos como las más utilizadas.

Siguiendo con el análisis de las variables ambientales, 69% de los consultados tienen un curso de agua cercano (arroyo) a la finca. En ese sentido, 42% tiene un arroyo que cruza por la finca, por otro lado, se destaca que el 66%, cuenta con nacientes de agua dentro de su propiedad. Con respecto a la protección de los mismos, solo un 40% de los encuestados efectúan tareas de protección de los respectivos cursos hídricos que atraviesan las fincas. Estos datos dan cuenta de la necesidad de fortalecer acciones de concientización enfocadas a la gestión sostenible de los diferentes recursos naturales, en particular el recurso agua, de importancia no solo para

los procesos productivos, sino también para la calidad de vida de los miembros de la AF.

En lo relativo al aspecto climático, 90% de los consultados afirmaron que fueron afectados por ciertos eventos climáticos adversos citando principalmente, sequía (80% del total) y la helada (20%). En menor medida, en los distritos de Tava'i y San Juan Nepomuceno se manifestaron fenómenos de inundaciones (8%) y granizadas (6%).

En cuanto a la organización el 98% de los encuestados manifestaron pertenecer a una organización de los cuales 76% dijo conocer las metas de su asociación. En cuanto a la periodicidad el 80% dijo que se reúne de manera regular.

Un 50% de la muestra manifestó acceder de manera regular a créditos, en cambio el otro 50%, dijo que nunca tuvo acceso a este servicio. El distrito donde mayor es el acceso es Tava'i, ya que el 88% de los encuestados declaró que retiró un préstamo en los últimos años.

En cuanto al trabajo en conjunto con otras organizaciones las que mayor presencia tienen son el Ministerio de Agricultura, la Cooperativa de Productores Agroecológicos de Tava'i (COPAT) y la organización no gubernamental Centro de Educación, Capacitación y Tecnología Campesina (CECTEC).

Conclusión

En los cuatro distritos, los sistemas de agricultura familiar presentan similitudes en su dimensión socio-cultural, en la dimensión económico-productiva las variantes se dan en cuanto a las superficies de las unidades productivas y rubros de renta, pero son similares en cuanto a las combinaciones de la producción agrícola con la cría de animales menores y la introducción de rubros perennes y las dificultades en el acceso al mercado. En cuanto a la dimensión biofísico-ambiental se destaca el hecho que la mayoría no utiliza productos químicos en la producción, la alta tasa de reforestación, pero el bajo cuidado de los recursos hídricos. En lo institucional un gran

número de unidades se encuentran asociadas y trabajan de manera cercana a instituciones públicas y privadas.

Referencias bibliográficas

- Almada, F; Barril, A. 2007. La agricultura familiar en los países del cono sur. Asunción, Paraguay, IICA. 198 p.
- Barrantes, C; Siura, S; Castillo, E; Huarcaya, M; Rado, J. 2015. Guía metodológica para la construcción de indicadores de sostenibilidad en sistemas de producción agrícola familiar. Lima, Peru, Universidad Nacional Agraria La Molina. 38 p.
- Escobar, G; Berdegú, J. 1990. Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago de Chile, Chile, RIMISP. 282 p.
- Gattini, J. 2011. Competitividad de la agricultura familiar en Paraguay. Asunción, Paraguay, CADEP. 29 p.
- IBR (Instituto de Bienestar Rural, Paraguay). 1998. Cultivar arraigo campesino. Asunción, Paraguay, IBR. 276 p.
- Kennedy, G; Ballard, T; Claude, M. 2013. Guía para medir la diversidad alimentaria a nivel individual y del hogar. Roma, IT, FAO. 58 p.
- Palau, T. 1996. La agricultura paraguaya al promediar los 90s: situación, conflictos y perspectivas. Asunción: BASE investigaciones sociales. Consultado 20 nov. 2011. Disponible en <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Paraguay/base-is/20120911030250/Doc86.pdf>
- Paraguay. 2004. Ley N° 2.419, del 24 de setiembre de 2003. Que crea el Instituto Nacional de Desarrollo Rural y de la Tierra. Asunción.

El aumento de precipitaciones intensas y los bosques: el rol de las reservas y corredores biológicos de la Itaipú Binacional en la conservación de suelo en el Este del Paraguay

Norman Breuer^{1*}, Julián Báez², Fiorella Oreggioni²

^{1,2}Dirección de Coordinación Ejecutiva, Itaipú Binacional; ²Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”

*Autor para correspondencia: norm.breuer@gmail.com

Introducción

El aumento de la frecuencia e intensidad de los eventos meteorológicos extremos producen riesgo climático, que es una fuente continua de incertidumbre para los productores agropecuarios y forestales y los gestores de agua, entre otros. Se ha postulado que el suministro de información climática reduce el riesgo al reducir la incertidumbre (Breuer et al. 2008). Debido a que en el pasado la adopción y uso de esta información ha sido baja, se postula la interacción con los interesados (*stakeholders*) para aumentar las probabilidades de éxito. Un pronóstico que no se usa para tomar una decisión no tiene valor (Letson et al. 2005).

El análisis de precipitaciones revela que el régimen de precipitaciones sobre la Región Oriental del Paraguay se caracteriza por dos picos observados durante las estaciones de transición: primavera y otoño (Rusticucci y Penalba 2000). Además, las anomalías positivas de precipitación relacionadas a los eventos El Niño y anomalías negativas durante La Niña también se han identificado en la región (Grimm et al. 1998, Fraisse et al. 2008).

En el año 2013, la superficie de siembra directa había bajado de un pico de más del 97% al 74% (FEPASIDIAS 2014). Lugo y Mazó (2015) modelaron la cuenca del Río Acaray usando el Modelo de Grandes Cuencas. La investigación determinó que los caudales máximos tienden a aumentar en el tiempo mientras que los caudales mínimos tienden a disminuir. El 54,2% de esta variación se atribuye a la variabilidad de la precipitación y el 45,8% se atribuye a la

deforestación. Existen además datos anecdóticos de aumento de erosión, colmatación de nacientes, variación en la profundidad de la napa freática y aumento de salinización del agua en estas napas.

Desarrollo

Tomando estos antecedentes se desarrolló una investigación que constó de cuatro fases: entender las percepciones de los *stakeholders* sobre los cambios climáticos locales; análisis de datos observados; comparación de lo observado con lo percibido; relacionamiento de los hallazgos con observaciones de degradación de suelos; e inferencias sobre el rol potencial de los bosques y corredores biológicos para mitigar los efectos negativos de los cambios en la calidad de los suelos en el Este de Paraguay. Se utilizaron metodologías mixtas incluyendo encuestas y grupos focales para interactuar con potenciales usuarios y análisis de los datos observados. Los encuestados (N=152) revelaron una preocupación por los cambios estacionales y decenales en los patrones climáticos conocidos, principalmente las precipitaciones intensas y las olas de calor. Se procedió a analizar datos de serie larga histórica de varias estaciones de los departamentos de Alto Paraná e Itapúa, buscando las tendencias en la variación de las temperaturas y la precipitación (Figura 1). Luego de una revisión de la literatura existente se determinó que había suficiente respaldo regional para el análisis de las precipitaciones intensas, y su distribución estacional (Figura 2).

Analizando los datos de precipitación diaria del periodo 1965-2007 en la estación de Ciudad del Este, se observó una tendencia positiva

en la intensidad de las precipitaciones diarias máximas anuales (Figura 3). De igual manera, analizando las precipitaciones extremas del periodo (precipitaciones superiores al percentil 90 de la serie de datos analizada) se registró una tendencia positiva en el número de eventos extremos de precipitación diaria registrados

anualmente (Figura 4). Por otro lado, en la ciudad de Capitán Meza, el análisis de los datos de precipitación diaria del periodo 1975-2007 mostró una tendencia positiva en la intensidad de las precipitaciones diarias máximas anuales (Figura 5) y en el número de eventos extremos registrados por año (Figura 6).

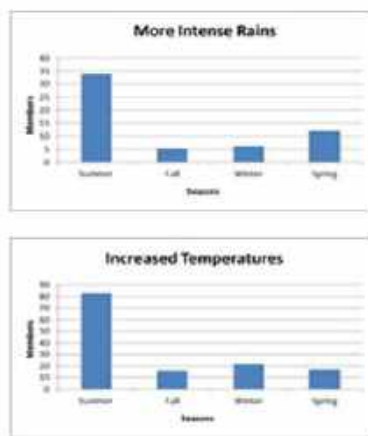


Figura 1. Cambios climáticos percibidos por encuestados en Alto Paraná e Itapúa (N = 152).



Figura 2. Variaciones en la intensidad de las precipitaciones percibidas por encuestados en Alto Paraná e Itapúa.

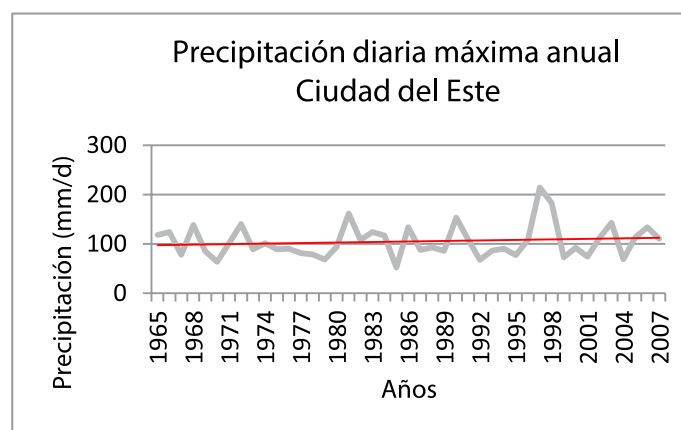


Figura 3. Precipitación diaria máxima registrada anualmente en la estación de Ciudad del Este. Periodo: 1965-2007.

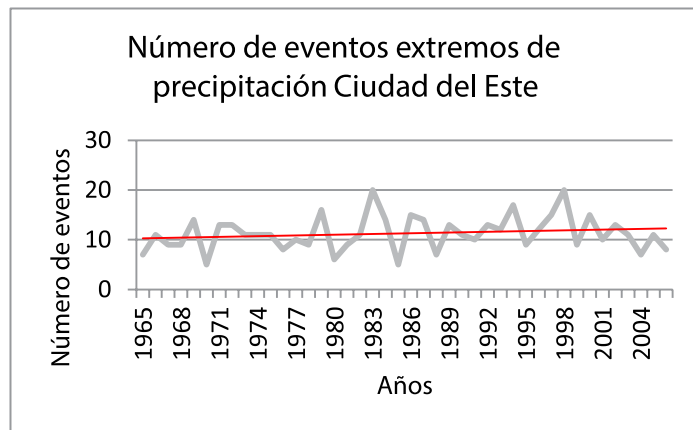


Figura 4. Número de eventos extremos de precipitación registrados anualmente en la estación de Ciudad del Este. Periodo: 1965-2007.

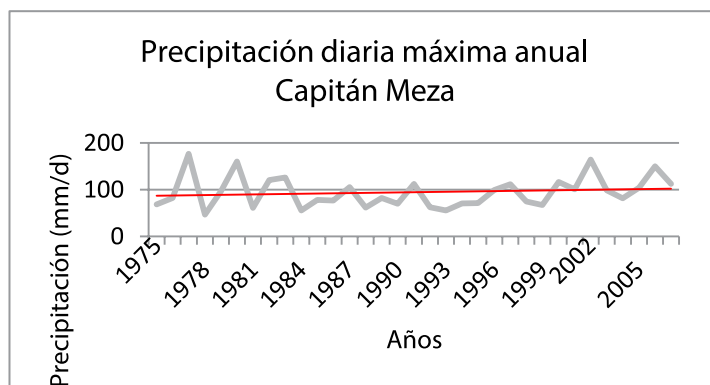


Figura 5. Precipitación diaria máxima registrada anualmente en la estación de Capitán Meza. Periodo: 1975-2007.

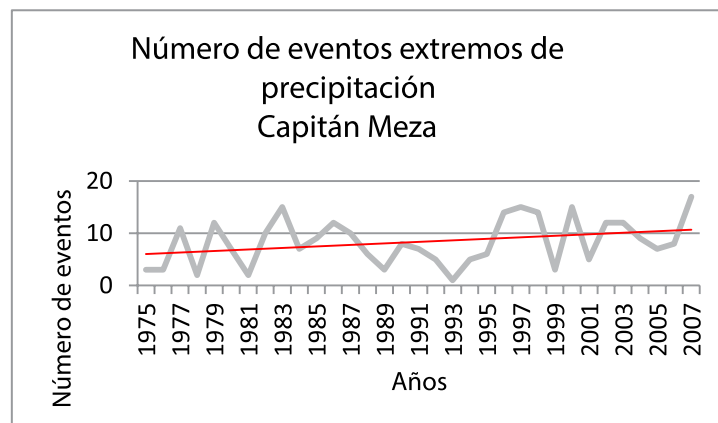


Figura 6. Número de eventos extremos de precipitación registrados anualmente en la estación de Capitán Meza. Periodo: 1975-2007.

Consideraciones finales

Ante los múltiples desafíos se propone un análisis más acabado del rol de los bosques y corredores biológicos en el control de erosión y otros procesos hidrológicos. Aunque los bosques producen múltiples servicios ambientales, esta investigación apunta al rol de los bosques en la mitigación de los efectos negativos sobre el suelo causado por el aumento de precipitaciones intensas. La Itaipú Binacional administra 112.564 ha, más del 90% de los cuales se encuentran del lado Paraguayo. Además, se están estableciendo más de 900.000 ha de corredores biológicos, con 125.015 ha de adopción de prácticas de manejo sustentable de la tierra y 36.254 ha ecológicamente viables a la fecha. Se busca conectar reservas nacionales, privadas y de la IB para la conservación de biodiversidad y el desarrollo social. Como efectos secundarios se contribuye al control de erosión, a la mitigación del cambio climático y al mejoramiento de la calidad de agua. Investigaciones futuras son necesarias para la cuantificación y monitoreo de estos servicios.

Referencias bibliográficas

- Breuer, NE; Cabrera, VE; Ingram, KT; Broad, K; Hildebrand, PE. 2008. AgClimate: a case study in participatory decision support system development. *Climatic Change* 87:385-403.
- FEPASIDIAS (Federación Paraguaya de Siembra Directa para una Agricultura Sustentable). 2013. (Memoria). Encuentro Nacional de siembra directa. (1, 2013, Santa Rita, Paraguay) Santa Rita, Paraguay, FEPASIDIAS Consultado 1 feb 2015. Disponible en <http://www.campoagropecuario.com.py/1812/encuentro-nacional-de-siembra-directa>.
- Fraisse, CW; Cabrera, V; Breuer, NE; Baez, J; Quispe, J. 2008. El Niño - southern oscillation influences on soybean yields in eastern Paraguay. *International Journal of Climatology* 28(10): 1399-1407.
- Grimm, AM; Ferraz, SET; Gomes J. 1998. Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. *Journal of Climate* 11:2863-2880.
- Letson, D; Podestá, GP; Messina. 2005. The uncertain value of perfect ENSO phase forecasts: stochastic agricultural prices and intra-phase climatic variations. *Clim Change* 69:163-196.
- Lugo; Mazó. 2015. Evaluación del impacto del cambio de uso de suelo en el régimen hidrológico utilizando el modelo Hidrológico de Grandes Cuencas (UFRGS) en la cuenca del río Acaray. Tesis M.Sc. Lambare, Paraguay, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción. 105 p.
- Rusticucci, M; Penalba, O. 2000. Interdecadal changes in the precipitation seasonal cycle over southern South America and their relationship with surface temperature. *Clim Research* 16:1-15.

Modelación meteorológica mesoescalar para potenciar el aprovechamiento de la radiación solar como fuente energética renovable. Caso práctico: Cataluña, España

Angel Rincón Rodríguez^{1*}

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: arincon@ing.una.py

Introducción

El mayor desafío para el futuro energético mundial lo representa la integración de las fuentes de energía renovable dentro de las infraestructuras de suministro energético convencional. Por consiguiente, la información de la energía renovable disponible con cierta antelación, podría mejorar aspectos como la gestión de las redes eléctricas, la programación en la producción de centrales eléctricas, el diseño de nuevas políticas y más aún, facilitar la toma de decisiones en el mercado energético (Wittmann et al. 2008). Sin embargo, la fluctuación de la energía proveniente de dichas energías origina una producción intermitente debido a la dependencia de las condiciones geográficas y temporales con la variabilidad atmosférica global y regional. Por lo tanto, el conocimiento de estos factores con un alcance temporal a corto plazo (24 a 72 h), mediante el uso de la modelación numérica de la atmósfera, reduce la incertidumbre y contribuye a mejorar la calidad de la información suministrada.

Los modelos numéricos de pronóstico del tiempo (Numerical Weather Prediction, NWP) son una simplificación abstracta de la atmósfera real que tienen la capacidad de simular situaciones meteorológicas de mesoescala complejas. Para ello, utilizan un conjunto de parametrizaciones físicas que describen el movimiento del fluido atmosférico en un determinado dominio espacial y temporal. No obstante, requieren de una discretización espacio-temporal definida mediante una malla tridimensional que comprende la superficie terrestre y la capa atmosférica. Por lo tanto, la solución numérica que resuelve

la dinámica atmosférica es posible ejecutarse mediante el uso de un supercomputador que reduce significativamente el tiempo de cálculo.

El objetivo del presente trabajo es analizar la capacidad de simulación de la irradiancia solar global (GHI) del modelo meteorológico *Weather Research and Forecasting* (WRF; Skamarock et al. 2008) a lo largo de un año para la zona geográfica de Cataluña (España).

Metodología

El núcleo dinámico *Advanced Research of Weather Research and Forecasting* (WRF-ARW, v.3.0.1.1) del modelo WRF, ha sido configurado sobre el noreste de la península Ibérica (Cataluña) en el Supercomputador *MareNostrum* v.2 del Centro de Supercomputación de España (*Barcelona Supercomputing Center, BSC-CNS*). Las parametrizaciones físicas seleccionadas según el trabajo de Rincón (2013) son: i) esquema de la microfísica de WSM3-class (Hong et al. 2004), ii) esquema de transferencia radiativa para onda larga de RRTM-LW (Mlawer et al. 1997), iii) esquema de transferencia radiativa para onda corta de MM5-SW (Dudhia 1989), iv) modelo de interacción suelo-superficie de Noah LSM (Chen y Dudhia 2001), v) esquema de la capa superficial de Monin y Obukhov (1954), vi) esquema de la capa límite planetaria de Yonsei University (Hong et al. 2006), y vii) esquema para cumulus de Kain-Fritsch (Kain 2004).

La simulación meteorológica se ha ejecutado para el dominio de Europa con dos subdominios anidados sobre la península Ibérica y Cataluña con una resolución espacial horizontal de 4 km²,

38 capas verticales y una resolución temporal horaria con información proporcionada por el reanálisis del estado de la atmósfera del Global Forecast System (GFS). En concreto, la capacidad de reproducción de la radiación solar de onda corta del modelo, se cuantifica a través de 90 estaciones con observaciones radiométricas pertenecientes al *Servei Meteorològic de Catalunya* (Meteocat). A dichas observaciones se les ha aplicado un control de calidad en base al método propuesto por Roesch (2011).

Finalmente, la evaluación utiliza la verificación celda-punto para establecer la cuantificación de los errores sistemáticos utilizando los siguientes parámetros estadísticos (Hoyer-Klick et al. 2008): Bias o desviación media (Mean Bias Error, MBE) con un valor ideal igual a cero, el error cuadrático medio o error global (Root Mean Square Error, RMSE) con un valor ideal de cero, y el coeficiente de correlación de Pearson (r) con un ideal positivo igual a 1. Se utilizan también los respectivos valores relativos del Bias (rMBE) y el RMSE (rRMSE) con valores ideales de 0%. Por lo tanto, se determina la evolución del error del modelo WRF-ARW para analizar el comportamiento de la simulación anual de GHI para Cataluña.

Resultados y discusión

La Figura 1 presenta los resultados de la distribución anual de la GHI simulada y observada. El comportamiento de la tendencia anual de la mediana y los cuartiles 75% y 90% de la figura 1a, demuestran un leve incremento en la sobrestimación entre 200 y 1200 $W m^{-2}$, el cual representa casi todo el rango de medida. El Bias anual es de 23 $W m^{-2}$ (rMBE=9,8%), el RMSE de 135 $W m^{-2}$ (rRMSE=51%) y el coeficiente de correlación r de 0,89.

En la Figura 1b, se muestran los rangos horarios intercuartiles para el ciclo diario de la GHI observada y simulada a lo largo del año. Los resultados permiten establecer una leve persistencia en la sobreestimación entre las 9:00 y las 14:00 UTC, donde destaca una diferencia superior a 50 $W m^{-2}$ entre la mediana (línea central negra) y el cuartil 75% (límite superior del rectángulo). Por lo tanto, se evidencia una ligera persistencia en la sobrestimación de la GHI simulada para el rango horario de mayor incidencia de la radiación solar en el día.

Por otra parte, la evaluación del modelo en función del vector posición del Sol (Solar Zenith Angle, SZA) y las condiciones atmosféricas

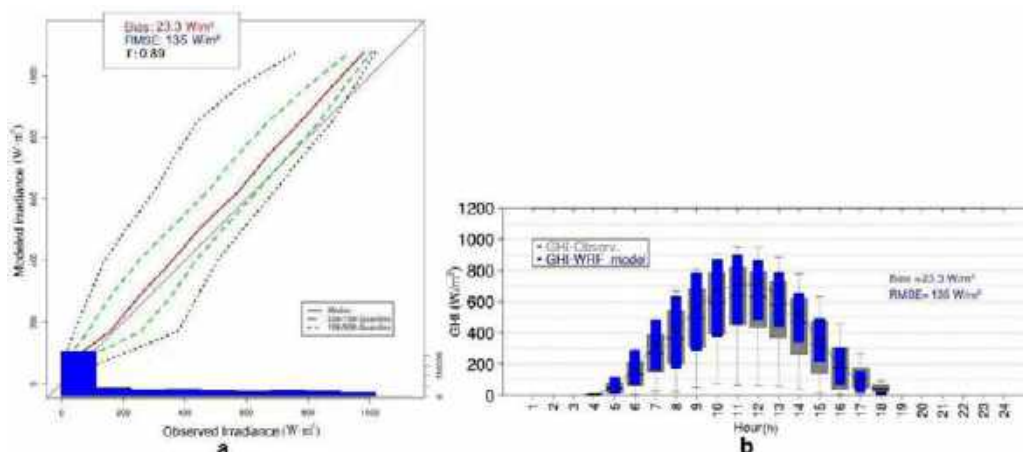


Figura 1. Comparación de la GHI observada y modelada para 90 estaciones de Cataluña en el año 2004. a) Tendencia anual para la mediana 50% (línea roja continua), cuartil 75% (líneas verdes) y cuartil 90% (líneas azules); b) Rangos horarios intercuartiles para el diario de la GHI observada (gris) y la simulada (azul).

dadas por la presencia de nubosidad (índice de transparencia atmosférica, kt^*), se presenta en la Figura 2. La Figura 2a muestra valores anuales de sobreestimación (tonos rojos) de la GHI con Bias superiores a 80 W m^{-2} para cielos despejados ($kt^* > 0,65$), mientras que la subestimación (tonos azules) para Bias inferiores a -80 W m^{-2} , se observa en condiciones de cielos totalmente nublados ($kt^* < 0,4$). Los errores en el rango de los ángulos cenitales entre 0 y 75° , corresponden

al desplazamiento anual del vector posición del Sol entre el horizonte y el cenit para las latitudes de la zona de estudio. Por su parte, la figura 2b que muestra la distribución estacional del Bias en función del kt^* , evidencia que la sobreestimación se presenta mayormente en primavera y verano con cielos nublados y despejados ($kt^* > 0,4$). Por otra parte, la subestimación para cielos totalmente nublados se presenta principalmente para todas las estaciones del año.

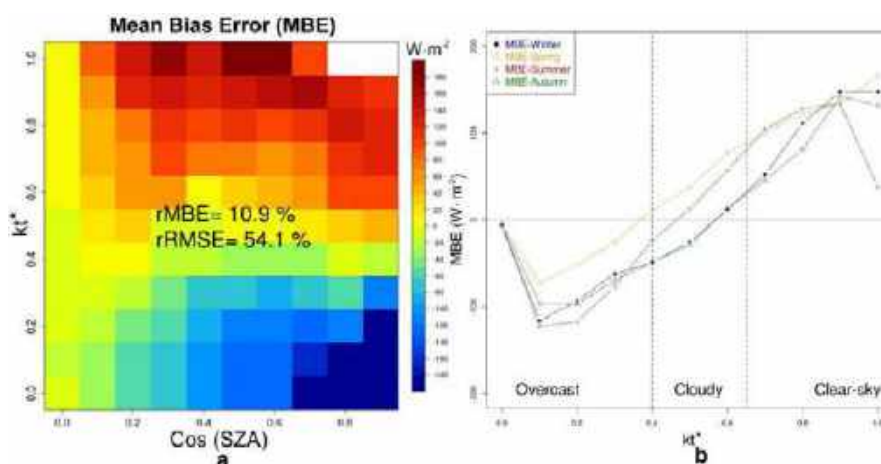


Figura 2. Evaluación del Bias para la GHI simulada en 90 estaciones de Cataluña en el año 2004. a) Bias en función del ángulo cenital solar (SZA) y el índice de transparencia atmosférica (kt^*); b) Bias para las estaciones del año en función del índice de transparencia atmosférica (kt^*)

Finalmente, la Tabla 1 presenta los resultados del análisis para las estaciones del año. Se observan los mayores errores sistemáticos para las estaciones de primavera (Bias= 43 W m^{-2}) y verano (Bias= 35 W m^{-2}) en relación a las estaciones de invierno (Bias= 10 W m^{-2}) y otoño (Bias= 4 W m^{-2}). Por su parte, los resultados del RMSE evidencian una tendencia similar con mayores valores para primavera (131 W m^{-2}) y verano (123 W m^{-2}) con respecto a invierno (95 W m^{-2}) y otoño (85 W m^{-2}). La comparación de

la radiación solar observada promedio (GHI) con los resultados del rRMSE, permite evidenciar una situación particular. La GHI en las estaciones de invierno y otoño muestran valores inferiores a 160 W m^{-2} , mientras que para primavera y verano son superiores a 300 W m^{-2} . Este comportamiento genera mayores porcentajes del rRMSE en invierno (60%) y otoño (55%) en relación a los porcentajes del error en primavera (42%) y verano (37%).

Tabla 1. Resultados de la desagregación temporal de la GHI simulada en relación a 90 estaciones radiométricas para Cataluña en el año 2004.

Estación	GHI (W m^{-2})	Bias	RMSE	rMBE	%	rRMSE	r
<i>Invierno</i>	159	10	95	6	60	0,89	
<i>Primavera</i>	310	43	131	14	42	0,89	
<i>Verano</i>	329	35	123	11	37	0,91	
<i>Otoño</i>	154	4	85	3	55	0,88	
Anual	239	23	135	10	51	0,89	

Conclusión

A nivel general, se concluye que el modelo meteorológico WRF-ARW presenta una satisfactoria capacidad de reproducción de la variable simulada para un año con un error sistemático inferior al 10% (rMBE), un coeficiente de correlación de 0,89 y una comparación favorable de la tendencia anual y los rangos horarios intercuartiles. A nivel específico, la evaluación estacional de las simulaciones evidencia una ligera sobrestimación producida en primavera y verano debido a valores mayoritariamente positivos del error global (rRMSE=51%), los cuales se presentan en un amplio rango cenital para cielos totalmente nublados y despejados. Por lo tanto, los errores sistemáticos producidos por el esquema de transferencia radiativa de onda corta de Dudhia (1989), evidencian deficiencias de cálculo en el contenido de agua de las capas de la atmósfera, la localización de las masas nubosas, la correcta especificación del espesor óptico de los aerosoles y la disminución de la absorción atmosférica del vapor de agua para condiciones de cielo despejado. En definitiva, este trabajo permite analizar las limitaciones y habilidades del modelo meteorológico WRF-ARW para futuras aplicaciones de pronósticos de la energía solar dentro del sector energético renovable.

Referencias bibliográficas

- Chen, F; Dudhia, J. 2001. Coupling an advanced land surface-hydrology model with the Penn State-NCAR MM5 modeling system. Part I: Model implementation and sensitivity. *Monthly Weather Review* 129(4):569–585.
- Dudhia, J. 1989. Numerical study of convection observed during the winter monsoon experiment using a mesoscale two-dimensional model. *Journal of the Atmospheric Sciences* 46 (20):3077–3107.
- Hong, SY; Noh, Y; Dudhia, J. 2006. A new vertical diffusion package with an explicit treatment of entrainment processes. *Monthly Weather Review* 134 : 2318–2341.
- Hong, SY; Dudhia, J; Chen, SH. 2004. A Revised Approach to Ice Microphysical Processes for the Bulk Parameterization of Clouds and Precipitation, *Monthly Weather Review* 132, 103–120.
- Hoyer-Klick, C; Beyer, HG; Dumortier, D; Schroedter-Homscheidt, M; Wald, L; Martinoli, M; Schilings, C; Gschwind, B; Menard, L; Gaboardi, E; Ramirez-Santigosa, L; Polo, J; Cebecauer, T; Huld, T; Suri, M; de Blas, M; Lorenz, E; Pfatischer, R; Remund, J; Ineichen, P; Tsvetkov, A; Hofierka, J. 2008. Management and exploitation of solar resource knowledge. *In International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings* (1, 2008, Lisbon, Portugal) *Proceeding of the EUROSUN 2008*.
- Kain, JS. 2004. The kain-fritsch convective parameterization: an update. *Journal of Applied Meteorology* 43:170–181.
- Mlawer, E; Taubman, S; Brown, P; Iacono, M; Clough, S. 1997. Radiative transfer for inhomogeneous atmospheres: RRTM, a validated correlated-k model for the longwave. *Journal of Geophysical Research* 102(D14):16663–16.
- Monin, A; Obukhov, A. 1954. Basic laws of turbulent mixing in the surface layer of the atmosphere. *Tr. Akad. Nauk SSSR Geophys. Inst.* 24(151):163–187.
- Rincón, A. 2013. Sistema de pronóstico de radiación solar a corto plazo a partir de un modelo meteorológico y técnicas de post-proceso para España. Tesis doctoral, Barcelona, España, UPC.
- Roesch A; Wild, M; Ohmura, A; Dutton, EG; Long, CN; Zhang, T. 2011. Assessment of BSRN radiation records for the computation of monthly means. *Atmospheric Measurement Techniques* 4:339–354.
- Skamarock, W; Klemp, J; Dudhia, J; Gill, D; Barker, D; Duda, M; Huang, X; Wang, W; Powers, J. 2008. A description of the Advanced Research WRF Version 3, NCAR/TN-475+STR. Boulder, USA, Mesoscale and Microscale Meteorology Division, National Centre for Atmospheric Research. 125 p.
- Wittmann, M; Breitkreuz, H; Schroedter-Homscheidt, M; Eck, M. 2008. Case studies on the use of solar irradiance forecast for optimized operation strategies of solar thermal power plants: selected topics in applied earth observations and remote sensing. *IEEE Journal & Magazines* 1(1):18–27.

Sistemas biológicos para el tratamiento de emisiones del gas de efecto invernadero N₂O

Oswaldo D. Frutos^{1,2*}

¹Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Universidad de Valladolid, Valladolid, España.

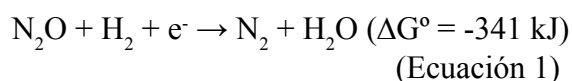
²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: osvaldo.frutos@agr.una.py

Introducción

El cambio climático es uno de los problemas ambientales de mayor repercusión global en la historia de la humanidad. En este sentido, una gran cantidad de estudios han sido desarrollados de modo a identificar las causas que lo originaron y del porqué de su rápida aparición siendo este un fenómeno cuya frecuencia cíclica requiere milenios. Los resultados de dichos trabajos han demostrado con mucha precisión que la principal causa es el aumento progresivo de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) en la atmósfera, y cuyo principal origen son las actividades humanas. Los GEI tienen la capacidad de absorber la energía calorífica irradiada por la tierra evitando que esta llegue hacia el espacio exterior provocando lo que se conoce como efecto invernadero. En los últimos 150 años, la concentración atmosférica de estos gases ha aumentado de forma exponencial llegando a provocar el aumento progresivo de la temperatura media de la tierra. El N₂O tiene un potencial de calentamiento global 300 veces más fuerte que el CO₂, por lo cual representa cerca del 7% de todas las emisiones de GEI en el mundo, siendo además, el mayor destructor de ozono estratosférico emitido en el siglo XXI (IPCC 2014, Ravishankara et al. 2009). La industria productora de ácido nítrico y los sistemas de tratamiento de aguas residuales (12299 y 9682 Gg de CO₂ eq, respectivamente) son las fuentes de N₂O más importantes después de la agricultura (UNFCCC 2014).

En este sentido, resulta imperante el desarrollo de tecnologías limpias para el tratamiento de las emisiones de este contaminante. Los sistemas biológicos han demostrado robustez y eficiencia para el tratamiento de gases contaminantes resultando como una muy buena alternativa a los sistemas físicos/químicos, cuya aplicación implica un alto consumo energético, la utilización de catalizadores de alto coste y la producción de contaminantes secundarios (Estrada et al. 2011). A día de hoy, el único mecanismo biológico demostrado capaz de eliminar el N₂O es la desnitrificación (Ecuación 1). En este proceso, las bacterias desnitrificantes son capaces de utilizar el N₂O como aceptor de electrones durante la oxidación de una fuente de carbono en ausencia de oxígeno disuelto.



De este modo, este trabajo presenta los resultados del estudio de tres sistemas biológicos para el tratamiento de emisiones de N₂O provenientes de plantas de tratamientos de aguas residuales y de la industria productora de ácido nítrico. Así también, se presenta la co-producción de bienes de valor añadido como una manera a mejorar la efectividad costo-operación de los sistemas propuestos.

Sistemas biológicos evaluados

Biodepurador

Una de las fuentes de emisión de N₂O más importantes son las plantas de tratamiento

de agua residual (PTARs). Estas emisiones están caracterizadas por el alto contenido de oxígeno (18-21%) que presentan, lo cual resulta una limitación al momento de utilizar la desnitrificación como mecanismo para la degradación del N_2O . Sin embargo, los biodepuradores pueden aplicarse a este tipo de emisiones teniendo en cuenta que están provistos de dos componentes interconectados pero separados que pueden operarse bajo diferentes condiciones, por ejemplo un componente con alto contenido de O_2 (aerobio) y otro donde el O_2 sea mínimo (anóxico). El primer componente es la columna de absorción (aerobio) donde la mezcla de aire y contaminante es introducida para lograr su transferencia a un líquido adsorbente recirculado desde el tanque agitado (segundo componente) (Figura 1), el material de relleno de la columna maximiza la superficie de contacto logrando así la mayor transferencia posible del contaminante al líquido. El líquido saliente de la columna, saturado con el contaminante, es

derivado al tanque agitado (anóxico) donde se produce la degradación por la acción de microorganismos. Finalmente, el líquido tratado y libre de contaminante es nuevamente recirculado a la columna para reiniciar el ciclo.

El sistema biodepurador utilizado estuvo compuesto de un tanque agitado de 3 L conectado a una columna de absorción con 2 L de anillos kaldnes como material de relleno para mejorar la capacidad de transferencia del gas al líquido (Figura 1). Una mezcla de aire con N_2O a una concentración de $100 \pm 5 \text{ ppm}_v$ fue utilizada para simular la emisión de una PTAR. El sistema fue inoculado con lodo activo aerobio proveniente de la PTAR de la ciudad de Valladolid, España. Como puede verse en la Figura 1, la emisión de N_2O fue introducida en la parte inferior de la columna de absorción donde el gas era transferido al líquido recirculado desde el tanque agitado a una velocidad de 8 m h^{-1} .

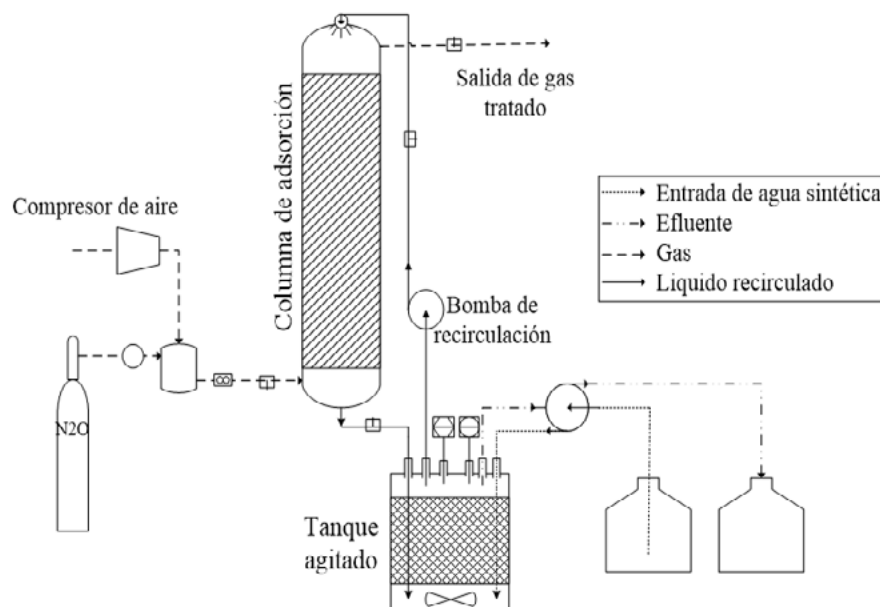


Figura 1. Esquema del sistema biodepurador.

Considerando que el agua residual es una fuente de carbono orgánico barata y de amplia disponibilidad en las PTAR, se decidió su utilización para mantener un bajo nivel de oxígeno disuelto en el tanque agitado y así favorecer la desnitrificación del N_2O . De este modo, se busca disminuir el incremento del costo operacional del sistema evitando la adición de una fuente de carbono externa. Así, el biodepurador fue evaluado no sólo en función a su eficiencia de eliminación de N_2O , sino también en su capacidad de depuración de agua residual.

Bajo estas condiciones, el biodepurador estudiado presentó una eficiencia de eliminación de N_2O promedio de $29 \pm 2\%$ manteniendo un tiempo de residencia del gas (TRG) en la columna de absorción de 3 minutos (Tabla 1). En lo que respecta a la capacidad de depuración de agua residual del biodepurador, puede observarse una gran eficiencia de eliminación del carbono orgánico total (COT) que llega a un $85 \pm 4\%$ y con una eliminación del nitrógeno total (NT) del $43 \pm 4\%$ (Tabla 1). La baja eficiencia de eliminación del N puede deberse a que el escaso oxígeno

Tabla 1. Resumen del desempeño del sistema biodepurador para la eliminación de N_2O y tratamiento de agua residual.

Bioreactor	Estrategias	Eficiencia de Eliminación de N_2O (%)	Eficiencia de Eliminación de COT (%)	Eficiencia de Eliminación de NT (%)
Biodepurador	TRG 3 min	29 ± 2	85 ± 4	43 ± 4
	TRG 40 min	92 ± 0.2	74	29

disuelto del medio no permitió un desarrollo óptimo de la nitrificación, lo que conllevó a que el único mecanismo para su eliminación sea la asimilación microbiana.

De modo a mejorar la eficiencia de eliminación de N_2O se procedió a aumentar el TRG hasta 40 min, disminuyendo el flujo de entrada del gas permitiendo así una mayor transferencia del contaminante. Finalmente, el aumento del TRG resultó en un mejoramiento en la eliminación del N_2O hasta una media de $92 \pm 2\%$, pero con una disminución de la capacidad de depuración del agua residual que solo llegó a una eliminación del COT de 74% y del NT de 29% (Tabla 1).

Estos resultados demuestran la potencialidad de la utilización de un biodepurador dentro de una misma PTAR para la eliminación simultánea del N_2O emitido por la planta y su capacidad para el tratamiento de agua residual.

Sistema de columna de burbujeo y airlift

Como se describe en la sección de introducción, otra de las mayores fuentes generadoras de N_2O

son las plantas de producción de ácido nítrico. Las emisiones de estas industrias presentan una alta concentración de N_2O pero con un bajo contenido de O_2 (500-3500 ppm_v de N_2O , 100-3500 ppm_v de NO_x y 1-4% O_2) (Pérez-Ramírez et al. 2003), lo que permitiría su tratamiento mediante sistemas con cultivos en suspensión. En este sentido, se propuso la evaluación de una columna de burbujeo (CB) y un sistema airlift (AL) para la eliminación biológica de N_2O de una emisión sintética con características similares a las generadas en los procesos de producción de ácido nítrico (3500 ± 300 ppm_v de N_2O y 1% de O_2 en una base de N_2).

Para eso se utilizaron dos columnas de cristal de 2,3 L. A diferencia de la CB, el AL contenía en su interior un tubo concéntrico que permitía la circulación del medio de cultivo dentro del reactor (Figura 2). Ambos bioreactores fueron inoculados con una bacteria desnitrificante llamada *Paracoccus denitrificans* (DSM 413), y el medio mineral (MM) de cultivo utilizado fue descrito anteriormente en Frutos et al. (2016). Además del análisis de la eficiencia de eliminación de N_2O en estos sistemas, se estudió

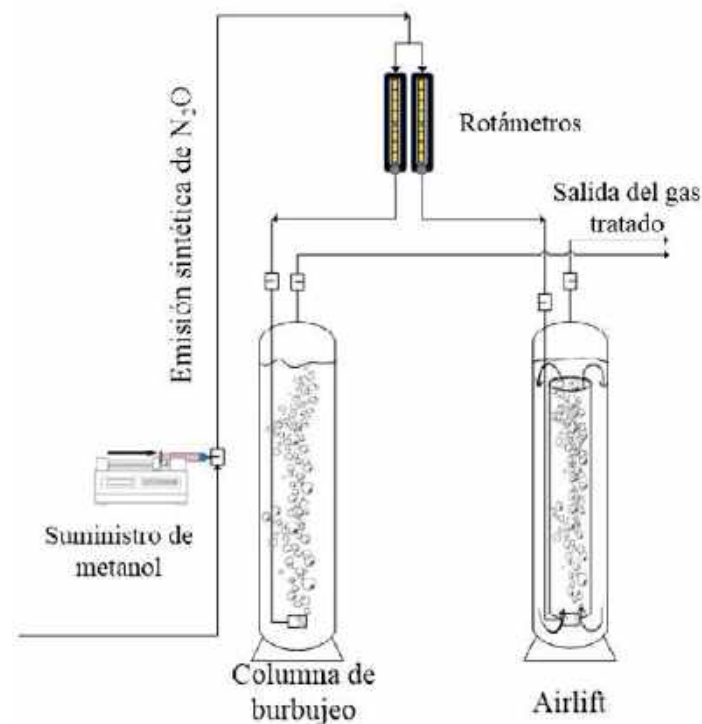


Figura 2. Esquema de los bioreactores Columna de Burbujeo y Airlift.

el potencial de producción del biopolímero poli (3-hidroxibutirato-co-3-hidroxivalerato) (PHBV) como una alternativa a mejorar la costo-efectividad de estos sistemas.

Vale mencionar que los PHBV son biopolímeros cuya principales características son su biodegradabilidad y sus propiedades físico-químicas, que los hace un potencial sustituto de los polímeros no biodegradables de origen fósil como el polipropileno o el polietileno (Kalaiyezhini y Ramachandran 2015). Estos biopolímeros son producidos y acumulados dentro del citoplasma de las bacterias como una estrategia de conservación de energía cuando un nutriente esencial para su reproducción se encuentra en limitadas cantidades en el medio que las rodea (Du et al. 2012).

En este contexto, se establecieron dos escenarios para el análisis de la eficiencia de eliminación de N_2O y la co-producción de PHBV siendo metanol la fuente de carbono. La primera, donde las condiciones de crecimiento y reproducción bacteriana fueron las adecuadas y la segunda donde un nutriente esencial fue limitado, en este caso el nitrógeno.

Como puede observarse en la Tabla 2, la eficiencia

de eliminación de N_2O fue alta (87-88%) en los dos sistemas bajo condiciones adecuadas de crecimiento donde la concentración de NT en el medio se mantuvo en 238 ± 38 y 238 ± 40 mg N L⁻¹ en la CB y en el AL respectivamente. Sin embargo, las condiciones adecuadas para el crecimiento microbiano (alto contenido de N en el medio) no propició la acumulación celular del biopolímero PHBV (Tabla 2).

En el segundo escenario donde el N fue limitante, un aumento sustancial de la acumulación de PHBV pudo observarse en la CB con un $47 \pm 5\%$ y en el AL con $40 \pm 8\%$. Por otro lado, la deficiencia de N en el medio provocó la disminución de la concentración de biomasa en el AL lo que conllevó a un deterioro de la eficiencia de eliminación de N_2O (Tabla 2). Sin embargo, una menor afectación fue observada en la CB donde la concentración de biomasa se mantuvo alta y consecuentemente la eficiencia de eliminación de N_2O .

Conclusión

Este estudio presenta los resultados del análisis del potencial de tres sistemas biológicos para el

Tabla 2. Resumen del desempeño de la Columna de Burbujeo y el Airlift

Bioreactores	Estrategias	Eficiencia de eliminación de N ₂ O (%)	Concentración de N en el medio (mg N L ⁻¹)	Concentración de biomasa (mg L ⁻¹)	Contenido celular de PHBV (%)
Columna de burbujeo	Sin limitación	87 ± 3	238 ± 38	853 ± 76	1,9 ± 1,3
	Limitación de N	84 ± 3	2,3 ± 0,3	1017 ± 71	47 ± 5
Airlift	Sin limitación	88 ± 2	238 ± 40	856 ± 90	2,6 ± 1,3
	Limitación de N	57 ± 7	1,9 ± 0,4	646 ± 64	40 ± 8

tratamiento de emisiones de N₂O. Se demostró el potencial de un biodepurador para el tratamiento simultáneo de agua residual y N₂O. En la operación de la columna de burbujeo y el airlift se pudo comprobar la alta eficiencia de eliminación de N₂O de estos sistemas, simultáneamente con la co-producción de un bien comercializable como es el PHBV. Finalmente, aunque se requiera mayores estudios sobre las limitaciones de estos sistemas a una escala real, el potencial demostrado abre paso a nuevas líneas para el desarrollo de innovadores sistemas biológicos.

Referencias bibliográficas

- Chenyu, Du; Sabirova, J; Soetaert, Carol Lin, SK. 2012. Polyhydroxyalkanoates production from low-cost sustainable raw materials. *Current Chemical Biology* 6(1):14–25.
- Estrada, JM; Bart Kraakman, NJR; Muñoz, R; Lebrero, R. 2011. A comparative analysis of odour treatment technologies in wastewater treatment plants. *Environmental Science & Technology* 45(3):1100–1106.
- Frutos, OD; Cortes, I; Arnaiz, E; Lebrero, R; Muñoz, R. 2016. Biological nitrous oxide abatement by *Paracoccus denitrificans* in Bubble Column and Airlift reactors. *Chemical Engineering Transactions* 54:289–94.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, Suiza). 2014. Climate Change 2014: synthesis report. Geneva, Switzerland, IPCC. 151 p. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Ginebra, IPCC.
- Kalaiyeshini, D; Ramachandran, KB. 2015. Biosynthesis of poly-3-hydroxybutyrate (PHB) from glycerol by *Paracoccus denitrificans* in a batch bioreactor: effect of process variables. *Preparative Biochemistry & Biotechnology* 45(1):69–83.
- Pérez-Ramírez, J; F. Kapteijn, K; Schöffel, Moulijn, JÁ. 2003. Formation and control of N₂O in nitric acid production: where do we stand today? *Applied Catalysis B Environmental* 44(2):117–51.
- Ravishankara, AR; Daniel, JS; Portmann, RW. 2009. Nitrous oxide (N₂O): the dominant ozone-depleting substance emitted in the 21st century. *Science* 326(5949):123–25.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change, Luxembourg). 2014. Annual European Union Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2012 and Inventory Report 2014: Submission to the UNFCCC Secretariat. Luxembourg, European Environment. 19 p. (EEA Technical Report No 09)

Estrategias para la conservación y el uso productivo de especies nativas del Bosque Atlántico Interior (Selva Paranaense)

Beatriz Irene Eibl^{1*} y Miguel Angel López²

¹ Universidad Nacional de Misiones. Bertoni n°124. (3382) Eldorado, Misiones. Argentina

² Universidad Nacional de Misiones. Campus Universitario Ruta Nac.12. Miguel Lanús (3300) Posadas, Misiones. Argentina.

*Autor para correspondencia: eiblbeatriz@gmail.com

Introducción

La eco-región del Bosque Atlántico en América del Sur, es considerada uno de los 35 sitios (hotspots) de alta biodiversidad amenazada en el mundo, regiones también consideradas áreas de mitigación ambiental (Myers et al. 2000). Para la Argentina comprende una porción que se desprende del litoral y comparte con Brasil y Paraguay, el denominado Bosque Atlántico del Alto Paraná (Di Bitetti et al. 2003). En la Provincia de Misiones, la Selva Misionera o Selva Paranaense en sus formaciones de Selva y Campo, presenta la mayor biodiversidad para la República Argentina y muchas especies aún continúan ingresando en las listas de biodiversidad. Es este el último relictos de selva nativa en continuidad que ocupa el límite inferior del Bosque Atlántico que comparte la biodiversidad, el agua superficial y subterránea y la atmósfera con Brasil y Paraguay. Protegidas en los Parques y Reservas públicas y privadas y con la Ley Provincial XVI N°60, de Corredor Verde, en un intento de mantener la conectividad en una propuesta provincial, motivando a la “conectividad trinacional”. Los avances de la frontera agropecuaria con el cambio de uso de la tierra, el crecimiento demográfico, la extracción de madera de los bosques naturales y el aislamiento de las áreas protegidas, comprometen la integridad de su diversidad genética y específica y la perpetuidad de estas formaciones naturales. Misiones es una Provincia turística por la selva, por el agua y por el paisaje, con las Cataratas del Iguazú como maravilla natural mundial. Las “estrategias para la conservación de la biodiversidad”,

deben incluir una serie de acciones lideradas desde las Instituciones Públicas que deben complementarse. La diversidad al ser entendida como un recurso renovable, puede contemplar el uso múltiple y masivo de las especies con fines económicos y productivos en un marco de conservación. Las actividades de restauración de bosques protectores de márgenes de arroyos y pendientes, que pueden ser considerados como el eje para la conservación de las especies nativas, actúan como conectores de la diversidad en toda su extensión para las cuencas de los ríos Uruguay, Iguazú y Paraná.

La Ley Nacional de Presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos n°26.331, clasifica los bosques nativos en tres categorías: de conservación, de manejo sustentable y susceptible de ser convertidas a otros usos. En las dos primeras categorías deberán ser restauradas con especies nativas, en caso de ser requerido por los organismos de aplicación. Existen promociones a través de la Ley Nacional n°26.432, para la presentación de proyectos productivos y/o de restauración, para los cuales son exigencia los conocimientos técnico científico acerca de pautas o protocolos establecidos para su implementación, cuando se trata de especies nativas. En la Ley Provincial XVI N°53 de bosques protectores y fajas ecológicas de recuperación de márgenes de arroyos y pendientes, se establece que la restauración es obligatoria y las especies podrán ser aprovechables en base a un plan de manejo previamente aprobado por el organismo competente, también pueden ser consideradas de interés para el propietario para otros usos

múltiples y de conservación. La Ley Provincial de Energías Renovables N°XVI N°97 propicia la plantación de especies con fines para biomasa. Eibl et al. (2015), proponen un grupo de especies nativas potenciales para plantaciones con fines maderables y leña, con beneficios para la restauración. La Ley XVI N°98 de Banco Provincial de Germoplasma de Misiones, que tiene como objetivo conservar la base genética de plantas nativas, esto facilitará la disponibilidad de semillas para la conservación, investigación y el uso productivo.

Se suma la importancia reconocida a que los bosques y las energías renovables son claves para cumplir los compromisos asignados por 195 países en la CP21 (2015). Se espera que los bosques puedan hacer contribuciones clave para cerrar la brecha de emisiones y para garantizar la estabilidad del régimen climático en el largo plazo. Específicamente a la importancia de la restauración de bosques degradados y al manejo de los mismos para conformar paisajes resilientes que permitan absorber el carbono y mantener servicios ecosistémicos para los seres humanos, tales como la provisión de agua para consumo y uso productivo sustentable. Acuerdo que reemplazará en cuatro años más al actual Protocolo de Kioto, con un consenso pleno en transitar hacia una economía baja en carbono.

Todas estas legislaciones vigentes, entre otras, requieren de material de propagación y la aplicación de protocolos específicos para lograr la certificación de semillas y plantas en las diferentes etapas productivas hasta lograr la certificación de las plantaciones y la verificación de que se cumplan las funciones y los objetivos planteados.

Metodología

Las estrategias para el uso y la conservación de las especies nativas con fines ambientales y productivos, actualmente en práctica fueron ensayadas con propietarios privados de reservas, técnicos y profesionales y difundidas en talleres y cursos participativos por la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM. En cada etapa se

establecen los criterios mínimos de certificación a ser considerados.

Desde el Laboratorio de Análisis de Calidad de Semillas, inscripto con el n°I-3578 en el Registro Nacional de Comercio y Fiscalización de Semillas (RNCyFS) del Instituto Nacional de Semillas (INASE), organismo Nacional que habilita para el Mercosur la certificación de las semillas en sus aspectos de calidad físico botánica. El Registro de Árboles Semilleros, el Banco de Semillas de Especies Nativas de la Selva Misionera y la producción de plantas en viveros que certifica bajo la figura de Vivero Certificador de Especies Nativas, inscriptos en el RNCyFS con el n°J1-3578. La Red Nacional de Bancos de Germoplasma de Especies Vegetales Nativas, (RNBGEVN) para el intercambio de información y capacitación en la temática de Conservación de Germoplasma de Especies Nativas.

Áreas de Conservación que contienen el material de propagación. Los parques y reservas públicas son los reservorios para la conservación estricta o sujeto de investigaciones. Mientras que las reservas privadas son los espacios de certificación del germoplasma objeto de propagación, para el uso productivo, y la demanda creciente por semillas y plantas de especies nativas, para diversos fines. En la Provincia de Misiones, propietarios participan con sus remanentes de selvas, de la red de reservas naturales privadas del país (Schiaffino y Bertolini 2016). La generación de recursos para los propietarios que actualmente están conservando la biodiversidad, se presenta como una alternativa de interés manifestada por los mismos (Eibl, 2006, 2016). Mediante el relevamiento de la biodiversidad vegetal que contiene el área registrada en el ámbito Nacional con el RNCyFS, INASE (2017) y que el propietario se compromete a resguardar, se certifica el material de propagación (frutos, semillas, polen, yemas, ramas, otros) que se cosecha, para el uso, atendiendo a la sustentabilidad de la fuente mediante un plan de manejo previamente aprobado por el Ministerio de Ecología de la Provincia de Misiones (2017).

Red de Árboles Semilleros. La Facultad de Ciencias Forestales trabajando en el tema de identificación y registro de árboles semilleros en áreas de reservas privadas, ajustaron las técnicas en trabajos de cooperación conjunta en Convenios con empresas y organizaciones como la Fundación Vida Silvestre (1998), Perez Companc (2002), Tabacos Norte con el Proyecto Tajy (2007/2010), Biofabrica Misiones S.A. (2010/2012) y el Proyecto Registro de Árboles Semilleros con el Ministerio de Agricultura, UCAR (2014/2017). A partir del interés manifestado por el propietario, identificado por intermedio de referentes locales, se realizaron las visitas a las reservas. Se tomó como base un listado de especies arbóreas nativas, en los que se mencionan un total de 336 árboles de especies diferentes representados en 67 familias botánicas que componen el estrato superior de la selva misionera (selva paranaense) (Gartland y Bohren 2008). Se seleccionaron las especies de acuerdo a las preferencias indicadas por los productores así como por su condición de rara, vulnerable y/o amenazada.

La selección del árbol semillero en un área de reserva, priorizó el ejemplar de mayor porte, sano, y de la mejor forma, para todas las especies, con un mayor énfasis en especies de importancia ecológica. Las mismas especies se registraron en todos los sitios de su distribución a los fines de abarcar la variabilidad genética. Los árboles semilleros se registraron por su identidad, posición geográfica (punto GPS), estado sanitario, ubicación en el sitio y ambiente que lo rodea. Se confeccionó una ficha técnica para cada ejemplar que contiene datos del porte y fotografías y se elaboraron los listados de todos individuos selectos (Eibl et al. 2001, 2002, Eibl y Báez 2004, Eibl et al. 2016).

Cosecha de Frutos. La cosecha de los frutos se realiza cuando se requiere de material de propagación. A partir de la observación fenológica de los individuos a ser cosechados, se identificó el momento de fin de maduración y comienzo de dispersión, etapa en la cual los mismos se encuentran con el menor peso seco y las semillas presentan el mayor poder germinativo y vigor. En

general las especies de frutos secos dehiscentes se cosecharon en el árbol y aquellos de frutos indehiscentes, legumbres y bayas en general, la cosecha se realizó en el suelo en la última etapa de la dispersión. La cosecha de copa se realizó mediante escalada al árbol. La identificación de este momento se realizó en cada oportunidad previa a la cosecha (Eibl et al. 2012).

Identidad del Material de Propagación. Los frutos cosechados corresponden a un lote, cada lote es el material de propagación de un árbol. Los materiales cosechados se rotularon en campo con los datos de fecha de cosecha, árbol, especie, ubicación y propietario y se ingresaron en el cuaderno de registro en el Banco de semillas con un número que garantiza su trazabilidad. Se certificó por su origen, procedencia, identidad, ejemplar, como frutos y semillas certificadas de la clase identificada (Eibl 2013).

Acondicionamiento de frutos y semillas. Luego de la cosecha los frutos fueron ordeados y separadas las semillas del fruto y de las impurezas. Las semillas de los frutos maduros en el árbol, poseen humedades que rondan los 10 a 18% para frutos secos y 30 a 40% para frutos frescos (semillas recalcitrantes). Las semillas secadas hasta el equilibrio con el ambiente y acondicionadas para el almacenamiento o para viveros. Las semillas que ingresaron a bancos activos y/o bancos de germoplasma fueron acondicionadas para el fin mediante técnicas de secado y/o ultrasecado y envasado en recipientes adecuados (evitando la humedad) (Eibl et al. 2012, González et al. 2013)

La certificación de la calidad físico botánica y fisiológica de la semilla. Se determinaron en laboratorio y siguiendo las Normas Internacionales de Ensayos de Semillas el poder germinativo (PG%), la humedad de la semilla al momento de la cosecha y durante el almacenamiento (H%), el peso de semillas (Peso 1000 semillas en gr). Mediante ensayos de germinación se determinaron los mejores tratamientos pre-germinativos y las condiciones y tiempos de germinación adecuadas para cada especie. Se establecieron según especie, los mínimos requeridos para los porcentajes de

germinación y pureza (Eibl et al. 2012).

La producción de plantas en vivero. Requiere de protocolos indicados para cada especie en cuanto a tratamientos pre-germinativos, tiempos de viverización, sustratos, contenedores y nutrientes, así como indicadores de calidad requerida para altura y diámetro a la altura del cuello (dac), de esbeltez (relación longitud del tallo/dac, estados de lignificación de los plantines (>peso seco) y la consistencia del cepellón (Eibl et al. 2013).

La plantación a campo de especies nativas Requiere una silvicultura de implantación en la que las plantas además de ser de calidad certificada, el sitio de plantación individual debe estar preparado con un pozo de por lo menos 60/80 cm. Las plantas deben estar protegidas por la vegetación natural del sitio, de la insolación directa, de las altas y bajas temperaturas de superficie, heladas y sequías, viento e insectos, requisitos indispensables para garantizar la mayor sobrevivencia y el crecimiento inicial, experiencias indican a los sistemas agroforestales (SAF) o plantaciones en áreas de sucesión natural inicial como los más indicados para garantizar la supervivencia de las plantas (Montagnini et al. 2005, 2006, Barth et al. 2008, 2011, López et al. 2013, Eibl et al. 2015, Bohren et al. 2015), así como la recuperación de los suelos degradados (Day et al. 2011).

Resultados

En trabajos conjuntos con técnicos del INASE se elaboró una reglamentación para el Registro de Áreas de Conservación y la certificación del material de propagación que actualmente se encuentra en etapa de socialización entre las Provincias.

El Registro de Árboles Semilleros ya cuenta con más de mil (1000) ejemplares selectos registrados en diferentes regiones de la provincia que actualmente son objeto de cosecha para el abastecimiento de los viveros. Con 54 hectáreas de bosques privados remanentes con la biodiversidad relevada, a nivel de árboles,

arbustos, epífitas, hierbas y a modo de experiencia de certificación del material de propagación que contienen y sus posibilidades de uso propio y/o venta a terceros.

A los fines de incorporar diversidad a los sistemas, ya se disponen de conocimientos de la silvicultura para la producción de más de 40 especies nativas requeridas para el uso múltiple (leña, carbón, madera, paisaje, restauración, melíferas, medicinales). Los viveros distribuidos en diferentes regiones recibieron capacitación y asesoramiento desde el Vivero Experimental de Especies Nativas vinculado al Banco de Semillas de la Facultad de Ciencias Forestales. Se lograron plantines de 30/40 cm de altura producidos en contenedores rígidos de polipropileno de 100 a 230 cm³ para la plantación a campo atendiendo a una adecuada formación de las raíces y la presencia de la raíz principal. El tiempo de viverización desde los 6 meses hasta los 24 meses, dependiendo de la especie.

Los ensayos productivos demostrativos con especies nativas en plantaciones a cielo abierto, enriquecimiento en bosque degradado y plantas asociadas a sistemas agroforestales (SAF), conforman una red de experiencias productivas demostrativas para la región que incluyen más de 20 especies. Las certificaciones técnicas a los 18 meses de plantación lograda, permiten al productor acceder a los beneficios de subsidios por forestación que ofrece la Ley Nacional 26432. En el Jardín Botánico Selva Misionera se realizaron los encuentros para la concienciación acerca de los beneficios ambientales de los bosques y el conocimiento de las especies y sus usos múltiples.

Se dispone de experiencias a campo con especies nativas, ejemplares selectos como árboles semilleros marcados en su sitio original, que proveerán anualmente parte de las semillas requeridas. Con viveros en producción, la disponibilidad de plantas de calidad y las técnicas silviculturales, para las plantaciones que en mezcla con especies varias de usos múltiples, permitirá futuros usos de la madera y leña, que podrán ser comercializadas bajo certificación de un manejo sustentable.

Conclusión

La certificación del material de propagación obtenido a partir de áreas de conservación, los bancos de semillas, plantas en vivero y las plantaciones logradas a campo, establecen un circuito de certificación que permite incluir a las especies nativas en la cadena productiva, bajo un sistema de control de calidad y con un fin de manejo sustentable en plantaciones productivas y de uso múltiple de restauración y/o de conservación y generar un ingreso económico. Esta certificación facilita el cuidado de las fuentes de semillas (material de propagación), la trazabilidad del material utilizado, propicia la multiplicación y genera información para los trabajos que actualmente contemplan el uso productivo (leña, madera, medicinales, ornamentales, melíferas, alimenticias, esencias, paisaje, restauración, otras) para el conjunto de las especies que componen la biodiversidad vegetal local. El uso masivo de las especies nativas con fines de uso múltiple, es un aporte a la producción, la restauración, la conservación de las mismas y en su diversidad, a la mitigación de los extremos ambientales.

Referencias bibliográficas

- Barth, SR; Eibl, BI; Montagnini F. 2008. Adaptabilidad y crecimiento de especies nativas en áreas en recuperación del noroeste de la provincia de Misiones. *In* Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales (13, 2008, Eldorado, Misiones, Argentina). Actas. Misiones, Argentina, Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales, Estación Experimental Montecarlo del INTA. 1-16 p.
- Barth, SR; Eibl, BI; Montagnini, F; Palavecino, J; Kozarik, JC. 2011. Watershed Restoration Using Native Species. *In* Montagnini, F; Finney, C. (eds.). Restoring Degraded Landscapes with Native Species in Latin America. New York, United States, Nova Science. p. 29-50. /ISBN 978-1-61122-131-2.
- Bohren, AV; Zaderenko, C; Eibl, BI; Barney, E; Niella, F; Rocha, P; González, C; Aguilera, MA; Branco, F; Karlsthorf, G. 2015. Ensayo de especies leñosas nativas para la producción de biomasa mediante bosques energéticos en la provincia de Misiones: Proyecto de Investigación Aplicada PIA.- PIA10069. Argentina, MSRN, BIRF. p. 361-363.
- CP21 (Decisión CP.21, Convenio Marco sobre el Cambio Climático). 2015. Naciones Unidas Convenio Marco sobre el Cambio Climático: Acuerdo de las Partes 15 de diciembre de 2015. Paris, Francia. 40 p. Consultado 03 oct. 2016 Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/109s.pdf>. Acceso octubre de 2016.
- Day, S; Montagnini, F; Eibl, BI. 2011. Effects of native trees in agroforestry systems on the soils and yerba mate in Misiones, Argentina. *In* Montagnini, F; Francesconi, W; Rossi, E. (eds.). Agroforestry as a Tool for Landscape Restoration. New York, United States, Nova Science. p. 99-112.
- Di Bitetti, MS; Placci, G; Dietz, LA. 2003. Una Visión de Biodiversidad para la Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná: diseño de un Paisaje para la Conservación de la Biodiversidad y prioridades para las acciones de conservación. Washington DC, World Wildlife Fund.
- Eibl, BI; Paredes, D; Gomez, J. 2001. Gigantes de Misiones. Comunicación. Revista Forestal Yvyrareta 10:87-88.
- Eibl, BI; Mendez, RM; Di Stassi, M; Bohren, AV; Sosa, G; Robledo, F. 2002. Selección de árboles semilleros en propiedades y reservas de la selva misionera. *In* Jornadas Técnicas Forestales (9, 2002, Eldorado, Argentina). Actas. Eldorado, Argentina, Facultad de Ciencias Forestales, UNM.
- Eibl, BI; Baez, MN. 2004. Áreas productoras de semillas de especies nativas de la Selva Misionera. *In* Jornadas de Mejoramiento Genético (1, 2004, Posadas, Argentina). Actas. Posadas, Argentina, Facultad de Ciencias Forestales, INTA. p. 22-28.
- Eibl, B. 2006. La estrategia global para la conservación de la biodiversidad al 2010



(en línea). Posadas, Argetina, Misiones Online. Consultado 04 ene 2017. Disponible en <http://misionesonline.net/2006/05/21/la-estrategia-global-para-la-conservacion-de-la-biodiversidad-al-2010>

- Eibl, BI; González, C; Otegui, M; Dreyer, N. 2012. Protocolos tentativos para la propagación de 20 especies nativas de interés productivo de la selva misionera. *In* Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. (15, 2012, Eldorado, Argentina). Actas. Eldorado, Misiones, Argentina, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. p. 10. ISSN16685385
- Eibl, BI. 2013. Biodiversidad: semillas y frutos de la selva misionera. Fundación Bosques Nativos Argentinos para la Biodiversidad 3(6):20.
- Eibl, BI; González, C; Otegui, M; Dreyer, N; Mallozi, G; Weinberger, V. 2013. Conservación de semillas de especies nativas en bancos de germoplasma. *In* Jornadas Científico Tecnológicas 40 Aniversario. (1, 2013, Posadas, Argentina) Resumen Actas. Posadas, Argentina, UNAM. p. 45. ISBN 978-950-579-268-9
- Eibl, BI; González, C; Dreyer, N; Branco, F; Bohren, AV. 2013. Indicadores de calidad de plantas en vivero para el establecimiento de ensayos de producción de biomasa para energía con especies nativas. *Jornadas Científico Tecnológicas 40 Aniversario*. (1, 2013, Posadas, Argentina) Resumen Actas. Posadas, Argentina, UNAM. p. 46. ISBN 978-950-579-268-9
- Eibl, BI; Lopez, MA; Bohren, AV; Montagnini, F; Lopez, LN; Barbaro, L; Sforza, O. 2015. Restauración de áreas mediante plantaciones de especies nativas con fines de biomasa leña y maderables en la Provincia de Misiones. *In* Congreso Iberoamericano y del Caribe de Restauración Ecológica. (4, 2015, Buenos Aires, Argentina). Libro Actas. Buenos Aires, Argentina, SIACRE. p. 131.
- Eibl, BI; Montagnini, F; Lopez, MA; Montechiesi, R; Barth, SR; Esterche, E. 2015. *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., yerba mate orgánica bajo dosel de especies nativas maderables, una propuesta de producción sustentable. *In* Montagnini, F; Somarriba, E; Murgueitio, E; Fassola, H; Eibl, B. (eds.). *Sistemas Agroforestales: funciones productiva, socioeconómica y ambiental*. Cali, CO. p.158-177 . ISBN 978-958-9386-74-3.
- Eibl, BI; Lopez, MA; Barbaro, L; Sforza, O; Lopez, J; Branco, F; Lopez, M; Stadler, N; Mendez, R; Steitzer, N. 2016. Experiencias productivas con especies nativas multipropósito en áreas de restauración ambiental y estrategias para la conservación de remanentes de bosques. *In* Jornadas Tecnicas Forestales y Ambientales (17, 2016, Posadas, Argentina). Actas. Posadas, Argentina, JOTEFA.
- Gartland, HM; Bohren, AV. 2008. Consideraciones sobre la biodiversidad forestal a nivel de especies arbóreas, en la selva paranaense de Misiones Argentina. *Revista Forestal Yvyrareta* 15:39-49.
- González, C; Eibl, BI; Otegui, M; Dreyer, N; Baron, C; Weinberger, V. 2013. Conservación de semillas de especies nativas en bancos de germoplasma. *In* Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano Iguazú. (4, 2013, Puerto Iguazu, Argentina) 23 al 27 septiembre. Puerto Iguazú, Misiones, Congreso forestal.
- Ley N° 26.331. 2007. Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos. *Boletín Oficial, Argentina*. 19 dic. 1997.
- Ley Provincial XVI N° 60. 1999. (Ex Ley n° 3.631). Área Integral de Conservación y Desarrollo Sustentable “Corredor Verde de la Provincia de Misiones”. *Boletín Oficial, Argentina*. 30 nov. 1999.
- Ley Provincial XVI N° 53. 1997. (Ex Ley n° 3.426). Declaración y Reglamentación de Bosques Protectores y Fajas Ecológicas. *Boletín Oficial, Argentina*. 03 jul. 1997.
- Ley Provincial XVI N° 97. 2008. (Ex Ley n°4.439). Marco Regulatorio y Promoción para la Investigación, Desarrollo y Uso Sustentable de Fuentes de Energía Renovables

- No Convencionales, Biocombustible e Hidrógeno. Boletín Oficial, Argentina. 10 jul. 2008
- Ley Provincial XVI n°29.1992 (Ex Ley n° 2.932). Sistema de Áreas Naturales Protegidas. Boletín Oficial, Argentina. 18 jun. 1992.
- Ley Provincial XVI N°98. 2008. (Ex ley n° 4.464) Actividades tendientes a preservar y ampliar la base genética de las plantas cultivadas y silvestres. Declaración de interés Provincial. Boletín Oficial, Argentina. 23 oct. 2008.
- Ley N° 26.432. 2008. Prorroga y Reforma la Ley 25080, Argentina, Boletín Oficial. 29 dic. 2008.
- Lopez, MA; Eibl, BI; Montagnini, F; Palavecino, J; Barth, SR. 2013. Indicadores de productividad con plantación de especies nativas maderables en áreas de sucesión natural inicial, en la Provincia de Misiones. *In* Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. (4, 2013, Iguazú, Argentina) Iguazu, Argentina, Congreso Forestal.
- Lopez, MA; Eibl, BI; Palavecino, J. 2013. Valoración de especies nativas en áreas de restauración ambiental, Provincia de Misiones, República Argentina. *In* Almeida, J; Da Silva Almeida. (eds.). Educacao ambiental: premisa inafastavel ao desenvolvimento económico sustentavel. Rio de Janeiro, Brasil, Lumen Juris. p 371-391.
- Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables. 2017. Gobierno de la Provincia de Misiones (en línea, sitio web). Consultado 03 feb 2017. Disponible en <http://ecologia.misiones.gov.ar>
- Montagnini, F; Cusack, D; Petit, B; Kanninen, M. 2005. Environmental services of native tree plantations and agroforestry systems in Central America. *Journal of Sustainable Forestry* 21(1):51-67.
- Montagnini, F; Eibl, BI; Fernandez, R. 2006. Rehabilitation of degraded lands in Misiones, Argentina. *Bois Et Forests Des Tropiques* 288:51-65.
- Myers, N; Mittermeier, RA; Mittermeier, CG; da Fonseca, GAB; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *NATURE* 403:853-858.
- RNCyFS (Registro Nacional de Comercialización y Fiscalización de Semillas, Argentina); INASE (Instituto Nacional de Semillas, Argentina). 2017. Instituto Nacional de Semillas: trabajando por la semilla, insumo básico de la cadena agroambiental (en línea, sitio web). Consultado 17 mar. 2017. Disponible en www.inase.gov.ar.
- Schiaffino, K; Bertolini, MP. 2016. Reservas Naturales Privadas, avances de un trabajo en Red. Conferencia. Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales (17, 2016, Posadas, Argentina). Actas, Posadas, Misiones.

Bosques degradados del bloque Sur del BAAPA: una aproximación a su caracterización

Lidia Florencia Pérez de Molas^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

* Autor para correspondencia: lidiaperezmolos@yahoo.com

Introducción

La degradación de los bosques y las tierras es un grave problema que se manifiesta en todos los lugares del mundo, en particular en los países en desarrollo. Aproximadamente 1000 millones de personas, es decir, el 15% de la población del planeta, viven en áreas degradadas, y se estima que un tercio de la población mundial padece los efectos de la degradación de las tierras (Sabogal et al. 2015). Según FAO (2011), citado por Sabogal et al. (2015), la degradación de los bosques se refiere a la merma de la capacidad de un bosque de suministrar bienes y servicios.

La explotación selectiva de los bosques de la Región Oriental del Paraguay, data de muchos años y teniendo en cuenta la modalidad del aprovechamiento forestal, centrado en unas pocas especies, las de mayor valor comercial, tanto en el mercado nacional como internacional, ello se podría señalar como una de las causas de la degradación de los mismos. Muchos de los bosques así explotados eran dejados a merced de su recuperación por los procesos de sucesión natural.

El cambio de uso de la tierra que reemplazó a la explotación selectiva en mayor proporción, redujo la superficie de bosques de la Región Oriental y en particular en el bloque sur del BAAPA a solo 543.867 ha (INFONA/DSNIF 2016). La presencia en el bloque de áreas silvestres protegidas, denominadas Núcleos de Conservación (Di Bitetti et al. 2003) constituyen hoy los bosques que pueden ser utilizados como referencia para los trabajos de restauración.

Teniendo en cuenta que es importante el

conocimiento de los parámetros estructurales de los bosques degradados del país, como punto de partida para los programas de restauración que se quisiera encarar, el objetivo de este trabajo es generar, con los datos originados en el periodo 2008-2015, una caracterización aproximada de los bosques degradados del bloque Sur del BAAPA en cinco sitios de estudio.

Metodología

En el marco de la Investigación, Docencia, Extensión y prestación de servicios y dentro de la Línea de Investigación “*Manejo y Conservación de la Biodiversidad*” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, se establecieron cinco Parcelas Permanentes de Monitoreo de la Biodiversidad entre los años 2008 y 2015, en los Departamentos de Itapúa y Caazapá, tres en la Reserva para Parque Nacional San Rafael, en propiedades de la Asociación Guyra Paraguay, una en la Reserva Natural Privada Tapyta y una en la propiedad del Centro de Educación, Capacitación y Tecnología Campesina (CECTEC) (Figura 1).

Cuatro parcelas miden 100 x 100 m, divididas en 25 subparcelas de 20 x 20 m y una de ellas mide 100 x 100 m dividida en 4 bloques de 50 x 50 m y éstos en 4 subparcelas de 25 x 25 m totalizando 16 subparcelas. Se midieron todos los individuos con DAP ≥ 10 cm, con base a la metodología propuesta por Lamprecht (1990) y Louman et al. (2001).

Los sitios fueron seleccionados por presentar los bosques diferente grado de degradación, estar relativamente próximos entre sí y por corresponder a una misma ecorregión, en

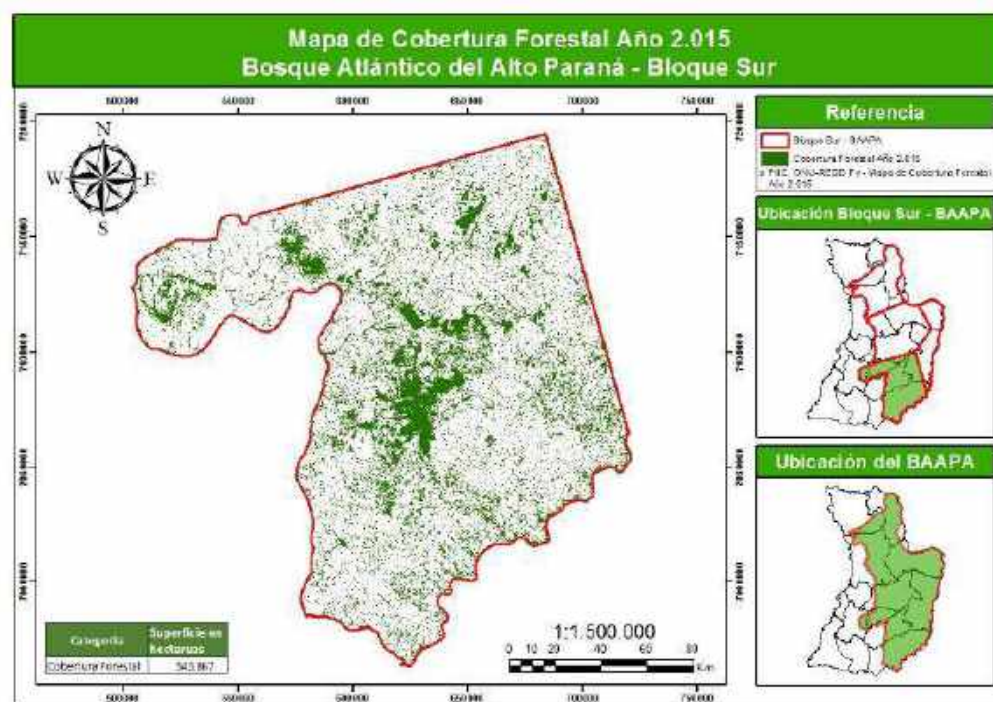


Figura 1. Mapa de localización del bloque Sur del BAAPA seleccionado para el estudio. Fuente: INFONA/DSNIF (2016). Elaboración Ing. For. Jorge Ramírez.

particular al bloque Sur del BAAPA, en donde se ha registrado desde hace más de medio siglo una gran disminución de la cobertura boscosa original.

La PPMB establecida en el año 2013 en la Reserva Natural Privada Tapyta (Casanova 2014), administrada por la Fundación Moisés Bertoni, es el bosque mejor conservado y por ello fue seleccionada como Bosque de Referencia.

La PPMB establecida en el año 2008 en la RPPN San Rafael (Cantero 2011), en la Reserva Guyra Reta, propiedad de la Asociación Guyra Paraguay, es un bosque poco degradado, en donde todavía se puede encontrar árboles de gran diámetro.

La PPMB establecida en el año 2012 en la RPPN San Rafael (Benítez 2012) es un bosque degradado, en donde varios árboles fueron cortados, aserrados y abandonados en el sitio. Los claros así originados fueron colonizados por

especies pioneras.

La PPMB establecida en el año 2012 en la RPPN San Rafael (Cantero 2012 y Cantero et al. 2012) es un bosque poco degradado. No se observaron tantas evidencias de intervenciones en el mismo.

La PPMB establecida en el año 2015 en CECTEC (Pérez de Molas et al. s.f.), es un bosque muy degradado, sometido a una explotación selectiva severa. El sotobosque fue invadido por especies de *Merostachys clauseni* (Takuapí) y *Chusquea ramosissima* (Takuarembo), principalmente. En la Tabla 1 se presenta la localización de los cinco sitios de estudio.

Los parámetros considerados para la caracterización fueron la Altura y Diámetro promedio, Composición florística, Densidad o Abundancia, Densidad por Clases diamétricas, Dominancia ($m^2 ha^{-1}$) determinados según Lamprecht (1990) y Acosta et al. (2006).

Tabla 1. Localización de los sitios seleccionados del bloque Sur del BAAPA para la realización del estudio.

Sitios	Latitud	Longitud	Altura msnm	Código de Referencia
1	26° 17,2' 4,4" S	55° 44' 43,8" W	176	RNPT
2	26° 32' 04,0" S	55° 45' 43,0" W	193	RPNSR 1
3	26° 33' 35,4" S	55° 39' 26,2" W	308	RPNSR 2
4	26° 33' 22,3" S	55° 38' 09,8" W	356	RPNSR 3
5	26° 37' 52,3" S	55° 15' 36,6" W	230	CECTEC

Los Grupos Funcionales o Sucesionales considerados fueron: Pioneras (iniciales y tardías), Secundarias (iniciales y tardías) y Clímax, con base a la clasificación propuesta por Gandolfi et al. (1995), citados por Magnago et al. (2015). De acuerdo a ello, las especies fueron clasificadas con base en la literatura disponible (Longhi 1995, Carvalho 1994, 2006, 2008, 2014; López et al. 2002 y Lorenzi 2000).

Resultados

A pesar de que todos los sitios se encuentran en el bloque sur del BAAPA, a una distancia promedio de 50 Km, se observa una diferencia importante entre los valores estructurales de cada uno de ellos, principalmente en el área basal o dominancia. Los parámetros estructurales del bosque del bloque sur del BAAPA en los cinco sitios en valores absolutos y promedios se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros estructurales de cinco bosques del bloque Sur del BAAPA seleccionados para su estudio de degradación.

Parámetros estructurales	RNPT Casanova (2014)	RPNSR 1 Cantero (2011)	RPNSR 2 Benítez (2012)	RPNSR 3 Cantero et al. (2012)	CECTEC Pérez de Molas et al. (sf)
Altura Promedio (m)	9,2	9,13	10,66	13,82	8,62
Diámetro promedio (cm)	21,53	23,82	21,01	20,8	20,79
Abundancia Absoluta N/ha	454	429	414	457	359
Dominancia Absoluta (m ² ha ⁻¹)	22,53	26,12	20,08	21,94	16,51

Composición florística

En los cinco sitios de estudio fueron registradas 135 especies pertenecientes a 44 familias botánicas. La composición florística, referida a 1 ha, presentó valores diferentes en los cinco sitios, siendo el Bosque de Referencia el de mayor diversidad. La Figura 2 muestra la composición florística en términos de cantidad de especies en los sitios estudiados.

Densidad o Abundancia

En los cinco sitios fueron relevados 2113 individuos con DAP \geq 10 cm. Para la caracterización de los sitios fueron seleccionadas las 15 especies más abundantes, que totalizan 1199 individuos (57%), cuyos resultados se pueden observar en la Figura 3.

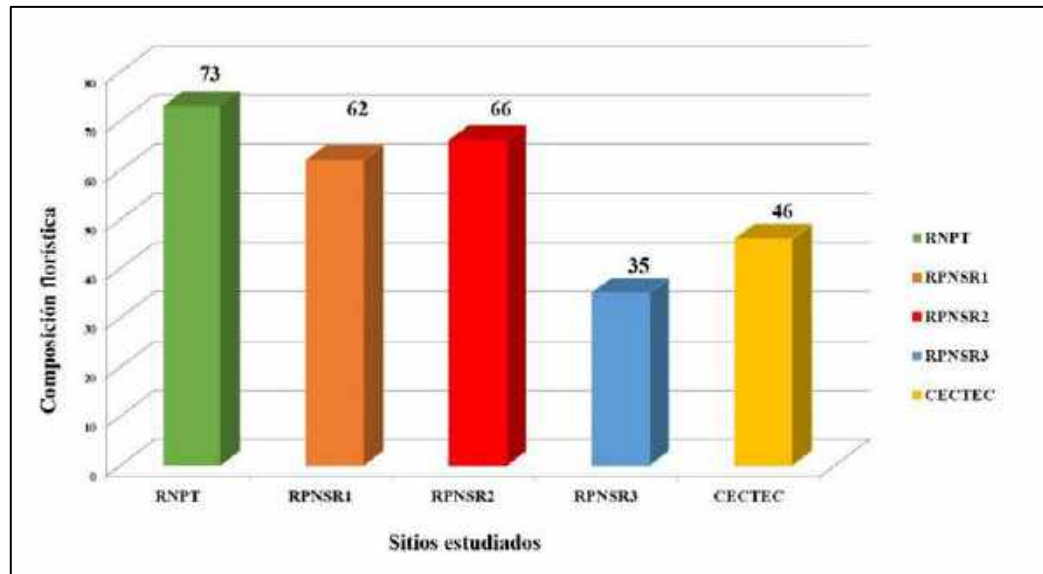


Figura 2. Composición florística por hectárea y por sitios en cinco bosques del bloque Sur del BAAPA seleccionados para su estudio de degradación.

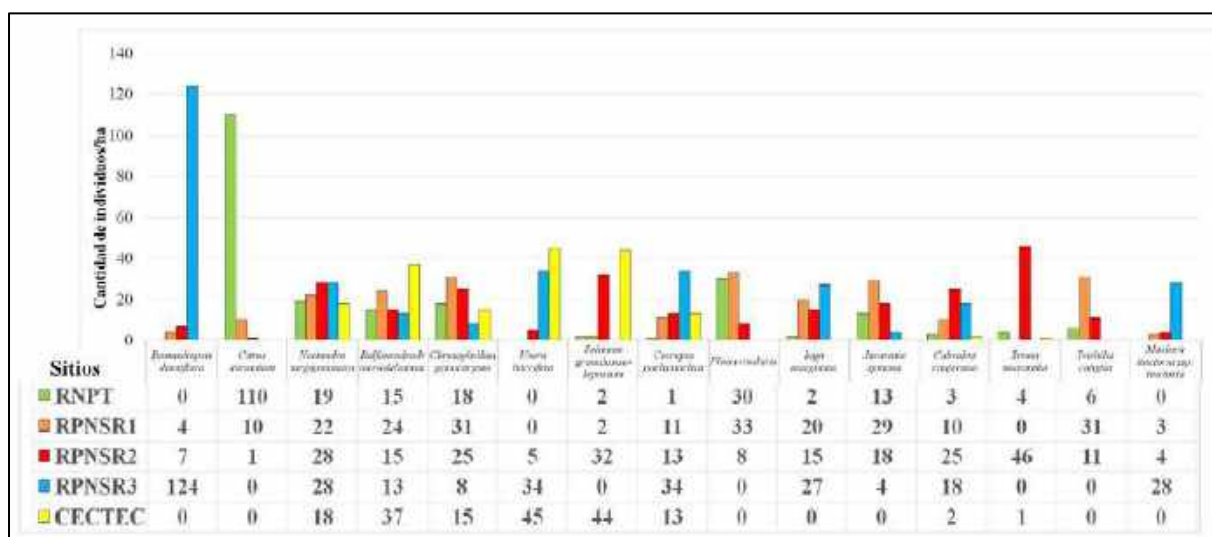


Figura 3. Distribución de las 15 especies más abundantes en los cinco sitios de bosques del bloque Sur del BAAPA seleccionados para su estudio de degradación.

Como se observa solo *Nectandra megapotamica* (Laurel hu), *Balfourodendron riedelianum* (Guatambu), *Chrysophyllum gonocarpum*(Aguai), *Cecropia pachystachya* (Amba'y) y *Cabralea canjerana* (Cancharana) estuvieron presentes en los cinco sitios. Las especies que presentaron mayores valores de abundancia, aunque no en todos los sitios, fueron *Bastardiopsis densiflora* (Loro blanco), *Citrus aurantium* (Apepu), *Trema micrantha* (Kurundi'y), *Urena baccifera* (Pyno guasu) y *Solanum granuloso-leprosum* (Hu'imoneha).

Densidad por clases diamétricas

La estructura diamétrica del bosque en los cinco sitios presenta la típica forma de “J” invertida. La variación se da en la cantidad Clases diamétricas y en la cantidad de individuos presentes en cada clase diamétrica. En todos los sitios, los individuos están concentrados en las clases diamétricas I (10-20 cm), 1264 individuos (60%) y II (20,1-30 cm), 413 individuos (20%), los que representan el 80% de todos los individuos censados en los cinco sitios, como se puede

observar en la Figura 4. Nótese además que en el Bosque de Referencia, aunque presenta solo cinco clases diamétricas, en ellas los individuos presentan una distribución más equilibrada.

Por otro lado, aunque en el sitio RPNSR 1, la estructura diamétrica presentó individuos hasta en 10 clases, por lo menos las tres últimas clases están representadas por muy pocos individuos, los que posiblemente fueron dejados en el bosque porque su madera no es comercializable. No obstante estas especies pueden tener un papel importante en los procesos de sucesión.

Clasificación de especies por Grupo Funcional o Sucesional

Fueron clasificadas 61 especies, de ellas, 30 son Pioneras, 30 Secundarias y 1 Clímax. La proporción de especies de uno u otro grupo funcional o sucesional en la estructura del bosque estaría indicando su grado de degradación. Se destaca además que a pesar de los diferentes estados de degradación, corroborada en campo, la presencia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Aguai), única especie Clímax, se dio en los cinco sitios, aunque en cantidades diferentes. La abundancia de las 61 especies por Grupo Funcional o Sucesional en los cinco sitios se presenta en la Figura 5.

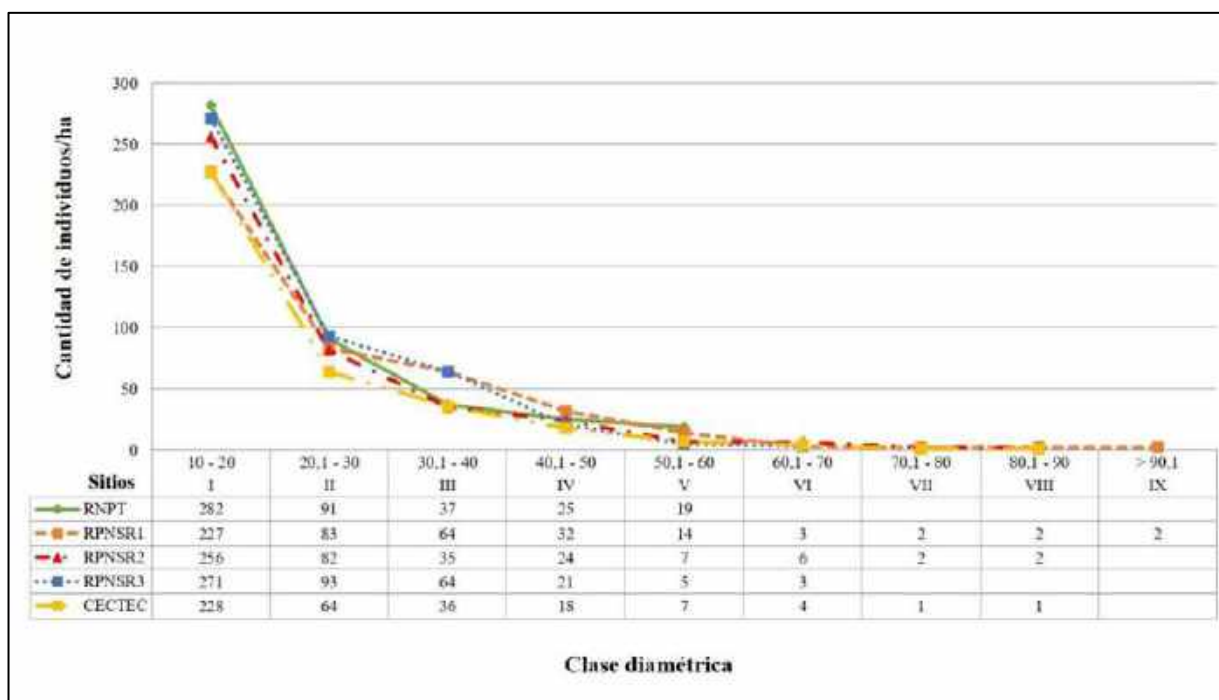


Figura 4. Distribución de la Densidad en la Estructura diamétrica en cinco sitios de bosques del bloque Sur del BAAPA seleccionados para su estudio de degradación.

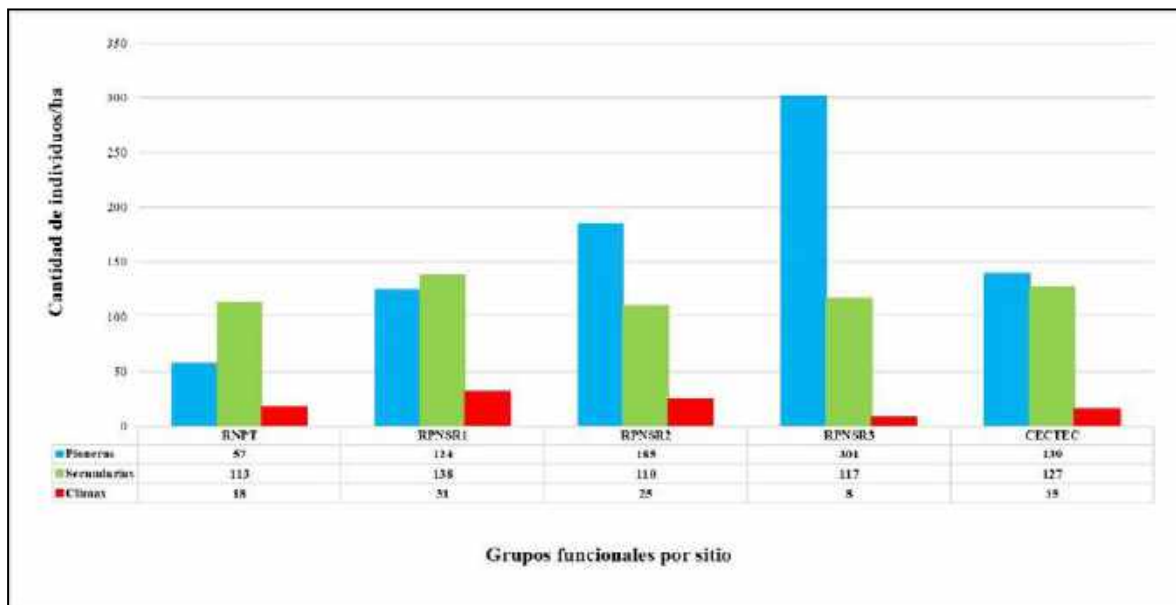


Figura 5. Distribución de la abundancia de especies por Grupos Funcionales en cinco sitios de bosques del bloque Sur del BAAPA seleccionados para su estudio de degradación.

Conclusiones

El abordaje de la caracterización de los bosques degradados del bloque Sur del BAAPA, muestra diferentes valores cuali-cuantitativos de la estructura que apenas puede considerarse como un punto de partida que amerita análisis más profundos y prolongados en el tiempo, para una mejor comprensión de los procesos dinámicos que ocurren naturalmente en el bosque, en respuesta a los múltiples disturbios, naturales y/o antropogénicos que se producen constantemente en el ecosistema.

La evaluación, aunque de un número reducido de especies por Grupos Funcionales o Sucesionales, permitió confirmar y mostrar, en una primera aproximación, la degradación del bosque.

Datos relacionados a condiciones del medio, principalmente clima y suelo, y otros aspectos como la estructura vertical, Índice de Valor de Importancia, Frecuencia, regeneración natural, Carbono almacenado, historia de uso, etc., deben ser además considerados en análisis posteriores, para una mejor interpretación del estado de

degradación del bosque.

Agradecimientos

A la Asociación Guyra Paraguay, al Fondo de Conservación de Bosques Tropicales-Paraguay y a la Fundación Moisés Bertoni por los recursos financieros y logísticos proporcionados para las investigaciones. Al Dr. Enrique Benítez León y a la Prof. Mirtha Vera de Ortiz por los oportunos consejos. A la Ing. For. María Angélica Villalba, por la elaboración de los gráficos.

Referencias bibliográficas

- Acosta, V; Araujo, P; Iturre, M. 2006. Caracteres estructurales de las masas. Santiago del Estero, Argetina, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. 35 p. (Serie didáctica. n° 22). Cátedra Sociología vegetal y fitogeografía forestal.
- Benítez Dávalos, HR. 2012. Análisis estructural de un bosque degradado del Bosque Atlántico Alto Paraná (BAAPA), en Parcela Permanente de Monitoreo de la Biodiversidad (PPMB), Reserva

- Para Parque Nacional San Rafael, Departamento de Itapúa. Tesis Ing. For. San Lorenzo, Paraguay, FCA-UNA. 140 p.
- Cantero González, LR. 2011. Análisis de la estructura horizontal en una Parcela Permanente de Medición de un bosque de la formación Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA), Reserva de Recursos Manejados San Rafael. San Lorenzo, Paraguay, FCA-UNA. 35 p. Informe de Pasantía II. Carrera de Ingeniería Forestal.
- Cantero González, LR. 2012. Análisis estructural de un bosque de la ecorregión BAAPA, Reserva Para Parque Nacional San Rafael, Departamento de Itapúa. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY. FCA. UNA. 161 p.
- Cantero González, LR; Pérez de Molas, LF; Vera de Ortiz, ML. 2012. Análisis estructural de un bosque de la ecorregión BAAPA, Reserva Para Parque Nacional San Rafael, Departamento de Itapúa. *Revista Forestal Ka'aguy* 17(1):21-33.
- Carvalho, PER. 1994. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo, Brasil, EMBRAPA-CNPF. 640 p.
- Carvalho, PER. 2006. Espécies arbóreas brasileiras. Colombo, Brasil, Embrapa Florestas. v. 2, 627 p. (Embrapa Informação Tecnológica)
- Carvalho, PER. 2008. Espécies arbóreas brasileiras. Colombo, Brasil, Embrapa Florestas. v. 3, 593 p. (Embrapa Informação Tecnológica)
- Carvalho, PER. 2014. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, Embrapa. v 5, 633 p.
- Casanova Maldonado, MI. 2014. Análisis de la estructura y diversidad de un bosque en galería en Parcela Permanente de Monitoreo de la Biodiversidad (PPMB), Reserva Natural Privada Tapyta, Departamento de Caazapa, Paraguay. Tesis Ing. Amb. San Lorenzo, PY. FCA. UNA. 150 p.
- Di Bitetti, MS; Placci, G; Dietz, L.A. 2003. Una visión de biodiversidad para la Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná: diseño de un paisaje para la conservación de la biodiversidad y prioridades para las acciones de conservación. Washington, Estados Unidos, World Wildlife Fund. 156 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. 2 ed. Traducción de Antonio Carrillo. Eschborn, AL, GTZ. 335 p.
- Longhi, RA. 1995. Livro das arvores e arvoretas de Sul. Porto Alegre, L&PM. 174 p.
- López, JA; Little Junior, EL; Ritz, GF; Rombold, JS; Hahn, W. 2002. Árboles comunes del Paraguay: ñande yvyramátakuéra. 2 ed. Asunción, PY, Cuerpo de Paz. 458 p.
- Lorenzi, H. 2000. Plantas dañinas de Brasil: terrestre, acuáticas, parásitas y tóxicas. 3 ed. Nova Odessa, Brasil, Instituto Plantarum. 608 p.
- Louman, B; Quirós, D; Nilsson; M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 265 p.
- Magnago, LFS; Martins, SV; Venzke, TS; Ivanauskas, NM. 2015. Os processos e estágios sucessionais da mata atlântica como referência para a restauração florestal. In Martins, SV (ed.). Restauração ecológica de ecossistemas degradados. 2 ed. Vicosa, Brasil, UFV. p. 70-101.
- Pérez de Molas, L; Kubota, V; Gamarra Ruiz Díaz, LM; Vera Cabral, O; González, N; Giménez, J. sf. Análisis estructural de un bosque degradado de la Ecorregión del BAAPA, en Parcela Permanente de Medición, Departamento de Itapúa. San Lorenzo, Paraguay, FCA-UNA-CIF. En proceso.
- INFONA/DSNIF (Programa Nacional Conjunto. Instituto Forestal Nacional, Paraguay; Secretaría del Ambiente, Paraguay; Federación por la Autodeterminación de los Pueblos Indígenas; Sistema Nacional de Monitoreo Terrestre). 2016. Resultados del sistema satelital de monitoreo terrestre. Asunción, Paraguay, FAO/PNUD/PNUMA. 25 p.
- Sabogal, C; Besacier, C; McGuire, D. 2015. Restauración de bosques y paisajes: conceptos, enfoques y desafíos que plantea su ejecución. *Unasyuva* 245(66):3-10.

Floración de *Aspidosperma tomentosum* Mart. en el cerrado Aguará Ñu (RNBM), Departamento de Canindeyú, Paraguay

Shady Susana Ruiz Díaz Medina^{1*}, Enrique Benítez León¹, Lourdes González Soria¹,
Giovanna da Ponte²

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

² Universidad Técnica de Dresden, Alemania.

* Autor para correspondencia: susanardm@gmail.com

Introducción

El Cerrado posee características muy peculiares por su constitución en mosaicos de formaciones vegetales que varían desde campos abiertos hasta formaciones densas de bosques que pueden alcanzar 30 metros inclusive. La riqueza de especies, tanto de flora como fauna es muy significativa (Teixeira 2004). En Paraguay, la formación cuenta con una rica diversidad de especies que responden a la geomorfología de la ecorregión y a las condiciones a las que se somete, como el fuego y los periodos de sequía, se destaca la presencia de especies endémicas (Céspedes y Mereles 2006). Se dispone de un número limitado de estudios referentes a la fenología de las especies pertenecientes al Cerrado en Paraguay.

Estas informaciones pueden contribuir para caracterizar aspectos relacionados con la dinámica de las especies que forman parte de esta importante región ecológica, facilitando la definición de estrategias de manejo y conservación de las especies como de la ecorregión; en ese sentido, la especie *Aspidosperma tomentosum* Mart. es representativa del Cerrado y aún poco estudiada.

Aspidosperma tomentosum Mart. presenta árboles de 4-12 m de altura, con látex blanco y ramas suberosas. Las hojas son subsésiles, hacinadas en los extremos de las ramas. Las inflorescencias son subterminales, axilares, con flores subsésiles de corola blanca a amarilla. Los frutos son oblicuamente obovados, cortamente estipitados, lenticelados y contienen semillas

ovadas de alas concéntricas y bases agudas. También se poseen registros de esta especie en el departamento de Concepción (Ezcurra et al. 1992).

El Cerrado Aguará Ñu se localiza en la porción Este de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú (RNBM), departamento de Canindeyú (Paraguay), está considerado amenazado a nivel regional y nacional. En esta porción de la reserva se encuentran las formaciones de campos cerrados, campos sucios y cerradones (FMB 2005).

El objetivo del presente estudio fue describir la fenofase de floración de la especie *Aspidosperma tomentosum* Mart.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú (RNBM) que se localiza al Este de la Región Oriental del Paraguay, Departamento de Canindeyú, a 24°00' y 24°15' Latitud Sur, y 55° 00' y 55° 32' Longitud Oeste. La RNBM cuenta con 64.407,7 ha, de las cuales la formación del Cerrado ocupa 3.410 ha, aproximadamente, y está ubicado a una altura de 200 – 250 msnm (Figura 1). El clima de la región es típicamente continental, clasificado según Koeppen como templado-lluvioso. La temperatura oscila entre los 21 y 22°C, registrándose heladas entre los meses de junio y octubre. La precipitación media anual es de 1800 mm, registrándose una mayor cantidad de lluvias entre los meses de junio y diciembre (FMB 2005).

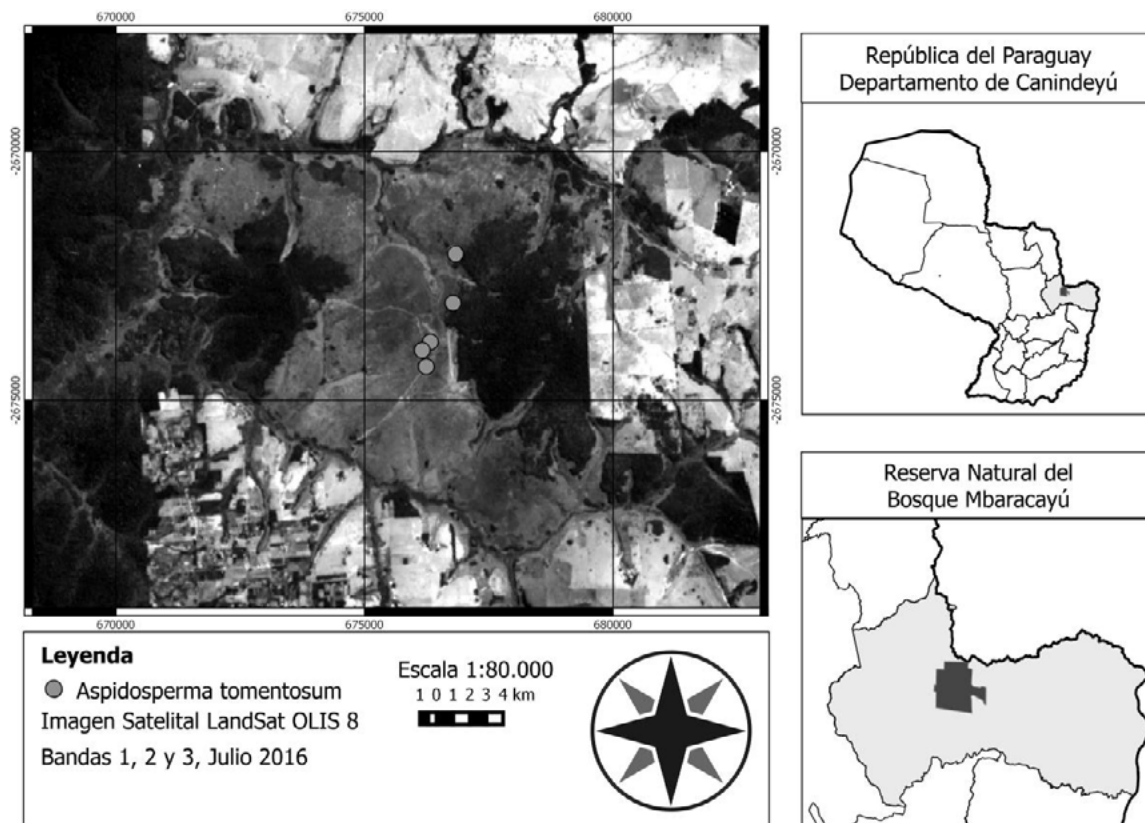


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio y localización de los cinco árboles seleccionados en el Cerrado Aguara ñu - RNB Mbaracayú, Paraguay.

Se seleccionaron 5 (cinco) árboles de la especie *Aspidosperma tomentosum* Mart. luego de un recorrido de identificación y localización. Los mismos estuvieron distanciados uno de otro en un radio de 2,5 km. Se verificó que estén en edad reproductiva, no presenten indicios de daños causados por ataque de plagas y/o enfermedades o daños mecánicos en el fuste, con una distribución de la ramificación uniforme y copa bien formada, características que se relacionan con árboles semilleros de buena calidad. Se realizaron observaciones fenológicas durante un periodo de 13 (trece) meses, desde setiembre de 2015 hasta setiembre de 2016, registrándose la presencia o ausencia de la fenofase de floración (considerada desde la presencia de botones florales hasta la senescencia de las flores).

Se registraron las condiciones meteorológicas a partir de datos proporcionados por la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC), para la localidad de Saltos del Guairá, Paraguay, ubicada a aproximadamente 115 km de distancia del

sitio de estudio y a 200 msnm. Los parámetros registrados fueron: temperatura máxima, mínima y media, precipitación y humedad relativa.

Resultados y discusión

Al inicio de las observaciones, en el mes de setiembre de 2015 (correspondiente al periodo de primavera), dos de los cinco árboles seleccionados de *Aspidosperma tomentosum* presentaban frutos abiertos y semillas en proceso de dispersión. Al mismo tiempo se observó la floración en todos los árboles, indicándose el inicio de un nuevo ciclo reproductivo (Figura 2). Al respecto, Silberbauer-Gottsberger (2000), en un estudio llevado a cabo en una hectárea de Cerrado en Botucatu (Brasil), menciona que la fase de floración y maduración de frutos se superpone en muchas especies, lo cual pudo ser comprobado en esta investigación. Las condiciones meteorológicas que corresponden a este periodo fueron valores de temperatura relativamente altos y constantes, con valores

intermedios de precipitación y humedad baja.

Los meses de noviembre y diciembre corresponden al periodo con mayores valores de precipitación y humedad (precipitación de 327,8 mm y humedad de 84% en noviembre y 588,9 mm y 84% de humedad en diciembre) (Figura 2). En este periodo no se observó la presencia de la fenofase de floración, lo que lleva a inferir que la floración tuvo una duración de dos meses, abarcando los meses de setiembre y octubre, un periodo relativamente corto en comparación con las observaciones de Silberbauer-Gottsberger (2000), quien considera que una característica de las leñosas del Cerrado parece ser un periodo de floración extremadamente largo, pudiendo llegar inclusive a los nueve meses.

A inicio del mes de enero de 2016 (verano), el árbol 5 presentó brevemente la fenofase de floración, en la que se pudo observar el desarrollo completo de la corola. El árbol 3 inició el desarrollo de primordios florales a finales de ese mismo mes, sin embargo, la fenofase culminó con la abscisión de los mismos sin desarrollo de la corola (Figura

2), esto concuerda con la abscisión de las flores observada por Da Ponte (2013), en un estudio llevado a cabo en el Cerrado Aguará Ñu, con esta misma especie.

En la primera mitad del mes de setiembre de 2016 (finales del invierno), coincidiendo con la finalización de las observaciones, los árboles 2 y 3 desarrollaron primordios florales. Al mismo tiempo, los árboles 1; 4 y 5 estaban en fase de dispersión de semillas, los árboles 1 y 4 también presentaban floración (Figura 2).

Roldán y Martínez (2008) comentan que para el desarrollo de la floración y posterior transición del ovario de la flor al fruto se necesitan yemas florales bien formadas y nutridas, un régimen de temperaturas adecuado y un aporte adecuado de fotoasimilados. Con base en esta afirmación y teniendo en cuenta que los árboles 1; 2; 4 y 5 sí desarrollaron la floración con normalidad, el comportamiento anómalo de la floración del árbol 3 se puede deber a razones externas a los factores meteorológicos, siendo la causa probable un déficit nutricional.

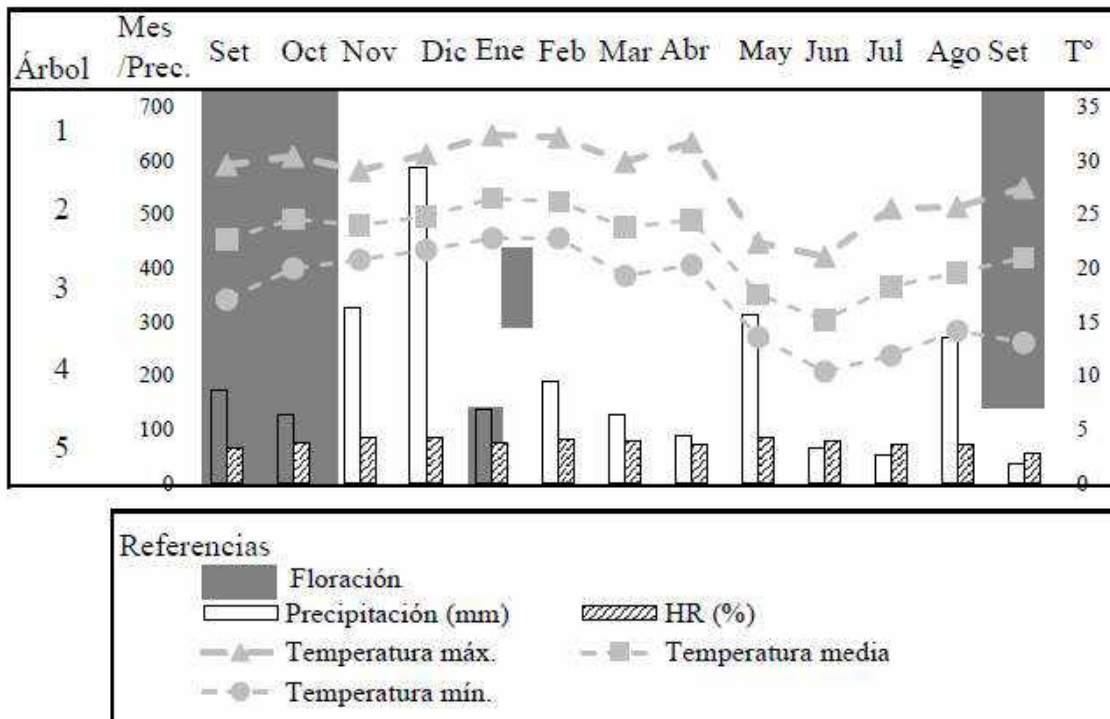


Figura 2. Fenofase de floración de los cinco árboles seleccionados de *Aspidosperma tomentosum* en el Cerrado Aguará Ñu observados entre setiembre de 2015 y setiembre de 2016 junto con las condiciones meteorológicas registradas.



Conclusión

El total de los individuos presentó la fenofase de floración en los meses de setiembre y octubre de 2015 (primavera), coincidiendo con valores intermedios de precipitación y humedad (174,2 mm y 67% en setiembre y 129,3 mm y 75% en octubre), y temperaturas altas (22,7 y 24,6°C de media respectivamente). Durante la época de mayor precipitación y humedad no se registró la fenofase en estudio. Uno de los cinco árboles presentó botones florales pero no desarrolló la fenofase con normalidad, la causa probable puede estar relacionada a una nutrición deficiente. En setiembre de 2016 (finales del invierno), cuatro de los cinco árboles presentaban floración, sugiriendo el inicio de un nuevo ciclo reproductivo.

Referencias bibliográficas

- Céspedes, G; Mereles, F. 2006. Estudio de la vegetación y la flora en el área Aguara Ñu, Reserva de la Biósfera del Bosque Mbaracayú, Paraguay Oriental. *Rojasiana* 7(2):153-164.
- Da Ponte, G. 2013. Observaciones preliminares de floración y fructificación de las especies *Aspidosperma tomentosum* Mart., *Qualea grandiflora* Mart. y *Vochysia tucanorum* Mart. del cerrado en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú. *Rojasiana* 12(1-2):91-104.
- Ezcurra, C; Endress, M; Leeuwenberg, A; 1992. Apocynaceae. *In* Spichiger, R; Ramella, L. Flora del Paraguay. Ginebra, CH, Missouri Botanical Garden. p. 30-33.
- FMB (Fundación Moisés Bertoni, PY). 2005. Reserva Natural del Bosque Mbaracayú: plan de manejo 2005-2010. Asunción, PY, Fundación Moisés Bertoni para la Conservación de la Naturaleza (FMB), Banco Mundial (BM). 67 p.
- Roldán, M; Martínez, J. 2008. Floración y su control ambiental. *In* Azcón-Bieto, J; Talón, M. Fundamentos de fisiología vegetal. 2 ed. Barcelona, ES, McGraw-Hill. 615 p.
- Silberbauer-Gottsberger, I. 2000. A hectare of Cerrado, 2: flowering and fruiting of thick-stemmed woody species (en inglés). *Phyton* 41(1):129-158.
- Teixeira, R. 2004. Apresentação. *In* De Souza, L; De Camargo, A. Cerrado: ecología e caracterização. Brasília, BR. Embrapa. 249 p.

Efecto de herbicidas en el control de *Brachiaria decumbens* en el Parque Nacional Cerro Corá, Paraguay

Rebecca Haydée Sarah Benítez Schneider^{1*}, Lourdes González Soria¹, Angel Iribas Zarate¹, Fanni Petrona Ruíz Samudio¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: saritab010@gmail.com

Introducción

La UICN (2010) hace la distinción entre especie exótica y especie exótica invasora (EEI), aclarando que esta última es aquella cuya introducción y/o propagación en un área fuera de su distribución natural amenazan la diversidad biológica. Además, menciona que la principal causa de ingreso de las EEI a un área es consecuencia de la introducción intencional o accidental, por parte del ser humano, de especies con fines ornamentales o de producción, así como para mascotas.

El Paraguay no queda exento de esta situación; varias áreas protegidas están sufriendo la invasión de especies exóticas, una de ellas es el Parque Nacional Cerro Corá (PNCC). Entre las EEI detectadas en el PNCC está *Brachiaria decumbens*, cuyo potencial de invasión es alto, debido a su rápido crecimiento y fácil adaptabilidad a cualquier entorno (SEAM 2012). Factores como la apertura intencional o accidental de claros y caminos en los bordes y al interior del parque, favorecen la entrada y expansión de esta especie comprometiendo la integridad de los ecosistemas nativos que resguarda. Una de las limitantes para el control de las EEI en las áreas protegidas es la necesidad de hallar una metodología que sea a la vez segura para los componentes del entorno natural y eficaz al eliminar el problema.

El objetivo general fue evaluar el efecto de dos herbicidas aplicados en dosis diferentes sobre *Brachiaria decumbens* en un área seleccionada del PNCC; y los objetivos específicos fueron (a) determinar el efecto de los herbicidas aplicados en diferentes dosis en función a la reducción del porcentaje de cobertura y (b) determinar el tratamiento más eficiente e idóneo.

Metodología

La investigación fue conducida en el Parque Nacional Cerro Cora, localizado en el Departamento de Amambay, en la coordenada central 22° 39' 15" S y 56° 00' 26" W. Se instaló un experimento con arreglo factorial en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones dentro de las parcelas seleccionadas. Las variables de respuesta fueron el porcentaje de cobertura del suelo y el porcentaje de control de las especies.

Los tratamientos consistieron en la aplicación del herbicida sistémico postemergente Haloxifop R-metil ester, y el herbicida sistémico y selectivo Cletodyn 24 EC, a tres diferentes dosis (Tabla 1).

Se determinó la cobertura vegetal inicial de *Brachiaria decumbens*, luego se realizó la aplicación de los productos químicos mediante una mochila pulverizadora con capacidad de 5 litros. Las evaluaciones se realizaron en un periodo de tres meses a partir del día de aplicación, con una frecuencia de 15 días.

Las unidades experimentales se constituyeron con un total de 28 (veintiocho) parcelas, distribuidas en cuatro bloques, donde en cada bloque fueron aplicados los seis tratamientos contando además con un testigo, con el objetivo de conocer el comportamiento de la cobertura sin la aplicación de los herbicidas.

Para evaluar el porcentaje de control de la cobertura, se realizó el Análisis de Varianza (ANAVA) a las reducciones de la cobertura detectada, también se sometieron a prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) aquellas medias que presentaron diferencias significativas.

Tabla 1. Dosis utilizadas en los tratamientos para determinar la evolución del porcentaje de cobertura de *Brachiaria decumbens* y su equivalente por hectárea. Parque Nacional Cerro Cora, Amambay. 2015.

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis por unidad experimental mL m ⁻² *	Dosis
T1	Haloxifop	6,7	0,2 L ha ⁻¹
T2	Haloxifop	33,33	1,0 L ha ⁻¹
T3	Haloxifop	60	1,8 L ha ⁻¹
T4	Cletodyn	3,33	100 mL ha ⁻¹
T5	Cletodyn	10	300 mL ha ⁻¹
T6	Cletodyn	16	500 mL ha ⁻¹

*mililitros disueltos en 5 litros

Para ello se utilizó el software Infostat® 2014, en su versión gratuita para estudiantes. Los resultados se compararon con la Escala de ALAM (1974) para determinar el control obtenido.

La eficiencia en el control de las EEI se determinó comparando la dosis aplicada y el costo de la aplicación de las mismas por hectárea, y además comparando los porcentajes de reducción de cobertura obtenidos con cada tratamiento.

Resultados y discusión

Las reducciones de la cobertura en los diferentes periodos de evaluación pueden verse en la Tabla 2, donde se muestran las medias de los porcentajes de reducción evaluados a los 30, 60 y 90 DDA (días después de la aplicación), por producto y dosis.

Tabla 2. Porcentaje de reducción de la cobertura de *Brachiaria decumbens* a los 30, 60 y 90 DDA. PNCC, Amambay. 2015.

30 DDA			
	Producto		
Dosis	Haloxifop	Cletodyn	Dosis ^{ns}
Baja	52,30	52,20	52,25
Media	60,38	43,95	52,16
Alta	59,40	40,75	50,08
Producto^{ns}	57,36	45,63	
CV	37,61		
60 DDA*			
Baja	62,03 ab	53,90 ab	57,96
Media	70,05 a	29,13 b	55,33
Alta	79,60 a	31,05 b	49,59
Producto*	70,56 A	38,03 B	
CV	27,64		
90 DDA			
Baja	50,78	64,90	57,84
Media	65,98	37,13	51,55
Alta	70,93	49,30	60,11
Producto^{ns}	62,56	50,44	
CV	35,78		

^{ns}: No significativo

*Significativo al 5%

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la fila y misma letra minúscula en la columna no presentan diferencias estadísticas por el test de Tukey p<0,05.

A los 30 DDA no se presentan diferencias estadísticas entre productos y dosis, ni en la interacción de los mismos. Comportamientos diferentes se encontraron a los 60 DDA, donde se observa que en las dosis media y alta del Haloxifop con medias de 70,05 y 79,60%, respectivamente, se obtuvieron las mayores reducciones y diferentes a la dosis media y alta del Cletodyn con 29,13 y 31,05%, respectivamente. Por otro lado, las dosis bajas de ambos productos presentaron efectos opuestos, en Haloxifop se obtuvo la menor reducción y con Cletodyn la reducción fue la mayor.

Independiente de las dosis se registraron diferencias estadísticas para el Haloxifop con 70,56% de reducción de la cobertura superior al Cletodyn con media de 38,02%.

Los resultados obtenidos por Salinas Coppa y Salas Pino (2006) difieren con los obtenidos en la presente investigación, debido a que los mismos demuestran que el control de la EEI utilizando dosis de los químicos pertenecientes al grupo de

los Cyclohexanedione es alto y eficiente contra gramíneas, en cambio se demostró que el control con Cletodyn no fue alto ni eficaz comparado con el Haloxifop.

El análisis realizado a los registros de las reducciones de la cobertura a los 90 DDA no indica diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados.

Los resultados obtenidos por López et al. (2008) son similares, ya que el mismo obtuvo porcentajes de control mayores aplicando dosis de Haloxifop y Cletodyn (solos o en mezcla), en comparación con otros químicos utilizados, mostrando un alto control de la *Lolium multiflorum*.

El tratamiento que arrojó una mayor reducción fue el T3, considerado en la Escala de ALAM (1974) como Bueno, seguido del T1 y T2 considerados Suficiente, y el T4 considerado Regular. Tanto el T5 como el T6, son clasificados como de reducción Ninguna o Pobre (Tabla 3).

Tabla 3. Estimación visual del control de *Brachiaria decumbens* ejercido por los diferentes tratamientos a los 60 DDA utilizando la Escala ALAM (1974). PNCC, Amambay. 2015.

Tratamiento y principio activo	Cobertura inicial (%)	Cobertura final (%)	Porcentaje de reducción de cobertura (%)	Grado de control
T1	60	21	62,02	Suficiente
T2	65	18	70,05	Suficiente
T3	62	12	79,59	Bueno
T4	76	35	53,90	Regular
T5	55	38	29,11	Ninguno o Pobre
T6	52	34	29,51	Ninguno o Pobre

Referencia: T1: Haloxifop 0,2 L ha⁻¹; T2: Haloxifop 1 L ha⁻¹; T3: Haloxifop 1,8 L ha⁻¹; T4: Cletodyn 0,1 L ha⁻¹; T5: Cletodyn 0,3 L ha⁻¹; T6: Cletodyn 0,5 L ha⁻¹.

En las parcelas donde el control fue Ninguno o Pobre, el crecimiento de la EEI no se vio afectado, en aquellas parcelas donde el control fue Regular se observaron síntomas como interrupción del crecimiento y clorosis avanzada, y en aquellas donde el control fue Suficiente se registraron los mismos síntomas que en las parcelas donde el control fue Regular, en cambio el rebrote

ocurrió en menor medida. Para los casos en que el control fue Bueno las EEI presentaron clorosis, formando una capa de materia en descomposición y llegando a la necrosis de gran parte de las hojas.

Los síntomas referidos en los párrafos anteriores coinciden con los obtenidos en el experimento

realizado por Istilart y Yannicari (2012) para el control de raigrás perenne (*Lolium perenne*), quienes mencionan que los síntomas registrados fueron interrupción en el crecimiento, clorosis que avanzó desde las hojas más jóvenes hacia las más viejas y evolucionó hacia necrosis.

La comparación entre la dosis aplicada y el costo de aplicación por hectárea de las mismas, además de la comparación de los porcentajes de reducción de cobertura obtenidos con cada tratamiento, se detallan en la Tabla 4. El T3 fue el tratamiento que mayor efecto tuvo sobre la reducción de la cobertura a los 60 DDA (79,59%), seguido por

el T2 (70,05%) y por el T1 (62,02%), teniendo en cuenta esto, se puede afirmar que con el i.a. Haloxifop se logró el mejor control sobre la EEI en estudio. Considerando los costos, T3 es también el más costoso con 132.040 Gs ha⁻¹, seguido por el T2 con un costo de 73.356 Gs ha⁻¹, y el T1 con 14.671 Gs ha⁻¹.

Dado que no existe diferencia significativa entre los efectos de los tres mejores tratamientos mencionados en el párrafo supra, el T1 con la dosis menor del i.a. Haloxifop, calificación Suficiente (ALAM 1974) resulta el más eficiente.

Tabla 4. Costo de los tratamientos para el control de *Brachiaria decumbens* aplicados en L ha⁻¹ y porcentaje de disminución de cobertura respectivo a los 60. PNCC, Amambay. 2015.

Tratamiento	Dosis L ha ⁻¹	Costo Producto Gs L ⁻¹	Costo Tratamiento Gs ha ⁻¹	Disminución (%) 60 DDA
T1	0,2	73.336	14.671	62,02
T2	1	73.336	73.356	70,05
T3	1,8	73.336	132.040	79,59
T4	0,1	90.000	9.000	53,90
T5	0,3	90.000	27.000	29,11
T6	0,5	90.000	45.000	29,51

Referencia: T1: Haloxifop 0,2 L ha⁻¹; T2: Haloxifop 1 L ha⁻¹; T3: Haloxifop 1,8 L ha⁻¹; T4: Cletodyn 0,1 L ha⁻¹; T5: Cletodyn 0,3 L ha⁻¹; T6: Cletodyn 0,5 L ha⁻¹.

Constán Nava et al. (2009), emplearon los métodos: manual, mecánico y químico, llegando incluso a la quema controlada y el control biológico, para el control y manejo de los rebrotes de *Ailanthus altissima* (árbol del cielo). Sin embargo, los resultados sugieren que, combinando los métodos mecánicos y los químicos, los resultados son mejores.

Sánchez y Gamboa (2004), mencionan que al utilizar sólo el método mecánico es necesario realizar más de una aplicación del tratamiento, al igual que el método químico, el mismo requiere varias aplicaciones si se utiliza como único método.

Conclusión

Existe efecto significativo sobre la cobertura

utilizando diferentes dosis de los gramínicidas con base Haloxifop y Cletodyn. El tratamiento considerado más eficiente e idóneo de aplicar en el PNCC es el Tratamiento 1, con i.a. Haloxifop 0,2 L ha⁻¹, ya que supone un menor costo por hectárea y dosis baja.

Referencias bibliográficas

- ALAM. 1974. Revista de la Asociación Latinoamericana de malezas: resumen del panel sobre métodos para la evaluación de ensayos en control de malezas en Latinoamérica (II Congreso de ALAM). Cali, CO, ALAM. p. 6-12.
- Constán Nava, S; Bonet, A. 2013. Manual técnico para el control de la especie invasora *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle en

- espacios naturales protegidos: estación científica Font Roja Natura. Alicante, ES, FECYT. 44 p.
- Istilart, C; Yannicari, M. 2012. Evaluación del control de *Lolium perenne* resistente a Glifosato con Haloxifop R metil, en la zona sur bonaerense argentina. Buenos Aires, AR, Chacra Experimental Integrada Barrow Convenio MAA, INTA. p. 120-123.
- López, RL; Vigna, MR; Gigón, R. 2008. Evaluación de herbicidas para el control de *Lolium multiflorum* Lam. en barbecho para cereales de invierno. Bahía Blanca, AR. INTA. 5 p.
- Salinas Coppa, LA; Salas Pino, P. 2006. Eficacia de herbicidas en el control de malezas y su fitotoxicidad en las plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Investigación Agraria. 9(1):60- 66.
- Sánchez, L; Gamboa, E. 2004. Control de malezas con herbicidas y métodos mecánicos en plantaciones jóvenes de café. Bioagro. 16(2):133-136.
- SEAM (Secretaría del Medio Ambiente). 2012. Evaluación ecológica rápida Parque Nacional Cerro Cora (en línea). Asunción, PY, SEAM. Consultado 3 oct. 2014. Disponible en <http://www.seam.gov.py/convenios/1049-evaluacion-ecologica-rapida-parque-nacional-cerro-cora.html>
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2010. Especies invasoras. Consultado 1 oct. 2014. Disponible en https://iucn.org/es/sobre/union/secretaria/oficinas/med/programa_uicn_med/especies/especies_invasoras/

Lineamientos de principios, criterios e indicadores para el manejo efectivo de las Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay

María Auxiliadora Martínez Cantero^{1*}, Stella Mary Amarilla Rodríguez¹,
Jorge Amado Pinazzo Salinas¹, Alberto Esquivel Mattos¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: mauxiloly@gmail.com

Introducción

En diferentes eventos internacionales, como los Congresos Mundiales de Parques de UICN, indicó la necesidad de aumentar la cantidad de áreas protegidas para garantizar la conservación de muestras de toda la biodiversidad existente en el planeta. Además de ello es necesario mejorar el manejo de las áreas existentes, e incrementar su tamaño para garantizar las condiciones inherentes a la conservación de la biodiversidad (UICN/BID 1993).

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Paraguay (SINASIP) viene operando desde el año 1993 (DPNVS 1993). Hasta el presente no se ha medido la efectividad de manejo de todas las áreas protegidas que conforman los subsistemas. Se ha evaluado parcialmente algunas áreas protegidas en particular, analizando el estado del manejo, sin una metodología estándar. Sin embargo, los estudios recogen información útil para describir el estado de manejo en que se encuentran las áreas protegidas del país, en su mayoría con niveles de medianamente satisfactorio a insatisfactorio (SEAM 2007). Por ello resulta necesario contar con principios, criterios e indicadores que señalen el manejo efectivo de las áreas de conservación del país, para que las mismas no sólo cumplan con sus objetivos de creación, sino también demuestren niveles de efectividad de manejo de todos sus componentes a largo plazo. El objetivo fue proponer lineamientos de principios, criterios e indicadores para el manejo efectivo de las áreas protegidas del Paraguay. La investigación es propicia para sintetizar el estado del arte en cuanto a mediciones de efectividad de las ASP del país.

Metodología

La investigación se realizó considerando todo el SINASIP, enfatizando los tres subsistemas de manejo y administración: público, privado y especial (SEAM 2007). Se tomaron como estudios de casos específicos Áreas Silvestres Protegidas (ASP) de cada subsistema de administración ya evaluados con estudios de medición de efectividad de manejo (EMEM). Se tomaron en total 12 ASP con estudios de medición de efectividad de manejo; una en la región Occidental y 11 en la región Oriental del país. De las seleccionadas, tres cuentan con remediciones ellas son Parque Nacional Cerro Corá, Reserva Natural Bosque Mbaracayú y Reserva Natural Ypetí. El relevamiento de datos fue realizado entre los meses de noviembre de 2014 a mayo de 2015. Para el relevamiento de datos se hicieron entrevistas a informantes calificados y grupos focales (talleres con especialistas). La recolección de datos secundarios incluye toda información disponible en textos, libros, gacetas, documentos inéditos, bases de datos de la Secretaría del Ambiente (SEAM), leyes, reglamentos, mapas de fuentes oficiales (SEAM). Se utilizaron los estudios de caso de EMEM realizados en las 12 ASP seleccionadas. Para el análisis del estado de medición de efectividad de manejo se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: subsistema de administración y metodología de aplicación. A través de grupos focales se definieron los principales lineamientos de PCeI. Para la metodología para los PCeI se utilizó como referencia los indicadores básicos para evaluar el manejo efectivo de ASP de Cifuentes et al. (2000).

Resultados y discusión

Se puede observar que el subsistema público es en el que mayor cantidad de estudios de efectividad de manejo existe. Los mejores resultados en relación a la efectividad de manejo fueron obtenidos en los subsistemas bajo administración privada y especial (Tabla 1).

En base a las necesidades que se pudieron concretar, en la Tabla 2 se especifican los lineamientos de PCeI obtenidos. Los mismos están realizados en base a política, gestión de conocimiento, administrativa y legal.

Tabla 1. Resultados obtenidos en ASP con efectividad de manejo según subsistema de administración. San Lorenzo, 2016.

Subsistema	Área Protegida evaluada	Año de medición efectividad	Resultados (%)	Nivel de efectividad	Fuente
Público	Parque Nacional Cerro Cora	2004	43,90	Manejo Poco satisfactorio	SEAM et al. (2004)
		2009	57,6	Manejo medianamente satisfactorio	Borja (2009)
	Parque Nacional Caazapá	2005	36,9	Manejo poco satisfactorio	Wehrle (2005)
	Parque Nacional Defensores del Chaco	2008	57,8	Manejo medianamente satisfactorio	Chávez (2008)
	Parque Nacional Paso Bravo	2008	54,7	Manejo medianamente satisfactorio	Solís (2008)
	Parque Nacional Ybycui	2014	54	Manejo medianamente satisfactorio	Vázquez (2014)
Privado	Reserva Natural Bosque Mbaracayú	2005	60,3	Manejo medianamente satisfactorio	Wehrle (2005)
		2013	76,9	Manejo satisfactorio	Armoa (2013)
	Reserva Natural Cerrados del Tagatiya	2011	69,95	Manejo medianamente satisfactorio	Toffoletti (2011)
	Reserva Natural Ypeti (2006 - 2008)	2013	88,3	Manejo Satisfactorio	Echeverría (2013)
	Reserva Natural Ypeti (2011 - 2016)	2013	84,3	Manejo Satisfactorio	Benítez (2013)
Reserva Natural Tapyta	2013	82	Manejo Satisfactorio	Ruggeri (2013)	
Especial	Reserva Natural Isla Yacyreta	2011	77,16	Manejo satisfactorio	Maidana (2011)
	Reserva Biológica Itabó	2012	69,4	Manejo medianamente satisfactorio	Isnardi (2012)
	Refugio Biológico Tatí Yupí	2012	66,7	Manejo medianamente satisfactorio	Isnardi (2012)

Tabla 2. Principios para el manejo efectivo de las ASP del Paraguay. San Lorenzo, 2016.

1. Principio: existen oportunidades de empoderamiento de actores e instituciones que promueve acciones inclusivas, participativas, transparentes y responsables, para el manejo efectivo de las ASP.	
Criterios	1.1 Existen plataformas de gobernanza de diversos actores que toman decisiones sobre la gestión del AP y velan por la prevención y manejo de conflictos dentro del mismo (Documento técnico orientativo. Ej. ENPAB)
Indicadores	1.1.1 Existe un empoderamiento de los actores claves en las AP 1.1.2 Cuenta con comité de gestión de actores de las AP
Criterios	1.2 Las plataformas de gobernanza cuentan con normativas claras que definen su conformación, mecanismos de elección, funcionamiento y entrega de cuentas.
Indicadores	1.2.1 Cuenta con comisión de apoyo a las AP 1.2.2 Existencia de normativas para el buen funcionamiento de la plataforma de gobernanza. 1.2.3 Acuerdos formales y no formales entre instituciones y organizaciones.
2. Principio: es desarrollada una gestión de conocimiento efectiva en las AP del Paraguay, la cual es impulsada por múltiples actores en el territorio dentro un contexto de cambio global que busca la innovación y promoción del aprendizaje continuo.	
Criterio	2.1 Se promueve y desarrolla actividades de manejo adaptativo con enfoque ecosistémico para la toma de decisiones en gestiones que involucren a los RRNN.
Indicador	2.1.1 Existen sitios para los ensayos de medición 2.1.1 Cuenta con planes de manejo vigente
Criterios	2.2 Las decisiones técnicas y políticas sobre el manejo de AP se basan en las diversas formas y fuentes de conocimiento.
Indicadores	2.2.1 Cuenta con técnicas y políticas para la toma de decisiones sobre el manejo de AP.
Criterio	2.3 Los actores locales y colaboradores externos promueven y realizan investigaciones aplicables al AP para orientar su gestión y el manejo de los RRNN.
Indicadores	2.3.1 Cuenta con lista de actores primarios y secundarios 2.3.2 Existen convenios o acuerdos con las partes
Criterios	2.4 Existen mecanismos para una correcta y adecuada difusión de la información relacionada al clima y sus factores intervinientes, lo cual es útil para toda población del territorio, especialmente los actores tomadores de decisiones.
Indicadores	2.4.1 Existen mecanismos de difusión acordado entre las partes (2.3) 2.4.1 Cuenta con base de datos de biodiversidad con acceso público y compartido
3. Principio: el área posee las condiciones institucionales para su manejo efectivo	
Criterios	3.1 La planificación del manejo del área en los diferentes niveles es adecuada
Indicadores	3.1.1 Existen niveles de planificación para la planificación del área 3.1.2 El plan de manejo existente es compatible con otros planes
Criterios	3.2 El plan de manejo es adecuado
Indicadores	3.2.1 Cuenta con plan de manejo 3.2.2 El plan de manejo existente es actualizado
Criterio	3.3 El personal es idóneo y suficiente para el desarrollo de las actividades de efectividad de manejo
Indicadores	3.3.2 Se cuenta con personales idóneos para el desarrollo de las actividades 3.3.3 Cuenta con la cantidad suficiente de personal para el área
Criterios	3.4 El área ofrece las condiciones de infraestructura y servicios laborales adecuadas
Indicadores	3.4.1 El área cuenta con equipos y herramientas básicas 3.4.2 Se cuenta con instalaciones para el manejo básico y específico 3.4.3 Existe salubridad en las instalaciones del área

Tabla 2. Principios para el manejo efectivo de las ASP del Paraguay. San Lorenzo, 2016. (Cont.)

Criterios	3.5 El área protegida cuenta con una estructura organizativa adecuada para su manejo efectivo
Indicadores	3.3.2 Se cuenta con Personal técnico para el manejo de las AP
	3.3.3 Cuenta con personal administrativo para el área
	3.3.4 El área cuenta con capacidad de contratación adicional
4. Principio: el AP protegida cuenta con la documentación y normativas necesarias para su manejo efectivo	
Criterios	4.1 El AP cuenta con documentos que avalen la tenencia de la tierra
Indicadores	4.1.1 Existe documentos que avalen el dominio de las AP
	4.1.2 Cuenta con base de datos de títulos, archivos legales, otros.
Criterios	4.2 Existe claridad en el conjunto de leyes y normativas generales que avalen al AP.
Indicadores	4.2.1 Cuenta con Directrices de aplicación
	4.2.2 Existe lista de chequeo por direcciones temáticas de la SEAM
Criterios	4.3 El AP cuenta con decretos de creación
Indicadores	4.3 Cuenta con Decreto/Ley (físico).
TRANSVERSALIDAD PARA LOS PRINCIPIOS	
5. Principio: Se implementan en forma exitosa acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, y se busca potenciar las sinergias entre ambas, aumentando la resiliencia y reduciendo la vulnerabilidad del sistema socioecológico.	
Criterio	Se realizan acciones para mejorar la capacidad de adaptación autónoma de los ecosistemas naturales, ante el cambio climático.
Indicadores	Existen documentos que avalen el cumplimiento del Plan de Manejo u otros documentos aproximados.
Criterios	Se realizan acciones para reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la sociedad ante el cambio climático, tomando en cuenta la adaptación Basada en Ecosistemas
Indicadores	Cuentan con estudios técnicos de base
Criterios	Las actividades productivas en el AP están basadas en prácticas amigables con el ambiente, las cuales persiguen bajas emisiones de GEI
Indicadores	Cuentan con estudios técnicos y estimaciones de base
Criterios	Se planifican e implementan actividades de mitigación del cambio climático relacionadas con la gestión de RRNN.
Indicadores	Cuentan con documentos que avalen el cumplimiento de Planes de trabajo

Conclusión

Los lineamientos de PCeI para las ASP del Paraguay se desarrollaron en base a principios en lo político, administrativo, legal y los trasversales para el cambio climático.

Referencias bibliográficas

Armoa, KA. 2013. Monitoreo de la efectividad de manejo de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, Región Oriental-Paraguay, con la aplicación de dos metodologías. Tesis Ing. Amb. San Lorenzo, PY, CIAMB, FCA, UNA. 91 p.

Benítez, RM. 2013. Medición de Efectividad de Manejo de la Reserva Natural Ypeti, Departamento de Caazapá, con respecto a su Plan de Manejo 2011-2016. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY, CIF, FCA, UNA. 133 p.

Borja Robertti, JF. 2009. Medición de la efectividad de manejo del Parque Nacional Cerro Corá, Región Oriental, Paraguay. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY, CIF, FCA, UNA. 120 p.

Cifuentes, M; Izurieta, A; de Faria, HH. 2000. Medición de la efectividad del manejo de áreas protegidas (en línea). Turrialba, CR, WWF/IUCN. Consultado 5 oct. 2012. Disponible



en <http://www.guardaparquesenaccion.org/Seleccion%20docs,%20www.guardaparquesenaccion.org/Manejo%20de%20Areas%20Protegidas/MEDICI~1.PDF>

- Chávez Sosa, AA. 2008. Medición de la efectividad de manejo del Parque Nacional Defensores del Chaco, Región Occidental del Paraguay. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY, CIF, FCA, UNA. 95 p.
- DPNVS (Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre). 1993. Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay. Dirección de Áreas Silvestres Protegidas/SSERNMA/MAG. Asunción, PY. 314 pp.
- Echeverría, EM. 2013. Medición de la efectividad de manejo de la Reserva Natural Ypeti, Departamento de Caazapá, con respecto a su Plan de Manejo 2006 – 2008. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY. CIF, FCA, UNA. 95 p.
- Isnardi Benítez, EM. 2012. Medición de la efectividad de manejo del Refugio Biológico Tati Yupi y la Reserva Biológica Itabó. Entidad Nacional Binacional Itaipú. Departamento de Alto Paraná, Paraguay. Tesis Mag Sc. San Lorenzo, PY, FCA, UNA. 130 p.
- Maidana Brizuela, AR. 2011. Medición de la efectividad del manejo de la reserva natural Yacyreta de la Entidad Binacional Yacyreta, Departamento de Misiones. Tesis Ing. Amb. San Lorenzo, PY, CIA, FCA, UNA. 59 p.
- Ruggeri, A. 2013. Medición de la efectividad de manejo de la Reserva Natural Tapytá, según su Plan de Manejo 2006-2010, como insumo para su actualización. Tesis Ing. For. San Lorenzo, Paraguay. CIF, FCA, UNA. 94 p.
- SEAM (Secretaría del Ambiente, Paraguay); IDEA (Instituto de Derecho y Economía Ambiental, Paraguay); USAID (U.S. Agency for International Development). 2004. Evaluación y diagnóstico de la efectividad de manejo y propuesta de Plan de acción del Parque Nacional Cerro Corá. Asunción, Paraguay. 56 p.
- SEAM (Secretaría del Ambiente). 2007. Informe Nacional. Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay. Asunción, PY. 84 p.
- Solís, E. 2008. Medición de la Efectividad de Manejo del Parque Nacional Paso Bravo, Departamento de Concepción, Paraguay. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY, CIF, FCA, UNA. 60 p.
- Toffoletti, M. 2011. Medición de la efectividad de manejo de la Reserva Natural Cerrados del Tagatiyá. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY. CIF, FCA, UNA. 147 p.
- UICN/ BID (Unión Mundial para la Naturaleza/ Banco Interamericano de Desarrollo). 1993. Parques y progreso. Áreas protegidas y desarrollo económico en América Latina y el Caribe. 257 p.
- Vázquez, SL. 2014. Medición de la Efectividad de Manejo del Parque Nacional Ybycui como insumo para su Plan de Manejo, Paraguay. Tesis Ing. Amb. San Lorenzo, PY, CIAM, FCA, UNA. 92 p.
- Wehrle, A. 2005. Medición de la efectividad de manejo de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú y del Parque Nacional Caaguazú. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY, CIF, FCA, UNA. 77 p.

Índice de calidad ambiental urbana (ICAU) en el Distrito de Caacupé, Departamento de Cordillera

Edgar Daniel Coronel Recalde¹, Lucía Janet Villalba Marín^{1*}, Stella M. Amarilla R.¹, Carlos Enciso V.¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: janetvv@gmail.com

Introducción

Las ciudades tienen el gran reto de buscar mejorar la calidad ambiental ofrecida a sus habitantes, ya que incide favorable o desfavorablemente en la vida de los ciudadanos a la hora de su elección del mejor lugar para vivir; pero ello requiere necesariamente una evaluación previa. El concepto de calidad ambiental que se trabaja en este estudio parte de conceptos como, conjunto complejo de factores humanos y ambientales interrelacionados que inciden favorable o desfavorablemente en la vida de los ciudadanos (Nichol y Wong 2005). Luengo (1998) agrega también como el producto de la interacción de estas variables para la conformación de un hábitat saludable, confortable y capaz de satisfacer los requerimientos básicos de sustentabilidad de la vida humana individual y en interacción social dentro del medio urbano. Visto la necesidad de disponer de información sintética sobre el estado y la evolución de la calidad ambiental, por encima de la recolección de datos para la elaboración de estadísticas, es que se plantea esta investigación como la aplicación y ajuste metodológico para el desarrollo de los sistemas de indicadores ambientales o índices, como herramientas específicas de información espacial para el monitoreo ambiental y toma de decisiones a nivel local. Como objetivo se planteó estimar el índice de calidad ambiental urbana mediante la combinación de los valores obtenidos en los indicadores seleccionados.

Metodología

El área seleccionada para la investigación constituye la zona urbana del Distrito de Caacupé, delimitada por la DGEEC (2002),

compuesta por 18 barrios, con una superficie total de 9 km² aproximadamente. El Índice de Calidad Ambiental Urbana (ICAU) está formado por indicadores Rodríguez (2008) que fueron electos según la zona de estudio y criterios establecidos por MMA (1996), la metodología está basada en los índices de la lista propuesta por Escobar (2006). La colecta de datos de los indicadores se realizó mediante visitas de campo, entrevistas a autoridades, análisis de información secundaria y procesamiento de imágenes; luego se conformó el comité asesor, al cual se le aplicó una encuesta, diseñada con ayuda del método de las jerarquías analíticas (MJA) (Barredo 1996), que a su vez es un tipo de análisis multicriterio (AMC), matriz compuesta por un número igual de filas y columnas donde fueron aplicados juicios de valor entre pares de indicadores, para poder determinar su grado de importancia con respecto al otro, y así poder estimar los pesos de cada uno. (Pozzobon y Gutiérrez 2003). Con la información colectada se elaboraron mapas temáticos para ilustrar el comportamiento de los mismos en el espacio, y finalmente se realizó el cálculo del ICAU mediante la combinación de datos de los indicadores para la obtención del mismo. Una vez determinado los distintos pesos de cada indicador, para la determinación del ICAU se cruzaron los datos colectados en el relevamiento. El mismo está definido y limitado por una expresión matemática por medio de una fórmula general de Escobar (2006): $ICAU = SFU + SMAU$. Donde: ICAU: Índice de Calidad Ambiental Urbana, SFU: Subíndice de Flujo Urbano, SMAU: Subíndice de Medio Ambiente Urbano. A su vez, cada subíndice está determinado por su respectiva fórmula, que está integrada por los indicadores que hayan sido seleccionados en la etapa anterior de la investigación, las fórmulas

son las siguientes: **SFU**: $aIFU_1 + bIFU_2 + cIFU_3 + \dots + zIFU_n$. Dónde: $IFU_1, IFU_2, IFU_3, IFU_n$: indicadores de flujo urbano electos; a, b, c, z : coeficientes de pesos asignados a cada indicador y **SMAU**: $dIMAU_1 + eIMAU_2 + fIMAU_3 + \dots + zIMAU_n$. Dónde: $IMAU_1, IMAU_2, IMAU_3, IMAU_n$: indicadores de medio ambiente urbano electos; d, f, g, z : coeficientes de pesos asignados a cada indicador. Posterior a la determinación de los coeficientes de los indicadores seleccionados, se procedió al establecimiento de los valores mínimos y máximos para cada escala (muy alto, alto, medio y bajo) y para cada indicador. La determinación de estas escalas para cada uno de los indicadores fue sustentada con cálculos matemáticos, sobre bases de revisión de literatura y con ayuda de profesionales del área. En el caso de no encontrar respaldo científico suficiente para la determinación de las mismas en algunos de los indicadores, se tomaron los valores mínimos y máximos y se dividieron en cuatro. Para los indicadores de coberturas del servicio de recolección de residuos sólidos, alcantarillado sanitario; vía pavimentada; servicio de agua potable y servicio de energía eléctrica, los cuatro rangos tomaron valores iguales, considerando 100% como calidad alta. Para Romero (2014) en cualquier ciudad modelo, el porcentaje de área construida no debe superar el 75% del total del territorio. Se partió de ello para establecer como alta calidad ambiental a ese porcentaje. En los indicadores de denuncias ambientales (malos olores y ruidos), se consideró que una calidad ambiental muy alta reflejaría ausencia de denuncias; entonces para las demás escalas, se las dividió en valores iguales, tomando como mayor valor, el número máximo de denuncias registradas en uno de los barrios. Los loteamientos deberían dejar al menos 2-3% del total de territorio a lotear para plazas y parques, entonces la calidad ambiental óptima o alta está determinada por ese porcentaje, y las demás escalas se ajustan teniendo en cuenta esa reglamentación. Según Romero (2014) el 25% del territorio debe ser destinado a áreas boscosas o áreas verdes, en su defecto, por lo que se considera como calidad ambiental alta a aquella con ese porcentaje, los demás valores de las escalas, fueron ajustados en función a ese criterio. Para el indicador

de densidad de áreas verdes, se utilizaron las recomendaciones de la OMS, donde se expone que las ciudades deben disponer, como mínimo 10 a 15 m² de áreas verdes por habitante, distribuidos equitativamente en relación a la densidad de población; a partir de lo mencionado se calcularon los valores para las demás escalas. Para el indicador de masa arbórea se tomó un valor mínimo de 0,25 km² de superficie verde que debe de tener una ciudad (CAT-MED 2012). De la misma fuente se obtuvieron los valores mínimos para los indicadores de personas por viviendas, viviendas, densidad de viviendas y generación de residuos sólidos, y a partir de estos valores se calcularon las cifras para los demás rangos.

Cada uno de los indicadores fueron representados y analizados geográficamente, Bosque (2000), de forma a tener zonificada el área de acuerdo a la Calidad Ambiental urbana resultante.

Resultados y discusión

Como resultado final, fueron determinados 11 indicadores de un total de 21 analizados para representar al ICAU. De los 10 indicadores no electos, siete fueron descartados por la no existencia de dicha información y su correspondiente dificultad para generarla y tres por no presentar suficiente relevancia para el objeto de investigación.

Los indicadores seleccionados con los pesos más altos lo tuvieron: el servicio de agua potable (21%) y el servicio de energía eléctrica (17%). Los pesos más bajos lo obtuvieron: vía pavimentada (4%), las denuncias por ruido (4%) y área construida (5%). La mayoría de los encuestados manifestaron que las condiciones que limitan estos indicadores, tienen un menor impacto en el día a día, si se los compara con dejar de tener luz eléctrica, o con los efectos de no tener alcantarillado sanitario. Para los pesos de rango medio, que iban desde 7% a 12%, tenía mucho que ver las percepciones y vivencias personales de cada encuestado, donde cada uno tenía preferencias por algún indicador, razón por la cual, no se encuentran con un rango superior

de participación. Hecha ya la estimación de pesos, también se logró determinar los distintos coeficientes para cada indicador, posibilitando la limitación y definición de la expresión matemática final para el ICAU. La expresión matemática final quedaría:

$$\text{ICAU} = 0,07\text{CRS} + 0,17\text{CEE} + 0,04\text{VP} + 0,08\text{DV} + 0,08\text{DMO} + 0,04\text{DR} + 0,05\text{AC} + 0,07\text{PP} + 0,21\text{CAP} + 0,12\text{CA} + 0,07\text{MA}$$

Cobertura del servicio de recolección de residuos sólidos (CRS): el Distrito de Caacupé, cuenta con una cobertura del 100% de CRS, dejando al área rural con un servicio parcial.

Cobertura del servicio de energía eléctrica (CEE): la zona urbana de Caacupé cuenta con un 80,4% de cobertura de CEE, proveído en su totalidad por la ANDE (2014). Los barrios que se ubican al Este del área urbana son los que se ven afectados por la baja cobertura de este servicio.

Vías pavimentadas (VP): el área urbana de Caacupé cuenta con un total de 136,93 km de VP, de las cuales el 38,17% están asfaltadas (52,17 km). Los barrios con mayor cantidad de VP, son los del área céntrica extendiéndose hacia el norte de la zona urbana.

Densidad de viviendas (DV): para la zona urbana del Distrito se estimó 6172 viviendas, el rango de densidad fue desde 302 a 1285 viviendas por km², las más bajas se registraron en los barrios de San Cayetano (302 viviendas por km²) y en el barrio Daniel Escurra (348 viviendas por km²); las densidades más altas se situaron en el barrio de Pozo de la Virgen (1194 viviendas por km²), y barrio Centro (1285 viviendas por km²).

Denuncias por malos olores (DMO): en el periodo 2013-2014 se registró un total de 50 DMO principalmente en la periferia del área urbana del Distrito en estudio.

Denuncias por ruidos (DR): en el periodo 2013-2014 se registró un total de 12 DR en toda el área urbana del Distrito. El rango fue hasta 2 denuncias por barrio, y 8 barrios sin ninguna

denuncia, entre ellos: Yboty, Ybu, Buena Vista, Centro, Kennedy, Alegre, Pozo de la Virgen y Loma guazú. Los barrios con más denuncias fueron Gral. Díaz y San Pablo.

Área construida (AC): la zona urbana de Caacupé cuenta aproximadamente con 1,08 km² destinado a construcciones, de un total de 8,94 km², lo que arroja un 12,08%. Los rangos de área construida fueron desde 3,39% a 32,7%. Entre los barrios con menor porcentaje de construcciones encontramos a San Pablo (4,77%) y San Cayetano (3,39%); y entre los barrios con mayor porcentaje encontramos a Yboty (25,87%), y Centro (32,7%).

Plazas y parques (PP): la zona urbana del Distrito de Caacupé cuenta con 27 plazas y parques distribuidos en todos sus barrios. El rango por barrio fue de 1 a 4, 5 barrios no cuentan con ninguna, entre ellas: Gral. Díaz, Defensores del Chaco, Santa María, Industrial, Ybu. Los barrios con mayor número de plazas (4) fueron Kennedy y San Pablo.

Cobertura del servicio de agua potable (CAP): la zona urbana de Caacupé cuenta con un 70,5% de cobertura del servicio, existiendo varios prestadores del servicio. El rango de cobertura fue de 28,5% a 100%, siete barrios cuentan con 100% de cobertura (San Blas, Industrial, Yboty, Ybu, Buena Vista, Centro y Pozo de la Virgen) y seis con menos del 50% (Daniel Escurra, Kennedy, Gral. Díaz, Loma Guazú, San Cayetano y San Pablo).

Cobertura del alcantarillado sanitario (CA): La zona urbana del distrito cuenta actualmente con un 25,4 % de cobertura del servicio de alcantarillado sanitario, los barrios con 100% de cobertura son 2 (Pozo de la Virgen e Yboty).

Masa arbórea (MA): el área urbana del distrito de Caacupé cuenta con 4,12 km² de masa arbórea, lo que representa un 46,08% del total del territorio.

Estimación del Índice de Calidad Ambiental Urbana (ICAU): el ICAU estimado para la zona urbana del Distrito fue de 76,75 de 100. Los

puntos débiles fueron la provisión de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, las vías pavimentadas y las denuncias por malos olores y ruidos. Los puntos fuertes para puntuar positivamente la calidad ambiental urbana fueron: cobertura del servicio de residuos sólidos, masa arbórea, área construida, y densidad de viviendas. Los mismos demuestran como un nivel no tan alto de expansión urbanística y ocupación habitacional favorecen a la calidad ambiental. Los barrios céntricos que obtuvieron mayores valores de ICAU cuentan con una densidad de viviendas superior, mayor área construida con respecto a los demás barrios, pero que de todas formas esos valores son aceptables en áreas urbanas y conjugan equilibradamente con el porcentaje de zonas verdes existente en los mismos. Cuentan con una cobertura casi total, en la mayoría de los casos, de servicios básicos (agua, energía eléctrica, vías pavimentadas, alcantarillado); además cuentan con varias plazas y parques, y una baja incidencia de denuncias ambientales (ruido y malos olores).

El barrio con menor valor de ICAU fue San Cayetano, y el mayor valor para el barrio Pozo de la Virgen. Los barrios con menor valoración de ICAU, se caracterizan por una alta predominancia de zonas verdes y boscosas y una baja densidad de viviendas, traducido en un bajo nivel de ocupación habitacional del suelo. Por ese motivo cuentan con bajos niveles de vías pavimentadas y de cobertura de los servicios de: agua potable, energía eléctrica y alcantarillado sanitario. Escobar (2006), quien estimó el ICAU para 21 barrios en Cali Colombia, también estableció 4 niveles de calidad ambiental. Su clasificación presentó un balance negativo en cuanto a la cantidad de barrios por niveles de calidad ambiental, 3 barrios con calidad ambiental muy alta, 2 con calidad ambiental alta, 8 con calidad ambiental media, y 8 con calidad ambiental baja.

Comparando puntos débiles de Caacupé y Cali, se ve que la primera, presenta deficiente estructura para la provisión de servicios básicos (agua, energía eléctrica, alcantarillado, asfalto), por un bajo índice de expansión urbanística reflejado en el bajo porcentaje de área construida. En

cambio, Cali, presenta deficiencias por el exceso de expansión, con altas densidades de vivienda, bajos niveles de áreas boscosas, problemas de tráfico, contaminación del aire, etc. Caacupé, invirtiendo en infraestructura básica para la provisión de los servicios ya mencionados y con ayuda de instrumentos de ordenamiento territorial planificando su crecimiento, podría convertirse en ciudad modelo.

Conclusiones

Se logró construir el índice de calidad ambiental urbana para la zona de estudio, mediante la selección de 11 indicadores, donde cada área temática del índice fue representada por lo menos por un indicador. Los indicadores que presentaron mayor contraste en las distintas localidades, y a su vez determinaron los mayores e inferiores niveles de ICAU fueron los de: cobertura de agua potable, cobertura del alcantarillado, plazas y parques, vías pavimentadas y denuncias por malos olores.

Referencias bibliográficas

- ANDE (Administración Nacional de Electricidad). 2014. Datos de cobertura del servicio de energía eléctrica (shapefile). Asunción, PY.
- Barredo Cano, JC. 1996. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. Madrid, ES, RA-MA.
- Bosque, J. 2000. Sistema de información geográfica. Madrid, ES. Ediciones Rialp. 451 p.
- CAT-MED, Modelos urbanos sostenibles Metodología de trabajo y resultados. 2012. (en línea). Consultado el: 5 de febrero 2015. Disponible en: http://www.catmed.eu/archivos/desc7_CatMed%20Esp-Eng.pdf
- DGEEC (Dirección General de Encuestas Estadísticas y Censos). 2002. Atlas Censal del Paraguay. Asunción, PY. 143 p.
- Escobar, L. 2006. Indicadores sintéticos de calidad ambiental: un modelo general para grandes zonas urbanas (en línea). Consultado: 1 mar 2014. Disponible en: http://www.eure.cl/wp-content/uploads/200608/EURE_96_04_ESCOBAR.pdf

- Luengo, G. 1998. Elementos para la definición y evaluación de la calidad ambiental urbana: Una propuesta teórico-metodológica (en línea). Consultado 3 mar 2014. Disponible en: http://www.perfilciutat.net/fitxers/IVSL_A4.pdf
- MMA (Ministerio de Medio Ambiente de España). 1996: Indicadores ambientales. Una propuesta para España. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (en línea). Consultado 5 mar 2014. Disponible en: <http://idea.unalmzl.edu.co/documentos/Indicadores%20ambientales.pdf>
- Nichol, J; Wong, M. 2005. Modelización de la calidad del medio ambiente urbano en una Ciudad tropical. *Landscape and Urban Planning* 73: 49-58.
- Pozzobon, E; Gutiérrez, J. 2003. Utilización de un sistema de información geográfica para la selección y priorización de áreas a reforestar en los alrededores de la ciudad de Mérida, Venezuela. Mérida, VE. *Forestal Venezuela*. 47(2): 61-72.
- Rodríguez, VM. 2008. Propuesta metodológica para la elaboración de un índice de calidad de vida urbana mediante Sistemas de Información Geográfica (en línea). Consultado: 03 mar 2014. Disponible en: <http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/2085/14metodol%C3%B3gica.pdf?sequence=1>
- Romero, SM. 2014. Tipologías del Uso Urbano del Suelo (entrevista). Asunción, PY. Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte de la Universidad Nacional de Asunción. Rueda, S. 1996. Habitabilidad y calidad de vida (en línea). Consultado: 01 mar 2014. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a005.html>
- UNEP/PNUMA. 2001. “Informe sobre los indicadores ambientales y de la sustentabilidad en América Latina y el Caribe”. XIII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe (en línea). Consultado: 2 mar 2014. Disponible en: <http://www.PNUMA.org/UNEP/LACIG.XIII/Inf.4>

Uso de yeso agrícola en sistemas mecanizados

Diego Fatecha Fois^{1*}, Maria do Carmo Lana², Jimmy Walter Rasche Alvarez¹, Jucenei Frandoloso², Laura Raquel Quiñonez Vera¹, Belén Gimenez Leguizamón¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Universidad Estadual del Oeste de Paraná, Programa de Post Graduación en Agronomía, Marechal Cândido Rondón, Brasil.

*Autor para correspondencia: fatechadiego@hotmail.com

Introducción

En el Paraguay, la explotación agropecuaria constituye la base económica del país, la cual abarca grandes extensiones de tierra destinados para los distintos sectores de producción. La agricultura mecanizada se basa principalmente en una sucesión de cultivos extensivos que comprenden soja, maíz y trigo producidos en sistema de siembra directa con utilización de tecnología avanzada y alta aplicación de insumos. Sin embargo, en la actualidad a pesar del crecimiento de la superficie dedicada a la soja, abarcando inclusive suelos degradados con menor contenido de arcilla y materia orgánica (MO), se observa un decrecimiento de las áreas dedicadas a la misma, del casi 30%, ocasionando un repliegue en el proceso de recuperación de suelos degradados de la región Oriental (RO), acrecentándose aún más los problemas de erosión hídrica y contaminación de cursos hídricos (Cubilla 2014).

La soja es sembrada en más de 3 millones de ha con una producción de aproximadamente 9 millones de t y los cultivos de maíz y trigo, sembrados en menor superficie (CAPECO 2017).

Algunos de los suelos de la Región Oriental en donde se concentra la mayor producción de granos se caracterizan por problemas de fertilidad, con altos niveles de acidez, bajo contenido de macronutrientes y azufre (S). Tal realidad fue verificada mediante algunos trabajos de levantamientos de suelos de la RO, en un estudio previo Fatecha (2004) encontró clase de fertilidad de suelo con niveles medio a bajo y valores de acidez activa (pH) menores a 5,0,

que coincidieron con los resultados de López et al. (1996) y Bataglia (2011). Por su parte Jorge (2012) observó un alto predominio de tenores de P inferiores a 12 mg dm^{-3} , Martínez (2011) predominancia de K entre 0,12 a $0,30 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ y Fullaondo (2014) valores de MO menores a 12 g kg^{-1} de suelo.

El Paraguay presenta una historia agrícola incipiente, con escasas informaciones técnicas-científicas referentes al manejo de la fertilidad del suelo. Fatecha (1999) y Cubilla et al. (2012) realizaron trabajos de calibraciones de uso de fertilizantes, pero basados solamente en macronutrientes primarios (N-P-K) con carencia de investigaciones relacionadas a nutrientes secundarios, como el calcio (Ca), magnesio (Mg) y S. Toda esta situación se relaciona a la escasa MO presente en el suelo, limitado reciclaje de nutrientes y baja adición de fertilizantes con fuentes de S, pudiendo aparecer deficiencias en los cultivos, surgiendo la necesidad de realizar fertilización con S.

El yeso agrícola representa una fuente importante de S capaz de suplir la necesidad de S en el suelo y por la alta solubilidad del compuesto, puede corregir limitaciones de acidez en el subsuelo disminuyendo la actividad del Al^{+3} que favorece el desarrollo de las raíces y mejora el aprovechamiento de agua y nutrientes en profundidad.

Desarrollo

Los macronutrientes secundarios como el Ca, Mg y S son elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas,

cumpliendo distintas funciones, interviniendo en el crecimiento celular, absorción de otros elementos nutritivos, actividad de enzimas, transporte de carbohidratos y proteínas, actúan como catalizadores en procesos de formación de la clorofila, etc. El S en el suelo es encontrado en dos grandes compartimientos, el que está en la forma inorgánica adsorbido de manera reversible o irreversible a los coloides del suelo y el S orgánico que está relacionado a compuestos orgánicos en diferentes grados de descomposición y ligado a los grupos funcionales de superficie creado por la propia materia orgánica (Bissani y Tedesco 1988).

El manejo adecuado de los suelos asegura el uso eficiente de S, reduciendo las pérdidas por erosión y lixiviación. La frecuencia de ocurrir deficiencias de S en suelos cultivados es creciente. Existen varios factores que pueden contribuir para eso como el aumento de producción de cultivos que remueven grandes cantidades de S, extensión en el uso de fertilizantes de alta concentración que contienen poco o nada de S elemental, alta adopción de manejos conservacionistas (SSD) que inducen a la inmovilización de S en la materia orgánica y un mayor interés en el uso de S para altas productividades y calidad de granos (Sfredo 2007).

Las necesidades de S de la mayoría de los cultivos se encuentran en el rango de 10 kg ha⁻¹ a 30 kg ha⁻¹, dentro de ellos la soja y el maíz, resultando más elevadas para cultivos más exigentes como algunas crucíferas y liliáceas.

En cuanto a su disponibilidad, el S aparece en diversos fertilizantes, como superfosfato simple, sulfato de amonio y sulfato de potasio, recomendándose fertilizaciones que varían de acuerdo al requerimiento del cultivo, región, clima y tipo de suelo. En este contexto suelos arenosos presentan mayor susceptibilidad a lixiviación (Raij 2011), en cambio los arcillosos pueden presentar tendencia a una mayor capacidad de absorción del sulfato (S-SO₄²⁻), disminuyendo así su disponibilidad (Ferreira et al. 2007).

Entre las fuentes de S mencionadas se puede resaltar al yeso agrícola, compuesto de sulfato de calcio (CaSO₄), mineral abundante en cualquier parte del mundo, utilizado como correctivo de la acidez del suelo (Carvalho y Raij 1997), complementar a la cal agrícola, promoviendo aumentos en tenores de Ca y S, y reducción de la toxicidad del aluminio (Al) en la camada subsuperficial (Silva et al. 1998). Proporciona además un mejor ambiente al crecimiento de raíces en profundidades (Vitti 2008), sobre todo en suelos con varios años de SPD sin remoción que pueden presentar impedimentos físicos para una mejor exploración de las mismas.

En los últimos años en el Paraguay se realizaron varios trabajos con yeso agrícola como fuente azufrada. Watanabe (2013) en un trabajo de levantamiento de suelos para el departamento de Itapúa, encontró deficiencias en 80% con tenores inferiores a 10 mg dm⁻³ de S y evaluó respuestas de una sucesión de soja- maíz a la aplicación de yeso asociado con cal agrícola. Otro trabajo realizado en un periodo de dos años de experimentación en dos locales con suelos de fertilidad y clase textural distintos, en sucesiones de soja- maíz de segunda fueron evaluadas las respuestas de productividad de los cultivos a la aplicación de diferentes dosis de yeso agrícola en varios momentos (Fatecha et al. 2015a, Fatecha et al. 2015b, Quiñónez et al. 2015, Quiñónez et al. 2016). Del mismo modo Rodríguez (2016) en un experimento en un suelo de textura arcillosa determinó el efecto de la aplicación de diferentes dosis de yeso agrícola en la producción de soja y maíz de segunda respectivamente.

El yeso agrícola puede presentar gran variación de efectos de uso en las plantas, entre los principales cultivos de leguminosas como soja y poroto (*Phaseolus vulgaris*) no han observado respuestas en la producción a la aplicación. Caires et al. (2003) concluyen que la aplicación de yeso, asociada o no a la cal agrícola en superficie o incorporado, no representa una estrategia interesante para el establecimiento de la soja en SSD, no ocasionando aumento en la producción de granos. Asimismo Caires et al. (2006) y Caires et al. (2011) aplicando dosis crecientes

de yeso de 0, 3, 6, 9 t ha⁻¹ y 0, 4, 8, 12 t ha⁻¹ de yeso respectivamente, asociados con cal agrícola no constataron aumento en el rendimiento de la soja en varias zafra evaluadas. Cicore et al. (2005), Soratto et al. (2008), Neis et al. (2010) y Pauletti et al. (2014) también encontraron escaso aumento en la productividad de la soja a la aplicación de yeso.

Contrariamente otros autores han encontrado respuesta en algunas gramíneas. En ese contexto Caires et al. (2004) hallaron aumentos en la producción de maíz a la aplicación conjunta de yeso con cal agrícola en superficie o incorporados. Soratto et al. (2008) en un año con déficit hídrico, la aplicación de yeso en superficie favoreció la producción de materia seca (MS) y aumento los tenores de N y Ca en el suelo, y la concentración de N, Ca, Mg, Fe y Zn en el tejido foliar de la avena negra. Por su parte Rampim et al. (2011) en un experimento en un suelo de textura arcillosa con presencia de Al tóxico, elevó la productividad del trigo, cultivar CD104, sin influenciar en el rendimiento del cultivo posterior (soja).

Asimismo, la aplicación de yeso puede provocar efectos en el suelo. El ion sulfato (SO₄²⁻) promueve el transporte de cationes, como Mg y K de las capas superficiales de suelo para horizontes subsuperficiales formando pares iónicos neutros (CaSO₄, MgSO₄ e K₂SO₄) los cuales presentan gran movilidad en el perfil, mejorando la fertilidad del suelo y nutrición mineral de especies vegetales, pudiendo aumentar la productividad de cultivos, inclusive exponiendo a las plantas a eventuales deficiencias, caso sean utilizados sin criterios técnicos.

Actualmente existen bastantes trabajos de investigación de uso de yeso agrícola en la región, principalmente en Brasil y Argentina. Caires et al. (2003) observó un mejoramiento en la capa subsuperficial, aumentando los valores de pH y tenores de Ca y S, aumentó la concentración de P en la superficie (0-0,5 m) y en el tejido foliar de la soja, sin interferir en la productividad de la soja. Aguiar et al. (2013) en un experimento

con valores iniciales de Al de 1,5 cmol_c dm⁻³, constataron una disminución significativa del Al con valores próximos a 0,0 cmol_c dm⁻³, aplicando 8 t ha⁻¹ de yeso, y a la vez observó aumento de tenores de Ca y S. Zandoná et al. (2015) afirman que el yeso agrícola ocasiona un aumento en los tenores de Ca y una mejor distribución del Mg para las capas de 0,10- 0,20 m y 0,20-0,40 m, disminuyendo los tenores de Al en la capa de 20-40 cm.

Consideraciones finales

El yeso agrícola representa una fuente importante de nutrientes (Ca y S), pudiéndose complementar a la cal agrícola, corrige la acidez y mejora los niveles de fertilidad subsuperficial, excelente acondicionador del suelo y favoreciendo el crecimiento de raíces de las plantas, por lo cual resulta importante la generación de informaciones por sobre todo referentes a su uso y manejo, dentro de sistemas de producción mecanizados de los principales cultivos de granos.

Referencias bibliográficas

- Aguiar R; Bonadio ML; Gomes CJA; Dias NDM; Marchione MS; Berna R; Conte AM. 2013. Associação calcário e gesso na cultura da soja e nas características químicas do solo com alta saturação em alumínio. *Cascavel* 6 (4): 74- 84,
- Bataglia, V. 2011. Clasificación de los niveles de acidez activa (pH) y necesidad de cal agrícola de los suelos de la Región Oriental del Paraguay. Tesis de Grado. Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial. Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.
- Bissani, CA; Tedesco MJ. 1988. O enxofre no solo. *In: XVII Reunião Brasileira de fertilidade de solo*, Anais-Londrina, PR.
- Caires, E; Blum, J; Barth, G; Garbuijo, F; Kusman, M. 2003. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação no sistema de

- plántio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 27 (2): 275-286.
- Caires, EF; Kusman, MT; Barth, G; Garbuio, FJ; Padilha, J.M. 2004. Changes in soil chemical properties and corn response to lime and gypsum applications. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 28 (1): 125-136.
- Caires, EF; Churka, S; Garbuio, FJ; Ferrari, RA; Morgano, MA. 2006. Soybean yield and quality as a function of lime and gypsum applications. *Scientia Agricola* 63 (4): 370-379.
- Caires, EF; Maschietto, EHG; Garbuio, FJ; Churka, S; Joris, HA. 2011. Surface application of gypsum in low acidic Oxisol under no-till cropping system. *Scientia Agricola* 68 (2): 209-216.
- Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas- CAPECO. 2017. (en línea). Consultado 17 mar. 2017. Disponible en: <http://www.tera.com.py/capeco>
- Carvalho, MCS; Raij, B. van. 1997. Calcium sulphate, phosphogypsum and calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth. *Plant and Soil* 192 (1) : 37-48.
- Cicore, PL; Sainz, HR; Echeverría, HE, Barbieri, PA. 2005. Respuesta del cultivo de soja al agregado de azufre en función de la disponibilidad hídrica y del sistema de labranza. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 34 (1): 57-73.
- Cubilla, MM; Wendling, A; Eltz, FL; Amado, TJC; Milelniczuk, J; 2012. Recomendaciones de fertilización para soja, trigo, maíz y girasol bajo el sistema de siembra directa en el Paraguay. Asunción, Paraguay, CAPECO. 88p.
- Cubilla, MM. Siembra directa: principal aliado para la conservación de suelos. 2014. ABC color- suplemento rural (en línea). Consultado 17 mar. 2017. Disponible en www.abc.color.py/suplementos/rural.
- Fatecha, A. 1999. Guía para la fertilización de cultivos anuales y perennes de la Región Oriental del Paraguay. Caacupé, MAG/SSEA/DIA. 23 p.
- Fatecha, D. 2004. Clasificación de la fertilidad, acidez activa (pH) y necesidad de cal agrícola de los suelos de la Región Oriental del Paraguay. Tesis de Grado. Departamento de suelos y ordenamiento territorial. Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.
- Fatecha, DA; Rasche, JW; Leguizamon, CA; Gonzalez, AL; Lana, MC. 2015. Aplicación de yeso agrícola y su efecto en la producción de soja en un oxisol de Alto Parana. *In: I Congreso Paraguayo de Ciencia de Suelo. IV Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelo.* Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. p. 72-74.
- Fatecha. DA; Rasche, JW; Leguizamon, CA; Gonzalez, AL; Lana, MC. 2015. Respuesta a la aplicación de yeso agrícola en algunos parámetros de crecimiento y rendimiento en el cultivo de soja en sistema de siembra directa. *In I Congreso Paraguayo de Ciencia de Suelo. IV Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelo.* Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. p. 75-77.
- Ferreira, R; Alvarez, V; Felix, N; Fontes, R; Bértola, R; Lima, J, 2007. Fertilidade do solo. Viosa, Brasil, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1017 p.
- Fullaondo, E. 2014. Clasificación del nivel de materia orgánica de los suelos de la Región Oriental del Paraguay. Tesis de Grado. Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial. Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.
- Jorge, V. 2012. Clasificación de niveles de fósforo de los suelos de la Región Oriental del Paraguay. Tesis de Grado. San Lorenzo. Paraguay. San Lorenzo, Paraguay, Departamento de Suelos y Ordenamiento

- Territorial. Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción
- López, O; Molinas, A; Vega, S; Galeano, M. 1996. Fertilidad de suelos de la Región Oriental del Paraguay. I. Acidez y Necesidad de Encalado. FCA/UNA. San Lorenzo, Paraguay. 35 p.
- Martínez, R. 2011. Clasificación de niveles de potasio de los suelos de la Región Oriental del Paraguay. Tesis de Grado. San Lorenzo. Paraguay. Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay, Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.
- Neis, L; Paulino, HB; De Souza, EM; Dos Reis, OF; Pinto, FA. 2010. Gesso agrícola e rendimento de grãos de soja na região do sudoeste de Goiás. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34:409-416.
- Pauletti, V.; Pierri de, L; Ranzán T; Bart, G; Vargas, AC. 2014. Efeitos em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*. 38(2):495-505.
- Quiñónez, LR, Fatecha, DA; Rasche, JW; Leguizamón, CA y Lana, MDC. 2015. Fertilización sulfatada y su efecto residual en el maíz zafriña en un Oxisol del Alto Parana. *In I Congreso Paraguayo de Ciencia del Suelo. IV Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos*. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. p. 85-87.
- Quiñónez, LR, Rasche, JW; Fatecha, DA; Leguizamón, CA 2016. Aplicación y replicación de yeso agrícola en el cultivo de soja en área de siembra directa en Paraguay *In: Reunión Brasileira de Manejo y Conservación de Suelos*. (25, 2016, Foz de Iguazu, Brasil) Anais. Foz de Iguazú, Brasil. 200 p.
- Raij, B. van. 2011. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba, International Plant Nutrition Institute. 420 p.
- Rampim, L; Lana, M; Frandoloso, JF; Fontaniva, S. 2011. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta. *R. Bras. Ci. Solo* 35:1687-1698.
- Sfredo, GJ. 2007. Enxofre. Nutriente necessário para maiores rendimentos da soja. Circular técnica N°53. EMBRAPA- Londrina. 6 p.
- Silva, AA; Vale, FR; Fernandes, LA; Neto, AEF; Muniz, JA. 1998. Efeitos de relações $\text{CaSO}_4/\text{CaCO}_3$ na mobilidade de nutrientes no solo e no crescimento. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 22:451-457.
- Soratto, RP; Crusciol, CAC; Mello, FFC. 2010. Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão de calcário e gesso aplicados na superfície do solo. *Bragantia, Campinas*, 4(69): 965-974.
- Rodríguez, A. 2016. Yeso agrícola y su efecto en el cultivo de maíz zafriña. Tesis Ing. Agr. Itakyry, Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional del Este. 64 p.
- Watanabe, SY. 2013. Aplicación de yeso y cal agrícola en la sucesión soja-trigo en siembra directa en un Ultisol. (Tesis de Maestría). Programa de Post Grado en Ciencia de Suelo y Ordenamiento Territorial. Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Agrarias, San Lorenzo, Paraguay. 108 p.
- Vitti, CG; Luz, PHC; Malavolta, E; Dias, AS; Serrano, CGE. 2008. Uso do gesso em sistemas de produção agrícola. Piracicaba, GAPE, 104 p.
- Zandoná RR, Beutler AN, Burg GM, Farias C, Schmidt M R. 2015. *Pesq. Agropec. Trop., Goiânia* 45(2):128-137.

Modelos de simulación como herramienta para estimación de balance hídrico, productividad y calendario de riego

María Soledad Armoa Báez^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: solearmoa_07@hotmail.com

Introducción

La estimación precisa de la evapotranspiración del cultivo (ETc), mediante la medición correcta de los componentes comprometidos, permiten la determinación específica de la cantidad de agua necesaria a ser aplicada a un cultivo. Modelos de simulación de balance hídrico que utilicen enfoques de coeficientes culturales dual (Kc dual) como el SIMDualKc (Rosa 2011) surgen como respuesta a esta necesidad. Allen et al. (1998) han determinado las necesidades hídricas de los cultivos, fijando parámetros padrones que son utilizados hasta hoy día. En virtud de las modificaciones genéticas existentes en los cultivares y/o híbridos presentes actualmente, surge la necesidad de realizar ajustes en los parámetros considerados padrón por la FAO, para caracterizar estos nuevos cultivares, mejorando así la eficiencia del agua utilizada durante el ciclo del cultivo.

El nuevo desafío a nivel mundial es la de producir más alimentos con menor cantidad de agua. En virtud del papel que ejerce la agricultura, este objetivo sólo será posible si se mejoran los manejos culturales sin comprometer al balance ecosistémico, una estrategia que ayude a observar los resultados obtenidos para diferentes escenarios sería la implementación de modelos de simulación.

Desarrollo

El agua es caracterizada como uno de los recursos más importantes para el crecimiento de las plantas y la producción de alimentos. En virtud de la escasez de los recursos hídricos disponibles, han surgido luchas por este recurso entre los sectores

agrícolas, industriales y urbanos (Ghamarnia 2015). Según Armoa (2017) las interacciones existentes entre el sistema suelo-agua-planta-atmosfera, son la base para el discernimiento de la dinámica hidrológica. En el campo agrícola actualmente, es cada vez más habitual el uso de tecnologías con las cuales se pueden evaluar y monitorear el manejo de los cultivos agrícolas *in situ*.

Instrumentos como sensores de humedad son utilizados para monitorear el contenido de agua en el suelo. El usufructo de este tipo de tecnología permite mejorar el manejo agrícola bajo sistema de riego; entretanto, este tipo de manejo conlleva una mayor inversión económica (Lagunas 2013).

Considerando el alto coste económico que representa la utilización de sensores de humedad en situación de campo, modelos de simulación de balance hídrico como el SIMDualKc se presentan como una opción viable. No obstante, la implementación de modelos de simulación no descarta la necesidad de trabajo de campo y altas cantidades de horas para la calibración y validación del modelo de simulación.

Conforme mencionado por Rolim (2007), el modelo de simulación SIMDualKc tiene como objetivo principal, desarrollar opciones de programación de riego para los diversos cultivos, utilizando diversos métodos de riego, y considerando así múltiples combinaciones de factores que influyen en la productividad del cultivo.

Según Rosa (2011) una ventaja del modelo SIMDualKc radica en que está basado en el enfoque del Kc dual, para la determinación de la

evapotranspiración del cultivo (ET_c) obteniendo así la partición de la ET_c en sus componentes bases; evaporación del suelo (E_s) y transpiración del cultivo (T_c), dando paso a datos precisos de la dinámica del agua en el suelo. En los últimos años, el modelo ha sido implementado para estudios agrícolas con diversos cultivos como soja, maíz, olivo, trigo, cebada, girasol, entre otros, demostrando la viabilidad de esta metodología y las ventajas que presenta su utilización (Ávila 2016).

En este contexto, el uso de modelos de simulación de balance hídrico va tomando mayor trascendencia, permitiendo conocer la dinámica hídrica bajo escenarios actuales y futuros. Análisis como los mencionados anteriormente son necesarios para la planificación tanto de obras hidráulicas, cambio de uso del suelo, calendarización de cultivos, establecimiento urbano y una extensa gama de actividades.

El modelo de simulación SIMDualKc efectúa el balance hídrico del suelo utilizando periodos de tiempo diario, estimando componentes del balance hídrico como la percolación profunda, la ascensión capilar, el escurrimiento superficial, entre otras. Para esto son introducidos en el modelo parámetros de suelo, parámetros climáticos, parámetros referentes al cultivar implementado, así como también parámetros referentes al sistema de riego. El modelo permite simular la utilización de *mulches* y de coberturas vegetales activas.

Según datos obtenidos por Ávila (2016), cuando trabajado con *feijão* y soja bajo riego por goteo en sistema de plantío directo, con cobertura de residuos vegetales sobre la superficie del suelo y reposición de agua en diferentes cantidades, visando la imposición de diferentes niveles de déficit hídrico, el modelo de simulación SIMDualKc no presentó tendencia para sub o sobre-estimar el contenido de agua en el suelo durante todo el ciclo de desarrollo de los cultivos.

Martins (2013) cuando trabajado con maíz bajo riego por aspersión y riego por goteo en sistema de plantío directo, menciona que según los

parámetros estadísticos el modelo SIMDualKc presentó la habilidad de simular la variación del agua en el suelo sin presentar tendencias de sub o sobre-estimación del contenido de agua en el suelo. Indicando errores por debajo del 4%.

Armoa (2017) cuando trabajado con soja bajo riego por aspersión en sistema de plantío directo, con cobertura de residuos vegetales sobre la superficie del suelo y reposición de agua en diferentes etapas, visando la imposición de diferentes niveles de déficit hídrico; menciona el modelo de simulación SIMDualKc no presentó tendencia para sub o sobre-estimar el contenido de agua en el suelo durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo, así como también no fue observada diferencia significativa cuando se evaluó la productividad observada y simulada por el modelo SIMDualKc.

Autores como Liu et al. (2013) mencionan un RMSE de entre 15 a 22% de la productividad observada. Así también Wei et al. (2015) menciona un RMSE de 10% de la productividad observada, ambos trabajando con el modelo de simulación SIMDualKc.

Chaterlán et al. (2013) menciona que estadísticamente, los resultados obtenidos a partir de las regresiones lineares forzadas al origen y los indicadores de los errores residuales de estimación indican un buen ajuste entre los valores de humedad de suelo estimados por el modelo y los datos observados. Así, concluye que el modelo puede ser utilizado para la generación de calendarios alternativos de riego destinados a mejorar el ahorro de agua y la productividad de la papaya en las condiciones edafoclimáticas en las cuales se manejó el estudio.

Conclusión

El modelo de simulación SIMDualKc presenta una alta confiabilidad para la determinación del contenido de agua en el suelo, la variación de la misma, programación del riego, así como también para la estimación de productividad en función de las diferentes estrategias a ser implementadas y escenarios posibles.

Referencias bibliográficas

- Allen, RG; Pereira, LS; Raes, D; Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome, Italy, FAO. 300 p. (FAO irrigation and drainage paper 56).
- Armoa, MS. 2017. Partição da evapotranspiração, rendimento de grãos e retorno econômico da soja cultivada sob diferentes estratégias de irrigação (Dissertação). Santa Maria, Brasil, Universidade Federal de Santa Maria. 90 p. Mestrado em Engenharia Agrícola.
- Ávila, V. 2016. Balanço hídrico do solo e partição da evapotranspiração de soja, milho e feijão submetidos a irrigação deficitária no sul do Brasil (Dissertação). Santa Maria, Brasil, Universidade Federal de Santa Maria. 80 p. Mestrado em Engenharia Agrícola.
- Chaterlán, Y; Herández, R; López, G; Pereira, LS. 2013. Estimación de las necesidades hídricas de la papaya utilizando la aproximación de los coeficientes culturales duales. *Revista Ingeniería Agrícola* 3(2):39-45.
- Ghamarnia, H; Amirkhani, D; Arji, I. 2015. Basil (*Ocimum basilicum* L.) water use, crop coefficients and SIMDualKc Model Implementing in a Semi-arid Climate. *International Journal of Plant & Soil Science*. 4(6):535-547.
- Lagunas, A. 2013. Evaluación del manejo del riego por medio de sensores de humedad del suelo en un cultivo de tomate para industria. Navarra, Universidad Pública de Navarra. 69 p.
- Martins, JD. 2013. Viabilidade econômica da irrigação deficitária em milho. Tese Doutorado em Engenharia Agrícola. Santa Maria, Brasil, Universidade Federal de Santa Maria. 145 p.
- Rolim, J; Godinho, P; Sequeira, B; Paredes, P; Pereira, LS. 2007. Assessing the simdualkc model for irrigation scheduling simulation in mediterranean environments. *In* Lamaddelena, L; Bogliotti, C; Todorovic, M; Scardigno, A. Water saving in mediterranean agriculture and future research need. Lisboa, CIHEAM. p. 49-61. (Options méditerranéennes Série B: N.56).
- Rosa, RD. 2011. The SIMDualKc Model – Software application for water balance computation and irrigation scheduling using the dual crop coefficient approach (on line). Lisboa, CEER, Biosystems Engineering. 45 p. Consultado 02 feb 2017. Disponible en https://www.isa.ulisboa.pt/files/leaf/pub/docs/downloads/SIMDualKc_manual.pdf
- Wei, Z; Paredes, P; Liu, Y; Chi, WW; Peralta, L. 2015. Modelling transpiration, soil evaporation and yield prediction of soybean in North China Plain. *Agricultural Water Management* 147(1): 45-53.

Fraccionamiento de fósforo en afluentes del lago Ypacaraí

Jimmy Walter Rasche Alvarez^{1*}, Angélica María Acosta González¹, Gilda Eliana Torres Irala¹, Viviana María Cáceres Figueredo¹, Diego Fatecha Fois¹, Danilo Rheinheimer dos Santos²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

² Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil

*Autor para correspondencia: jwrasche@yahoo.com.ar

Introducción

El fósforo es un nutriente esencial para los organismos vivos, sin embargo, su exceso en las aguas provoca aumento de la productividad primaria de organismos acuáticos, incidiendo en la modificación de la estructura trófica de ecosistemas acuáticos e induciendo la eutrofización de los mismos (Suárez et al. 2013). Los sedimentos regulan la calidad de las aguas, actuando como medio de transferencia desde ecosistemas terrestres hacia los acuáticos. El fósforo se acumula en los sedimentos bajo distintas formas químicas y la capacidad del sistema de retener y liberar el fósforo se debe a las propiedades físico-químicas de las partículas más finas que desempeñan una función de regulación de la calidad de aguas superficiales (Manassero et al. 2004). El volumen y la rapidez con que el fósforo llegará al curso hídrico dependerá de la presencia de fósforo en el suelo, de la existencia de barreras físicas, químicas y biológicas y de la distancia del curso hídrico, siendo los bosques ciliares y los humedales importantes barreras que impiden la contaminación de cursos hídricos (De Roo 1998, Pellegrini et al. 2010).

La cuenca del lago Ypacaraí que posee una superficie de 5,1 km², posee dos grandes afluentes, el Yuquyry con 350 km² y el Pirayú con 355 km² (Coronel 2001). El Yuquyry se encuentra mayormente poblado ya que en ella se encuentran ubicadas, en parte, las ciudades de San Lorenzo, Capiatá, Luque, J.A. Saldívar, Itaugua entre otros y en la cuenca del Pirayú las ciudades de Ypacaraí y Pirayú. En total la población ubicada sobre la cuenca del lago Ypacaraí supera las 1.500.000 personas. La alta

actividad antrópica, tanto por el uso urbano como por el uso agropecuario de la cuenca ejerce una gran presión sobre los recursos naturales en la cuenca del lago Ypacaraí, lo que puede llevar a la contaminación de los cursos hídricos y al desencadenamiento de procesos de eutrofización de sus aguas.

El objetivo del presente trabajo fue diagnosticar las formas de fósforo del sedimento de fondo menor a 63 µm de los afluentes localizados en la cuenca del lago Ypacaraí.

Metodología

El área de estudio corresponde a la cuenca del Lago Ypacaraí, Paraguay. Dentro de la misma se colectaron muestras compuestas de sedimento de fondo en 80 puntos (32 de la cuenca del Yuquyry, 28 del Pirayú y 20 del Lago). En cada punto fue obtenida tres repeticiones en campo, totalizando 240 muestras analizadas. El proceso de colecta fue realizado en el primer semestre de 2016, donde cada punto de colecta fue georreferenciado con GPS.

En cada punto fueron colectadas tres muestras compuestas en la profundidad de 0-5 cm, según el método igual incremento de ancho (Poletto y Merten 2013) el cual consistió en la realización de la división de una sección transversal del curso hídrico en semi secciones igualmente espaciadas. Las muestras fueron tomadas en forma vertical en al menos tres sitios del curso hídrico, uno en el centro y uno a cada orilla para luego ser mezcladas y así obtener el sedimento de fondo. Se almacenaron en frascos plásticos con capacidad de 5 L debidamente identificados. Posteriormente

fueron transportadas al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, allí se procedió al secado y tamizado empleando un tamiz de 63 μm para separar la fracción limo y arcilla de la arena.

Las variables medidas fueron las formas de fósforo extraídas de acuerdo a su labilidad, mediante diferentes extractores químicos en las muestras colectadas. El experimento siguió un diseño completamente al azar y los tratamientos se clasificaron de acuerdo al punto de muestreo en zonas urbanas (27 puntos) y no urbanas (33 puntos) y de acuerdo al afluente en sedimento del Yuquyry (32 puntos), del Pirayú (28 puntos) y del Lago (20 puntos).

Para el análisis químico se realizó el fraccionamiento de fósforo descrito por Hedley et al. (1982) con las modificaciones propuestas por Rheinheimer (2000). Las formas de fósforo fueron secuencialmente extraídas por los siguientes extractores: resina de intercambio aniónico (AMI 7001S) (P_{RIA}); NaHCO_3 0,5 mol L^{-1} a pH 8,5 (P_{NaHCO_3}) y NaOH 0,1 mol L^{-1} (P_{NaOH01}); HCl 1,0 mol L^{-1} ; NaOH 0,5 mol L^{-1} ($P_{\text{NaOH0,5}}$).

Todos los extractores permanecieron en contacto con las muestras (1 g de sedimento) durante 16 horas en agitador tipo “end over” (33 rpm) con posterior centrifugación a 2510 g por 10 minutos. En los extractos alcalinos de la solución de NaHCO_3 y NaOH fue determinada el P disponible por el método de Dick y

Tabatabai (1977) y fue determinada el P total de cada fracción, realizando la extracción por digestión con persulfato de amonio y H_2SO_4 en autoclave a 121°C y a continuación determinado por Murphy y Riley (1977). Posteriormente el residuo fue secado, molido y fue extraído el P residual (P_{res}) por el método de $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{MgCl}_2$. Las determinaciones de fósforo extraídas fueron estimadas por el método de Murphy y Riley (1977).

Finalmente, fueron agrupadas las extracciones por el fraccionamiento de Hedley en $P_{\text{RIA}} + P_{\text{NaHCO}_3}$ como lábil; $P_{\text{NaOH01}} + P_{\text{HCl}} + P_{\text{NaOH0,5}}$ como moderadamente lábil y P_{res} como no lábil. El fósforo total de la muestra fue estimado por la sumatoria de todas las extracciones.

Los datos obtenidos en la investigación fueron sometidos al análisis de varianza al 5% de error experimental. Cuando observado diferencias estadísticas se sometieron a la prueba de comparaciones múltiples de medias por Tukey al 5% de error experimental.

Resultados y discusión

En el sedimento de fondo colectado en la cuenca del Pirayú existe mayor cantidad de fósforo lábil que en el Yuquyry y en el lago Ypacarai (Tabla 1). Si se considera solamente el P extraído por resina de intercambio aniónico existe mayor P en el Yuquyry, sin embargo, en el Pirayú hay mayor concentración de P_{NaHCO_3} principalmente en la forma orgánica. El P_{NaHCO_3} involucra el fósforo

Tabla 1. Fósforo lábil, moderadamente lábil, no lábil y total en el sedimento de fondo de afluentes y del lago Ypacarai. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, San Lorenzo, 2016.

Afluente	-----mg kg^{-1} -----			
	Lábil	Moderadamente lábil	No lábil	Total
Yuquyry	46,0 b*	363,5 a	484,5 a	878 a
Pirayú	64,0 a	410,3 a	135,6 b	610 a
Lago	48,1 b	145,8 b	141,5 b	335 b
Media	49,4	213,5	316,6	560
CV (%)	103,2	151,8	32,3	67,3

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el teste de Tukey al 5% de probabilidad de error.

inorgánico (Pi) adsorbido débilmente y el fósforo orgánico (Po) fácilmente hidrolizable, tanto la forma orgánica como la inorgánica que puede entrar a formar parte de la fuente de P para los organismos acuáticos. Esto puede ser explicado por el uso pecuario de la zona, con acceso del ganado a los cursos hídricos.

Aunque en el Lago Ypacarai el nivel de P lábil es menor que en el Pirayú, porcentualmente los niveles de P lábil en el Lago Ypacarai son superiores a lo encontrado en sus afluentes Yuquyry (5,2%) y Pirayú (10,5%). Si se considera porcentualmente, el 14,4% del P total en el Lago Ypacarai es lábil, y es suficiente para que desencadene procesos de eutrofización y crecimiento de algas comúnmente observado en el lago.

En relación al P moderadamente lábil, representado por el fósforo inorgánico unido a la superficie de arcillas o de óxidos e hidróxidos de Fe y Al y por el fósforo orgánico asociado a compuestos orgánicos tales como ácidos fúlvicos y húmicos, así como el fósforo inorgánico ligado a minerales fosfatados de calcio, tanto en el Yuquyry como en el Pirayú existen en mayor concentración que en el sedimento de fondo del lago (Tabla 1). Estos resultados concuerdan con los encontrados por Fatecha et al. (2016) quienes observaron mayor cantidad de fósforo en el sedimento de fondo de los afluentes que en el sedimento de fondo del lago en todas las fracciones de fósforo analizadas.

Al considerar el P no lábil, representado por

el fósforo ocluido, que a corto plazo no estaría disponible, se observa que existe mayor cantidad de P no lábil en el Yuquyry que en el sedimento de fondo del Pirayú y del Lago (Tabla 1). El P total es similar y mayor en los afluentes que en el sedimento de fondo del lago.

Si se analizan más detalladamente los datos que observan que la contaminación con fósforo varía entre los puntos, principalmente el P lábil y el no lábil, eso se observa por el alto coeficiente de variación existente en esas dos formas de P. Mismo en el Yuquyry se constataron puntos donde el P lábil es superior a 150 mg kg⁻¹ y puntos donde este es menor a 5 mg kg⁻¹. Existen varios factores que intervienen en la dinámica del fósforo en el sedimento, algunos como el uso del suelo predominante y la protección de la ribera es bastante importante. En la Tabla 2, se constata que en general todas las fracciones de fósforo es superior en puntos muestreados en zonas urbanas que en las zonas no urbanas.

Los valores más elevados de fósforo en zonas urbanas en sus diferentes formas se constataron en orden de importancia en las zonas urbanas de San Lorenzo, Capiatá e Itaugua en la cuenca del Yuquyry y en la parte urbana de Ypacarai y Pirayú en la cuenca del Pirayú, siendo la principal causa del mayor contenido de P, posiblemente la eliminación directa de residuos domiciliarios e industriales a los cursos hídricos, la inmundicia generada en la ciudad que se introducen a través de raudales durante la ocurrencia de precipitaciones, entre otros.

Tabla 2. Fósforo lábil, moderadamente lábil, no lábil y total en el sedimento de fondo de afluentes considerando la urbanización del área. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, San Lorenzo, 2016.

Uso del suelo	-----mg kg ⁻¹ -----			
	Lábil	Moderadamente lábil	No lábil	Total
Urbano	70,8 a*	245,1 a	492,1 a	768 a
No urbano	41,9 a	206,2 a	279,2 b	527 b
Media	55,8	224,7	375,0	635
CV (%)	115,8	181,7	60,8	64,4

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el teste de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Conclusión

Existe mayor cantidad de fósforo total en los afluentes que en el lago, lo cual indica una amenaza altamente significativa considerando que varias de estas fracciones corresponden a formas disponibles para desarrollo de organismos autótrofos a corto y mediano plazo.

Existe una importante variación en el contenido de fósforo en el sedimento de fondo de los puntos muestreados en la cuenca, siendo mayor los afluentes en relación al lago.

En la cuenca del lago Ypacaraí las fuentes de contaminación puntuales como las zonas urbanas son más trascendentales que las difusas (áreas no urbanas) en la contaminación del sedimento de fondo con fósforo.

Agradecimiento

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento de la investigación, resolución N° 437/2014 en el marco del componente I - Fomento a la Investigación científica - Programa paraguayo para el desarrollo de ciencia y tecnología - PROCIENCIA-convocatoria 2013, cuyo nombre es "Aspectos Cualitativos de fósforo en sedimentos de la cuenca del Lago Ypacaraí"

Referencias bibliográficas

- Coronel, BD. 2001. Estudio general del caso: San Lorenzo y Luque, Cuenca del lago Ypacaraí, Paraguay. Proyecto regional: Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en América Latina: realidad y potencial. Convenio IDRC-OPS/HRP/CEPIS. Paraguay. 21 p.
- De Roo, APJ. 1998. Modelling runoff and sediment transport in catchments using GIS. *Hydrological Process* 12(6):905-922.
- Dick, WA; Tabatabai, MA. 1977. Determination of orthophosphate in aqueous solutions containing labile organic and inorganic phosphorus compounds. *Journal of Environmental Quality*, Madison 6:82-85.
- Fatecha, FDA; Rasche, AJW; Cabral, N; Ojeda, RJG; Coppo, JC; Alves Neto, AJ; Lorezetti, E; Hoshiba, WCK; Broti, RB; Belmonte, C. 2016. Phosphorus fractionation in sediments of the ypacaraí lake basin. *African Journal of Agricultural Research* 11(35):3361-3366.
- Hedley, MJ; Stewart, JWB; Chauhan, BS. 1982. Changes in the inorganic and organic phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubation. *Soil Science Society of America Journal* 46:970-976.
- Manassero, M; Camilión, C; Ronco, A. 2004. Análisis textural de sedimentos fluviales distales de arroyos de la Pampa Ondulada, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 11(2):1-12.
- Murphy, J; Riley, JP. 1977. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analítica Química Acta* 27:31-36.
- Pellegrini, JBR; Rheinheimer, DS; Gonçalves, CS; Copetti, ACC; Bortoluzzi, EC; Tessier, D. 2010. Impacts of anthropic pressures on soil phosphorus availability, concentration, and phosphorus forms in sediments in a Southern Brazilian watershed. *Journal Soils Sediments* 10(3):451-460.
- Poleto, C; Merten, GH. 2013. *Qualidade de sedimentos*. 2 ed. Brasil, ABRH (Asociación Brasileira de Recursos Hídricos, Brasil). 285 p.
- Suárez, M; Marcano Cabeza, EA; Segura, Y; Marcó Parra, LM. 2013. Distribución espacial de fósforo en sedimentos superficiales del Lago de Valencia. *Universidad, Ciencia y Tecnología* 17(66):2-10.

Uso del balance de nutrientes para el manejo del suelo en caña de azúcar orgánica

Francisco Vallejos^{1*}, Luis Fernando Espinoza², Deiby Cano³, Sindulfo Giménez¹,
Magdalena Busto¹, Marcos Vega¹

¹IPTA – Caacupé, Centro de Investigación Hernando Bertoni, Ruta 2 km 48,5, Cordillera.

²IPTA – Natalicio Talavera, Campo Experimental de Caña de Azúcar, Guairá.

³Cooperativa Manduvirá Limitada, Arroyos y Esteros, Cordillera.

*Autor para correspondencia fjvallejosm@gmail.com

Introducción

Según García y González (2013) el balance de nutrientes se estima como la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran y que salen de un sistema definido en el espacio y en el tiempo. En general, estos balances se consideran para la capa de suelo explorada por las raíces en períodos anuales. Esta definición permite estimar balances nutricionales de un lote en una campaña agrícola a partir de los nutrientes que egresan del suelo en los granos y forrajes cosechados, en los productos animales y en los residuos de cultivos que son transferidos a otros lotes. Los ingresos de nutrientes al suelo están constituidos por los aportados por fertilizantes, abonos orgánicos (incluyendo residuos de cultivos no generados en el mismo lote) y, en el caso de nitrógeno (N), por la fijación de N₂ del aire. El aporte de nutrientes de los residuos de cultivos realizados en el mismo lote, se considera un reciclaje de nutrientes dentro del mismo sistema suelo y por lo tanto no se incluye entre los ingresos.

La Cooperativa Manduvirá Limitada está ubicada en el distrito de Arroyos y Esteros, en el departamento de Cordillera a 67 km al noreste de Asunción. En el 2004 la Cooperativa invirtió parte de la prima de Comercio justo para obtener su propio certificado orgánico. En el 2005 alquiló un ingenio, mantuvo la propiedad del azúcar y empezó a venderlo directamente a clientes internacionales, de este modo se volvió la primera cooperativa en Paraguay que produce y exporta su propio azúcar a más de 17 países del mundo. Actualmente cuenta con más de

1.500 socios, de los cuales 900 son productores de caña de azúcar. En el 2014 la Cooperativa construyó su propia fábrica de azúcar orgánica. Pero, este crecimiento comercial debe apoyarse en un sistema productivo sostenible, que provea materia prima en cantidad suficiente y mantenga productivo el recurso suelo.

La producción orgánica, desde las semillas de la caña de azúcar hasta el producto terminado, cumple estándares y regulaciones de certificaciones internacionales. Al manejar el suelo y plantar la caña, el productor debe dar preferencia a la labranza mínima y rotación de cultivos. Está prohibido quemar residuos en todo el terreno de la finca y usar fertilizante químico o sintético; por el contrario, fuentes de nutrientes orgánicos como estiércol vacuno o gallinaza y/o abonos verdes deben ayudar a mantener la fertilidad del suelo. Pero, la mayoría de esos residuos contiene nutrientes reciclables en concentraciones bajas e irregulares y algunos de lenta disponibilidad. Como fuentes de nutrientes, se requieren de grandes volúmenes (40 t ha⁻¹ de estiércol vacuno o 7 t ha⁻¹ de gallinaza), lo que dificulta su transporte y aplicación. Además, en los años de precios bajos la disponibilidad de dinero para invertir en ellos se ve limitada y los rendimientos se mantienen a costa de la fertilidad del suelo. Por lo que, desde 2016 y con aportes del PPI, la Cooperativa inicia la producción de un abono orgánico elaborado a partir de los residuos de la fabricación del azúcar para que sea utilizado por sus asociados.

A partir de lo expuesto, se utilizó el balance de

nutrientes para estimar aquellos que pudieran estar deficitarios para orientar en el desarrollo de un fertilizante orgánico elaborado a partir de los residuos de la fabricación de azúcar que contribuya al manejo sostenible del suelo y del cultivo de la caña dulce en sistemas de producción orgánica de agricultura familiar.

Metodología

La investigación desarrollada es exploratoria y corresponde a actividades realizadas en fincas de agricultores en Compañías del Distrito de Arroyos y Esteros en el año 2016 por el proyecto “Estrategias para el manejo sostenible de la fertilidad química del suelo para agricultura familiar en propiedades productoras de caña de azúcar orgánica”, adjudicado al IPTA en el marco del PROCENCIA del CONACYT, con la participación de la Cooperativa Manduvirá Limitada como institución asociada.

El clima del lugar, según Thornthwaite, es húmedo, mesotermal y con lluvia deficiente en el invierno, sin déficit hídrico mensual. La temperatura media anual es de 22°C y la precipitación media anual es de 1.400 mm. El suelo utilizado fue clasificado, según el mapa de reconocimientos de suelos del Proyecto Racionalización del Uso de la Tierra, como Rhodic Paleudalf, de textura francosa fina, ubicada en lomadas con arenisca como material de origen, hasta con 3% de pendiente, buen drenaje y pedregosidad nula.

Se adaptó la metodología presentada en FAO, 1999 para la implementación de Sistemas Integrados de Nutrición de las Plantas (SINP), y se realizaron los siguientes pasos: análisis de los registros de los socios relacionados con el historial del manejo del suelo y del cultivo de caña de azúcar, selección de las áreas, encuesta rural rápida de las comunidades, selección de las fincas representativas y el balance de nutrientes.

Se recorrieron los grupos de fincas, se estimó el rendimiento de los cañaverales de las representativas, se retiraron muestras de la caña dulce cosechada (extracción) y de la fuente de

fertilización utilizada (aportes) y se enviaron al INTN para determinar las concentraciones de los nutrientes presentes. El abono que se aplicó fue elaborado en la planta de fertilizante orgánico de la Cooperativa Manduvirá Limitada, fundamentalmente a partir de residuos generados de la fabricación de azúcar como la torta de filtro, el bagazo de la caña, la ceniza de caldera y con el agregado de proteína vegetal, minerales, estiércol vacuno y de aves e inoculante.

También se extrajeron muestras de suelo, una muestra compuesta se obtuvo a partir de 15 a 20 simples, retiradas de 0-20 centímetros de profundidad. Las mismas se enviaron al Departamento Suelo y Nutrición de Plantas del IPTA - Caacupé donde se determinaron: pH en agua, materia orgánica, fósforo disponible, potasio, calcio, magnesio y aluminio intercambiables. Se adecuó lo realizado por Paniagua et al., (2001) y Fatecha, (2004) para el diagnóstico del nivel de fertilidad de la camada superficial del suelo. El balance de nutrientes se estimó como la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran (abono orgánico) y que salen (cosecha) en el sistema (García y González 2013).

El análisis estadístico fue de tipo descriptivo, siendo los resultados presentados con medidas de tendencia central, como la media, y medidas de dispersión como el rango, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Resultados y discusión

El rendimiento medio de caña de azúcar orgánica de los treinta productores cooperadores está próximo de las 60 t ha⁻¹. El rango del rendimiento obtenido por el grupo supera las 80 t ha⁻¹. Cada t de caña dulce cosechada extraería en media 1 kg de N, 0,15 kg de P y 0,65 kg de K (Tabla 1). El rendimiento medio observado está próximo al promedio nacional, la amplitud del rango probablemente incluye la variabilidad dentro del grupo de cooperadores como las diferencias en los años de corte del cultivo, cultivares utilizados y la fertilidad del suelo. Los valores medios de extracción del N y P están superiores y los de K inferiores a la literatura consultada.

Tabla 1. Rendimiento de la caña de azúcar¹ (t ha⁻¹) y nutrientes exportados por t cosechada. Arroyos y Esteros, Cordillera. Año 2016.

	Rendimiento de la caña de azúcar t ha ⁻¹	N	P	K
	kg exportados por t de caña azúcar cosechada			
Máximo	113,46	3,01	0,41	2,14
Mínimo	33,33	0,21	0,05	0,24
Media	62,77	1,06	0,15	0,65
Des. Est	22,75	0,76	0,08	0,43
C.V.	36,25	71,37	54,73	66,57

¹De 30 fincas de asociados de la Cooperativa Manduvirá.

Las concentraciones de N, P y K en el lote de abono orgánico muestreado son bajas (Tabla 2). El N es el elemento cuyo contenido más se aproximó al 1% de la composición del abono. El K, además de ser el nutriente menos presente, es también el que presenta la menor variabilidad. La relación C:N en

media está en torno a 10. El contenido de nutrientes del abono orgánico está en relación directa con los ingredientes utilizados en su preparación. Como la fuente principal de los ingredientes proviene de los residuos generados durante la fabricación del azúcar, los mismos ya no contendrían cantidades

Tabla 2. Composición de un lote¹ de abono orgánico elaborado a partir de residuos de la fabricación de azúcar. Arroyos y Esteros, Cordillera. Año 2016.

	CO	N	P	K	C:N
	-----Kg por 100 kg de compost-----				
Máximo	10,75	1,25	0,21	0,07	19,86
Mínimo	6,43	0,42	0,09	0,07	5,46
Media	7,66	0,85	0,14	0,07	9,79
Des est	1,33	0,20	0,05	0,00	4,23
C.V.	17,39	23,62	37,53	6,12	43,21

¹De 12 muestras analizadas.

importantes de nutrientes, pues la mayoría de ellos estaría en el mosto extraído. Debería ajustarse las proporciones de los ingredientes agregados como fuente del P (la gallinaza por ejemplo) y en especial del K. De la manera en que se encuentra su mayor contribución a la fertilidad del suelo sería como una enmienda orgánica. La estrecha relación C:N indicaría que la mineralización de los residuos orgánicos se realizaría con un mínimo de inmovilización de N.

Los resultados medios de los análisis de suelos de las fincas de los cooperadores muestran (Tabla 3) que todos los elementos están en el nivel bajo, excepto el Mg⁺². La MO en el valor

máximo encontrado apenas llega al nivel medio. El P ni con el mayor valor obtenido supera el nivel bajo. La suma de bases, en media, también está en el nivel bajo. Cuando los resultados se clasifican siguiendo el diagnóstico del nivel de fertilidad de la camada superficial del suelo utilizado por Paniagua et al. (2001) y Fatecha, (2004), el 80% de los suelos corresponden a la clase de fertilidad baja. Estos resultados son coherentes con los registrados en los archivos del Departamento Suelo y Nutrición de Plantas del IPTA Caacupé, y están de acuerdo con el historial de las fincas, al tratarse de suelos con muchos años de producción agrícola y con un bajo nivel de uso de insumos.

Tabla 3. Resultados de análisis de suelos provenientes del Distrito de Arroyos y Esteros¹. Departamento Suelo y Nutrición de Plantas del IPTA/Caacupé. Año 2016.

	pH	MO %	P Ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Al ⁺³ H ⁺	CICe	Suma Bases	Sat. Al %
				-----			cmol _c kg ⁻¹	-----		
Máximo.	6,20	1,67	9,47	2,20	1,18	0,21	0,60	3,67	3,21	29,79
Mínimo	5,10	0,74	0,94	0,80	0,07	0,02	0,00	1,16	1,16	0,00
Media	5,63	1,02	1,98	1,39	0,72	0,06	0,17	2,35	2,18	7,00
Des est	0,30	0,22	1,91	0,39	0,28	0,04	0,22	0,58	0,56	9,10
CV (%)	5,30	21,34	96,26	28,33	39,37	60,16	127,53	24,88	25,88	129,90

¹ De 30 fincas de asociados de la Cooperativa Manduvirá Ltda.

Tabla 4. Balance de nutrientes en caña de azúcar en sistemas de producción orgánicos en el Distrito de Arroyos y Esteros¹. Año 2016.

	N	P	K

	kg ha ⁻¹		
Aportado por el abono orgánico ¹	27,47	4,58	2,25
Exportado en la cosechada ²	66,73	9,34	40,56
Balance = entradas – salidas	-39,26	-4,76	-38,31
Disponible en el suelo ³	28,56	5,54	65,8

¹ Estimado a partir del contenido medio de N, P y K del abono orgánico y de una dosis aplicada de 5 t ha⁻¹.

² Considerando a partir del contenido medio de N, P y K y un rendimiento de 62,77 t ha⁻¹ de caña de azúcar cosechada.

³ Calculado a partir de los tenores medios de MO, P y K de los resultados de análisis de suelos.

Cuando se realiza el balance de nutrientes, se observa que ninguno de los nutrientes sería totalmente repuesto por la aplicación del abono orgánico (Tabla 4). En proporción, el mayor déficit estaría en el K. Viendo la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, el aporte del abono orgánico, con su composición actual, contribuiría a mantener el rendimiento promedio de 60 t ha⁻¹, que hasta el momento dependería casi exclusivamente de las reservas del suelo, en particular de las del K. La composición del abono orgánico debería ajustarse para disminuir los déficits de nutrientes que llevan a la degradación del suelo y para alcanzar mayores rendimientos de manera sostenible.

Conclusión

El balance de nutrientes y el análisis de los

suelos son herramientas importantes para la fertilización balanceada que permite ajustar las cantidades aportadas, aumentando la de aquellos nutrientes cuyos saldos sean negativos (aportes menores que las extracciones) y disminuyendo las cantidades de los que tienen saldo positivo (aportes mayores que las extracciones). Ambos contribuyen al desarrollo de sistemas sostenibles de manejo de suelo y cultivos.

Referencias bibliográficas

- FAO (Food and Agriculture Organization, Italia). 1999. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas Fomento de tierras y aguas Roma, Italia, FAO. 20 p.
- Fatecha, D. 2004. Clasificación de la Fertilidad, Acidez Activa (pH) y Necesidad de Cal Agrícola de los Suelos de la Región Oriental

del Paraguay. Tesis Ing. Agr. Lorenzo, Paraguay, FCA/UNA. 102 p.

García, F; González, M. 2013. La nutrición de suelos y cultivos y el balance de nutrientes: ¿Cómo estamos? Infor. Agron. de Hispanoamérica. IPNI 9:2-7.

Paniagua, J; Causarano, H; Leguizamón, C; Encina, A; Centurión, M; Paredes, J; Galeano, M; Díaz, A; Vega, S. 2001 Manual para el llenado de la encuesta, la descripción de las observaciones para capacidad de uso de la tierra y la obtención de muestras de la camada superficial del suelo de las UTIs. San Lorenzo, Paraguay, DESOT,FCA,UNA.

Efecto de prácticas de manejo de suelo sobre el rendimiento de los cultivos de mandioca y maíz

Diosnel Bareiro Molinas^{1*}

¹ Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay

* Autor para correspondencia: diosnelba@gmail.com

Introducción

El suelo es la base de la producción de alimentos para la humanidad. Por eso es necesario mantener en su lugar de origen, de manera que no sea transportado por la escorrentía hacia arroyos, ríos, embalses o hacia el mar. Al mismo tiempo asegurarnos que no sea destruido y que mantenga su capacidad productiva a través del tiempo. En otras palabras asegurar la sustentabilidad de la producción agrícola y de la producción de alimentos. La rápida degradación de los suelos y el uso no sostenible de la tierra, particularmente en países en desarrollo, son al mismo tiempo la causa y la consecuencia de una pobreza generalizada (López et al. 1996).

La preparación convencional del suelo, que deja la superficie desnuda, es una de las principales causas de la erosión en áreas agrícolas. Entre las consecuencias de la degradación del suelo se encuentran no solamente la pérdida de productividad y de áreas agrícolas, sino que también llevan al requerimiento de inversiones cada vez mayores para mantener los niveles de producción (Florentin et al. 2001).

Los abonos verdes aportan nitrógeno, reducen la erosión, mantienen la temperatura del suelo y la humedad, disminuyen las malezas y reducen enfermedades con la rotación. Para el pequeño productor es indispensable el uso de los abonos verdes para lograr una agricultura sostenible con rendimiento estable y sin degradación (MAG; GIZ/PMRN 2011).

Hoy en día los abonos verdes, aparte de recuperar la fertilidad de los suelos de los productores, se han vuelto como un rubro de renta muy importante generando ingresos económicos adicionales a las familias campesinas (MAG; GIZ/PMRN 2011).

El objetivo del experimento es la de evaluar el efecto de prácticas de manejo de suelo sobre el rendimiento de los cultivos de mandioca y maíz.

Metodología

Localización y duración del experimento

La parcela se encuentra ubicada en la Compañía San Solano, Distrito de San Pedro del Paraná, Dpto. de Itapúa, entre los paralelos Latitud: -26.7869281 y Longitud: -56.1714820. El experimento tuvo una duración de dos años, se inició en el mes de abril de 2014.

Descripción de la parcela experimental

El terreno presenta una topografía plana a ondulada, con pendientes de 4 a 5% aproximadamente. Los suelos predominantes en el Distrito de San Pedro del Paraná, corresponden al Orden Ultisol, la característica principal es la presencia del horizonte argílico o kándico con bajo porcentaje de saturación en bases (menor a 35%) (Encina 2005).

Los tratamientos utilizados en los experimentos son los siguientes:

T1: Cultivo de mandioca con abonos verdes, subsolado y fertilización

T2: Cultivo de mandioca con abonos verdes y subsolado

T3: Cultivo de mandioca convencional

T4: Cultivo de maíz con abonos verdes, subsolado y fertilización

T5: Cultivo de maíz con abonos verdes y subsolado

T6: Cultivo de maíz convencional

Las variables evaluadas fueron, para el cultivo

de mandioca: rendimiento de raíces, se realizaron dos cosechas manualmente, las raíces fueron limpiadas y embolsadas y luego pesadas para determinar el rendimiento expresado en kg ha^{-1} . En el cultivo de maíz fue evaluado el rendimiento de grano, para ello, las cosechas también se realizaron manualmente y los granos fueron trillados y luego pesados para determinar el rendimiento expresado en kg ha^{-1} .

Descripción del procedimiento para el primer año 2014/15

Muestreo de suelo, siembra de abonos verdes de invierno: la ejecución de este trabajo se realizó en el mes abril del 2014 en donde se extrajeron 10 sub-muestras de suelo en forma de zig-zag de la parcela experimental, 15 días antes de la siembra de los abonos verdes de invierno, la muestra fue enviada para ser analizada en el Laboratorio de Suelos de la FCA- Casa Matriz San Lorenzo. La siembra de los abonos verdes de invierno se efectuó en el mes de abril de 2014, la siembra de avena negra y nabo se realizó al voleo a razón de 60 kg ha^{-1} y 6 kg ha^{-1} respectivamente, el tapado de las semillas se realizó con azada. En tanto que el lupino blanco se sembró con sembradora matraca a razón de 40 kg ha^{-1} a un distanciamiento de 1m entre hileras y 0,40 m entre plantas, depositando 3 a 4 semillas por hoyo en la futura melga de los cultivos de maíz y mandioca.

Aplicación de cal agrícola: la aplicación de cal agrícola se realizó en el momento en que los abonos verdes se encontraban en etapa de floración, la misma se distribuyó al voleo a razón de 1.000 kg ha^{-1} en el mes de julio de 2014.

Subsolado, rollado desecación de abonos verdes: esta práctica se llevó a cabo en el mes de agosto de 2014, con subsolador a tracción animal a una profundidad de 25 cm aproximadamente antes de realizar el manejo de los abonos verdes, en la futura línea de los cultivos. El rollado se efectuó posterior al subsolado, en el momento de granos lechosos de los abonos verdes de invierno utilizando rollo cuchillo tracción animal con el fin de acamar las plantas. La desecación se

realizó 10 días después del acamado utilizando glifosato a una dosis de 4 L ha^{-1} , la aplicación se realizó con mochila pulverizador de 20 L con pico abanico.

Preparación de parcelas: para la parcela con abonos verdes y en donde se realizó subsolado se procedió a abrir los hoyos con pala para luego depositar las ramas semillas, en el caso de la parcela convencional (testigo) se realizó una arada a tracción animal y posteriormente se realizó con pala la apertura de los hoyos, en el mes de agosto de 2014.

Preparación y plantación de rama semillas de mandioca: se instalaron tres parcelas con diferentes tratamientos. Para parcela con uso de abonos verdes, subsolado y fertilización se procedió de la siguiente manera: se ha utilizado como material el área basal de las ramas- semillas de mandioca, descartando la parte media y apical, se efectuó desinfección con oxiclورو de cobre a $100 \text{ cc}/20 \text{ L}$ de agua, aplicando el preparado en una mochila pulverizador sobre las estacas preparadas, dejando actuar el producto por 10 minutos para realizar posteriormente la plantación, la misma se efectuó a un distanciamiento de 1m entre hileras y 0,80 m entre plantas, luego se realizó la fertilización con 00-46-60 a razón de 200 kg ha^{-1} a 10 cm de la línea de plantación, también se efectuó aplicación de sulfato de zinc 5 kg ha^{-1} diluido en agua, aplicado con pulverizador a mochila sobre cada hoyo. Para segunda parcela con uso de abono verde y subsolado sin ningún tipo de fertilización, se utilizó la parte media de la rama-semilla como material de propagación a la misma densidad de plantación que la anterior. En ambas parcelas se sembró una hilera de habilla por melga de mandioca. En la tercera parcela, la plantación se realizó en el sistema convencional, y se utilizó la parte apical de la rama-semilla como material de propagación a la misma densidad de plantación que las anteriores.

Siembra de cultivo de maíz: 10 días después de la aplicación de glifosato al igual que el cultivo de mandioca se instalaron tres parcelas con diferentes tratamientos. Para parcela con

uso de abonos verdes, subsolado y fertilización se procedió de la siguiente manera: la variedad utilizada fue maíz BtRR 390VT Triple Pro, sembrando a una distancia de 1 m entre hileras y 0,40 m entre plantas, depositando dos semillas por hoyo, conjuntamente con la siembra se realizó la fertilización de base con fertilizante 00-46-60 a razón de 200 kg ha⁻¹ con matraca abonadora. Mientras que la fertilización de cobertura se realizó a los 40 días DDS con urea a dosis de 100 kg ha⁻¹. Para segunda parcela con uso de abono verde y subsolado sin ningún tipo de fertilización, y se utilizó el mismo material de propagación a igual densidad de plantación que la anterior. Para tercera parcela la siembra se realizó en el sistema convencional, y se utilizó el mismo material de propagación a igual densidad de plantación que las anteriores.

Siembra de abonos verdes de verano: esta labor se llevó a cabo en el mes de noviembre de 2014, la siembra de mucuna se realizó en las dos primeras parcelas de maíz, depositando 3 a 4 semillas por hoyo a 25 cm de cada hilera de maíz teniendo así dos hileras de mucuna por melga, esta operación se efectuó con matraca. Del mismo modo se sembró una hilera de canavalia en las primeras dos parcelas de mandioca depositando 2 a 3 semillas por hoyo con matraca.

Cosecha de maíz: la cosecha de maíz se realizó en forma manual en el mes de febrero de 2015 cuando el cultivo completó su ciclo de maduración fisiológica, se cosecharon las mazorcas de las plantas que se encontraban en 20 m lineales, inmediatamente se procedió al trillado puesto que la humedad de las semillas era muy baja no requiriendo secado previo, luego se pesó y registro los datos de cada tratamiento. En la parcela quedó la mucuna en desarrollo.

Siembra de abonos verdes de invierno en parcela de mandioca: en la parcela de mandioca en el mes mayo de 2015, en el momento en que la mandioca comenzó a echar las hojas se realizó la siembra de avena negra al voleo a razón de 60 kg ha⁻¹, el tapado de las semillas se realizó con azada. En tanto que el lupino blanco se sembró con sembradora matraca en

las melgas de la mandioca a razón de 40 kg ha⁻¹ a un distanciamiento de 0,40 m entre plantas, depositando 3 a 4 semillas por hoyo.

Rollado de mucuna ceniza, desecación y siembra de abonos verdes de invierno: el rollado de la mucuna ceniza se realizó en el mes de mayo de 2015, en el momento de granos lechoso utilizando rollo cuchilla tracción animal. La desecación se realizó 10 días posterior al acamado utilizando glifosato a una dosis 4 L ha⁻¹, la aplicación se realizó con mochila pulverizador de 20 L con pico abanico. Posteriormente la siembra de los abonos verdes de invierno se realizó sobre cobertura desecada de la mucuna ceniza, la siembra de avena negra y nabo forrajero se realizó al voleo a razón de 60 kg ha⁻¹ y 6 kg ha⁻¹ respectivamente, el tapado de las semillas se realizó con azada.

Cosecha de mandioca: la cosecha de mandioca se realizó en forma manual en el mes de agosto del 2015, 12 meses después de la plantación, cosechando 12 plantas en 10 m lineales, las raíces cosechadas de cada planta fueron pesadas y los resultados anotados según los tratamientos correspondientes, posteriormente se calculó el rendimiento por ha.

Descripción del procedimiento para el segundo año 2015/16:

Subsolado: esta práctica se llevó a cabo en el mes de agosto de 2015, con subsolador a tracción animal a una profundidad de 25 a 30 cm aproximadamente antes de realizar el manejo de los abonos verdes, en la futura línea de los cultivos.

Rollado de abonos verdes de invierno y desecación: el rollado se realizó en las dos parcelas, en el momento de granos lechosos de los abonos verdes de invierno utilizando rollo cuchillo tracción animal con el fin de acamar las plantas. La desecación se realizó 10 días posterior al acamado utilizando glifosato a una dosis 4 L ha⁻¹, la aplicación se realizó con mochila pulverizador de 20 L con pico abanico.

Preparación de parcelas: para la parcela con

abonos verdes y en donde se realizó subsolado se procedió a abrir los hoyos con pala para luego depositar las ramas semillas, en el caso de la parcela convencional (testigo) se realizó nuevamente una arada a tracción animal y posteriormente se realizó con pala la apertura de los hoyos, en el mes de agosto de 2015.

Preparación y plantación de rama-semillas de mandioca: esta actividad se realizó en el mes de agosto de 2015, en parcela donde estaba el maíz con el fin de practicar la rotación de cultivo, se instalaron tres parcelas con diferentes tratamientos como el primer año. Para parcela con uso de abonos verdes, subsolado y fertilización se procedió de la siguiente manera: se ha utilizado como material el área basal de las ramas-semillas de mandioca, descartando la parte media y apical, se efectuó desinfección con oxiclورو de cobre a 100 cc/20 L de agua, aplicando el preparado en una mochila pulverizador sobre las estacas preparadas, dejando actuar el producto por 10 minutos para realizar posteriormente la plantación, la misma se efectuó a un distanciamiento de 1m entre hileras y 0,80 m entre plantas, luego se realizó la fertilización con 00-46-60 a razón de 200 kg ha⁻¹ a 10 cm de la línea de plantación, también se efectuó aplicación de sulfato de zinc 5 kg ha⁻¹ diluido en agua, aplicado con pulverizador a mochila sobre cada hoyo. En la segunda parcela con uso de abono verde y subsolado sin ningún tipo de fertilización, se utilizó la parte media de la rama-semilla como material de propagación a la misma densidad de plantación que la anterior. En ambas parcelas se sembró una hilera de habilla por melga de mandioca. En la tercera parcela la plantación se realizó en el sistema convencional, y se utilizó la parte apical de la rama semilla como material de propagación a la misma densidad de plantación que las anteriores.

Siembra de cultivo de maíz: 10 días después de la aplicación de glifosato en parcela donde en año anterior estaba la mandioca, se instalaron tres parcelas con diferentes tratamientos. Para parcela con uso de abonos verdes, subsolado y fertilización se procedió de la siguiente manera: la variedad utilizada fue maíz BtRR 390VT Triple

Pro, sembrando a una distancia de 1m entre hileras y 0,40 m entre plantas, depositando dos semillas por hoyo, conjuntamente con la siembra se realizó la fertilización de base con fertilizante 00-46-60 a razón de 200 kg ha⁻¹ con matraca abonadora. Mientras que la fertilización de cobertura se realizó a los 40 días DDS con urea a dosis de 100 kg ha⁻¹. Para la segunda parcela con uso de abono verde y subsolado sin ningún tipo de fertilización, se utilizó el mismo material de propagación a igual densidad de plantación que la anterior. Para la tercera parcela la siembra se realizó en el sistema convencional, y se utilizó el mismo material de propagación a igual densidad de plantación que las anteriores.

Siembra de abonos verdes de verano: esta labor se realizó en el mes de noviembre de 2015, la siembra de mucuna se realizó en las dos primeras parcelas de maíz, depositando 3 a 4 semillas por hoyo a 25 cm de cada hilera de maíz teniendo así dos hileras de mucuna por melga, esta operación se efectuó con matraca. Del mismo modo se sembró una hilera de canavalia en las primeras dos parcelas de mandioca depositando 2 a 3 semillas por hoyo con matraca.

Cosecha de maíz: la cosecha de maíz se realizó en forma manual en el mes de febrero del 2016 cuando el cultivo completo su ciclo de maduración fisiológica, se cosecharon las mazorcas de las plantas que se encontraban en 20 m lineales, inmediatamente se procedió al trillado puesto que la humedad de las semillas era muy baja no requiriendo secado previo, luego se pesó y registraron los datos de cada tratamiento. En la parcela continuó la mucuna ceniza en desarrollo.

Siembra de abonos verdes de invierno en parcela de mandioca: en la parcela de mandioca en el mes mayo de 2016, en el momento en que la mandioca comenzó a echar las hojas se realizó la siembra de avena negra al voleo a razón de 60 kg ha⁻¹, el tapado de las semillas se realizó con azada. En tanto que el lupino blanco se sembró con sembradora matraca en las melgas de la mandioca a razón de 40 kg ha⁻¹ a un distanciamiento de 0,40 m entre plantas, depositando 3 a 4 semillas por hoyo.

Rollado de mucuna ceniza, desecación y siembra de abonos verdes de invierno: el rollado de la mucuna ceniza se realizó en el mes de mayo de 2016, en el momento de granos lechoso utilizando rollo cuchilla tracción animal. La desecación se realizó 10 días posterior al acamado utilizando glifosato a una dosis 4 litros por hectárea, la aplicación se realizó con mochila pulverizador de 20 litros con pico abanico. La siembra de los abonos verdes de invierno sobre cobertura de la mucuna ceniza se efectuó en el mes abril del 2016, avena negra y nabo forrajero se realizó al voleo a razón de 60 kg ha⁻¹ y 6 kg ha⁻¹ respectivamente, el tapado de las semillas se realizó con azada.

Cosecha de Mandioca: la cosecha de mandioca se realizó en forma manual en el mes de agosto de 2016 a 12 meses después de la plantación, cosechando 12 plantas en 10 m lineales, las raíces cosechadas de cada planta fueron pesadas y los resultados anotados según los tratamientos

correspondientes, posteriormente se calculó el rendimiento por ha. Los abonos verdes de invierno continua en la parcela encontrándose en estado lechoso listo para hacer el subsolado y luego el acamado.

Resultados y discusión

En el primer año en el cultivo de mandioca con abono verde, subsolado y fertilización obtuvo un rendimiento 36.000 kg ha⁻¹, el peso promedio de raíces por planta fue de 3 kg mientras que el sistema convencional apenas 16.800 kg ha⁻¹ y un peso promedio de raíces por planta de 1,4 kg. Mientras que el segundo año en el cultivo de mandioca con abono verde, subsolado y fertilización obtuvo un rendimiento 38.400 kg ha⁻¹, el peso promedio de raíces por planta fue de 3,2 kg mientras que en el sistema convencional no varió del primer año (Figura 1 y 2).

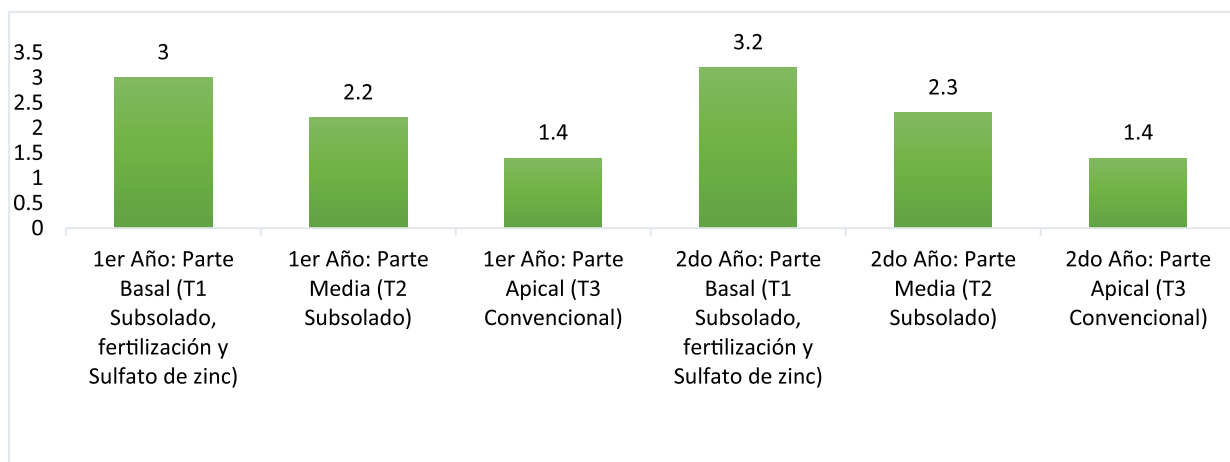


Figura 1. Efecto de prácticas de manejo de suelo sobre peso promedio de raíces de mandioca por planta.

En el primer año el cultivo de maíz con abono verde, subsolado y fertilización obtuvo un rendimiento de 8.250 kg ha⁻¹ con una diferencia de 5.500 kg ha⁻¹ en comparación al sistema convencional que obtuvo 2.500 kg ha⁻¹. Mientras que el segundo año el cultivo de maíz con abono verde, subsolado y fertilización obtuvo un rendimiento de 9.500 kg ha⁻¹ con una diferencia de 6.000 kg ha⁻¹ en comparación al sistema convencional que obtuvo 2.500 kg ha⁻¹ (Figura 3).

La combinación de usos de abonos verdes, subsolado y fertilización mejora el rendimiento de los cultivos, los abonos verdes mantienen la humedad de suelo, disminuyen la incidencia de malezas que compiten con el cultivo, el subsolado rompe las capas compactadas favoreciendo el desarrollo radicular, mientras que la aplicación de fertilizantes ayuda a que las plantas tengan rápidamente nutrientes disponibles favoreciendo la nutrición y crecimiento de los cultivos por

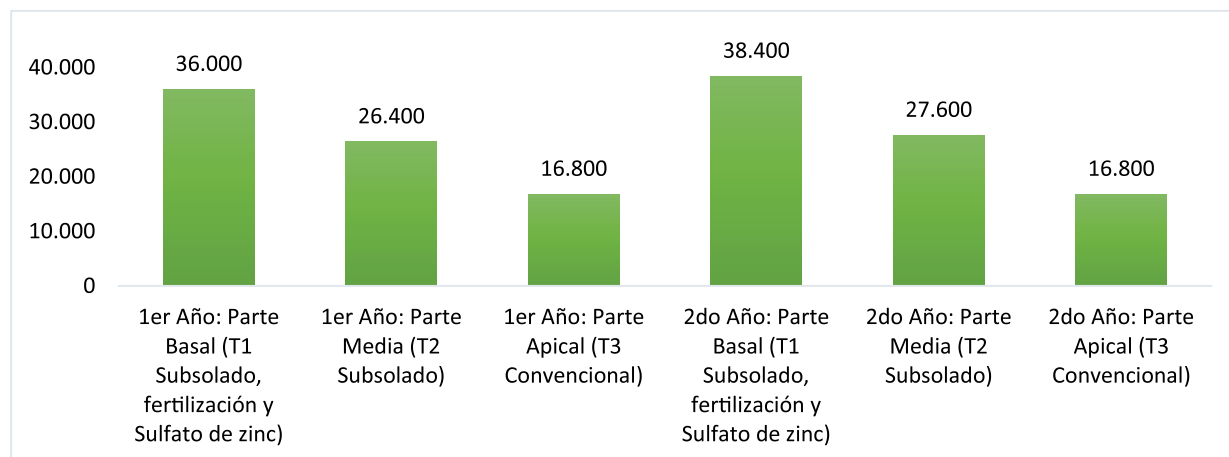


Figura 2. Efecto de prácticas de manejo de suelo sobre el rendimiento de raíces de mandioca por hectárea.

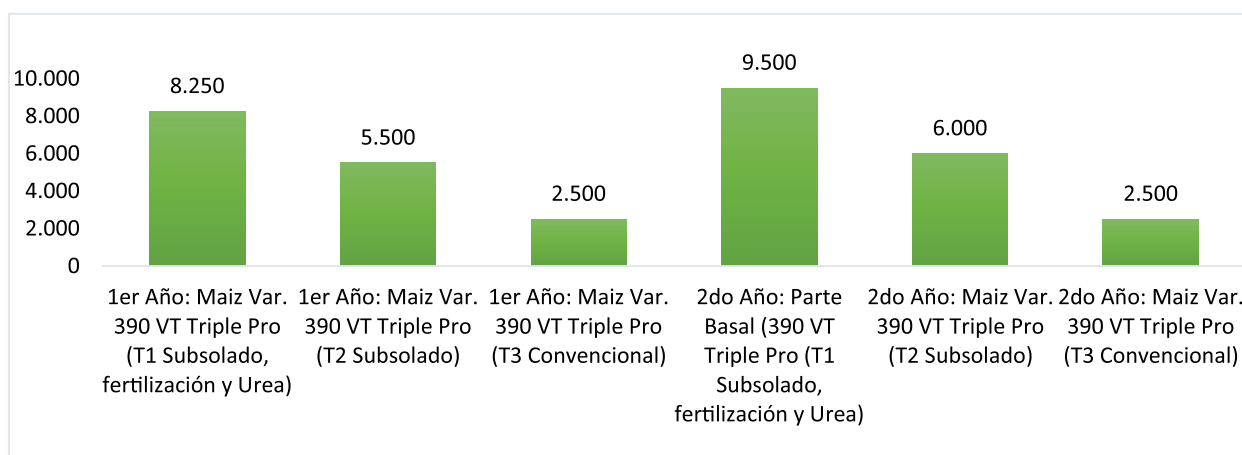


Figura 3. Efecto de prácticas de manejo de suelo sobre el rendimiento de granos de maíz por hectárea.

lo que las parcelas que recibieron tratamientos presentaron en ambos cultivos un mejor rendimiento en comparación a los demás.

Conclusiones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se puede recomendar adoptar tanto para cultivo de mandioca y maíz el sistema de producción con la utilización de abonos verdes de verano e invierno, la rotación de cultivos, la práctica del subsolado y la fertilización mineral.

Referencias bibliográficas

Encina, A. 2005. Manual básico para la descripción de perfiles de suelos. San Lorenzo, Paraguay, UNA-FCA. 65 p.

Florentin, M; Peñalva, M; Calegari, A; Derpsch, R. 2001. Abonos verdes y rotación de cultivos en siembra directa. Pequeñas propiedades. San Lorenzo, Paraguay, MAG-GTZ. 84 p.

López, O; Molinas, A; Vega, S; Galeano, M. 1996. Fertilidad de suelos de la región oriental del Paraguay: acidez y necesidad de encalado. San Lorenzo, Paraguay, FCA-UNA. 35 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay); GIZ/PMRN (Cooperación Técnica Alemana/ Proyecto Manejo Sostenible de Recursos Naturales, Paraguay). 2011 Manejo Forestal y Agricultura de Conservación: experiencias de pequeños productores en la región oriental de Paraguay. Asunción, Paraguay. 332 p.

Comparación de dos tipos de depósitos en la eliminación de impurezas de biodiesel de sebo vacuno

Marcela Fernández Ortega¹ y Héctor A. Corvalán Pozzo^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor correspondencia: nitocorvalan@hotmail.com

Introducción

Según Belt et al. (2011), el biodiesel es un combustible líquido renovable que puede producirse a partir de aceites vegetales de diferentes orígenes, como: soja, maní, piñón, etc., además se puede obtener de aceites usados, oxidados o incluso de grasa animal. El IICA (2007) afirma que el biodiesel se obtiene por un proceso de transesterificación, en el cual se hace reaccionar aceite vegetal o grasa animal con un alcohol de bajo peso molecular (Metanol o etanol), en presencia de un catalizador adecuado.

Según Servín (2005), entre las ventajas principales del biodiesel se destaca la posibilidad de utilizar materias primas de aceites vegetales renovables, por lo que el sector agrícola podrá abastecerse de combustible, disminuyendo la dependencia del petróleo. Sin embargo, una de las desventajas que presenta es la estabilidad del producto durante su almacenamiento prolongado lo cual afecta la calidad del biodiesel (Pedrero 2008).

Según Fernández (2006) las impurezas reducen la calidad del combustible al reducir su poder calorífico, además de afectar el correcto funcionamiento de los motores diésel, algunas de las impurezas que pueden presentarse en el biodiesel pueden ser restos de glicerol, sales, ácidos grasos y remanentes de alcohol.

El trabajo tuvo como objetivo determinar el grado de eliminación de impurezas del biodiesel a partir de sebo vacuno, en diferentes depósitos de almacenamiento durante seis meses, además determinar el pH durante el periodo de almacenamiento.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el Departamento de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Asunción en la ciudad de San Lorenzo. Se construyeron dos tipos de depósitos de base plana y cónica, 6 de cada tipo, totalizándose 12 unidades experimentales, para lo cual se utilizaron chapas de acero al carbono. Cada depósito (tanque) de base cónica contó con 23 L de capacidad, mientras los depósitos de base plana tuvieron 24,5 L de capacidad. El periodo del almacenamiento y toma de muestras comprendió desde el mes de septiembre del 2013 al mes de marzo del 2014, totalizándose así un total seis meses de almacenamiento. La prueba consistió en extraer cada 15 días 50 mL de muestra de la purga de cada uno de los depósitos mediante un vaso de precipitado, el cual fue colocado en la parte inferior de los depósitos durante la purga. También fueron medidos el pH de cada depósito cada 15 días, utilizándose papel indicador de tornasol. Las variables evaluadas fueron grado de impurezas y pH durante el tiempo de almacenamiento del biodiesel de sebo vacuno. Se realizó un análisis de inferencia estadística con un intervalo de confianza al 95%.

Resultados y discusión

Se obtuvieron como resultados luego de realizadas las purgas valores de impurezas de 0,81 mL como máximo, luego se presentaron valores decrecientes llegando a un mínimo de 0,03 mL. En la Figura 1 se observa que en el depósito de base cónica la cantidad de impurezas fue disminuyendo en las diferentes mediciones obtenidas en los meses comprendidos entre octubre y marzo.

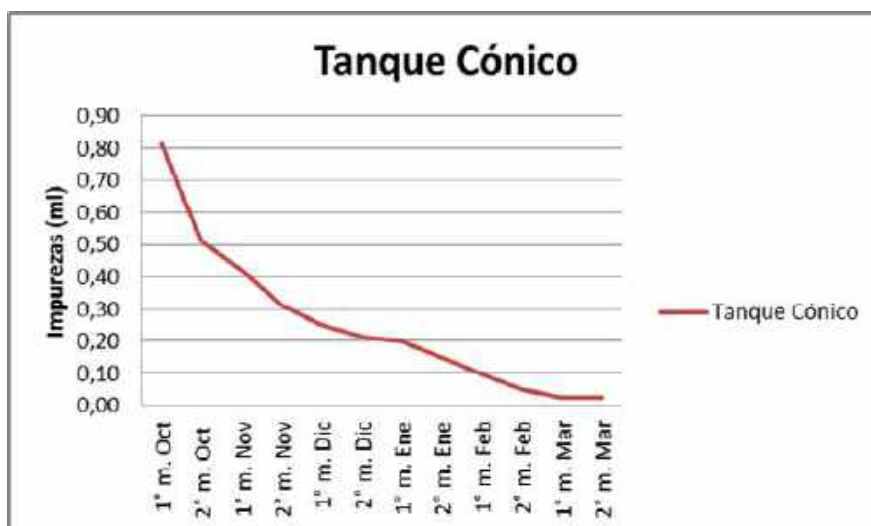


Figura 1. Curva de eliminación de impurezas en el depósito cónico.

En base a las mediciones de impurezas realizadas se obtuvieron como resultados del análisis de inferencia estadística, un límite superior (LS) de 0,42 mL y límite inferior (LI) de 0,11 mL (Tabla 1). Conforme a estos resultados el promedio real presente para cada tanque esta en torno a los 0,27 mL.

Conforme a los resultados obtenidos, estos coinciden con los expuestos por Fernández (2006), donde afirma que el tanque de base cónica es el mejor modelo de tanque para el

almacenamiento de combustible ya que facilita la purga de las impurezas.

En los depósitos de base plana no se presentaron separación de impurezas del biodiesel durante las purgas de los depósitos. Araya (2009), expresa que no es conveniente almacenar biodiesel en depósitos con base plana, ya que el biodiesel puede presentar impurezas, y estas son necesarias separar del depósito para aumentar el tiempo de almacenado y mantener la calidad.

Tabla 1. Análisis de intervalo de confianza al 5%. San Lorenzo, Paraguay, 2014.

Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI (95%)	LS (95%)
Impurezas en mL	Media	0,27	0,07	12	0,11	0,42

Se obtuvieron como resultados de la medición del pH en los depósitos de base cónica y plana, que el mismo no registró ningún cambio desde el inicio del experimento hasta la culminación del mismo. El pH presento un valor constante de 6,5. De acuerdo a Fernández (2006), los resultados obtenidos coinciden con lo expresado por el mismo, donde, afirma que no puede haber variación del pH inicial en ningún recipiente de almacenamiento, ya que estos se mantienen de igual manera durante todo su almacenado.

Conclusión

En el almacenamiento de biodiesel de sebo vacuno en el depósito de base cónica se obtuvieron resultados favorables en la separación de impurezas, no así en los depósitos de base plana, durante el tiempo de almacenamiento. Se demuestra así que en los depósitos de base plana los residuos se mantienen en el biodiesel, no siendo los mismos aptos aun para correcto almacenamiento del biodiesel de sebo vacuno. En

la medición del pH en ninguno de los depósitos utilizados en el experimento existió diferencia durante el almacenamiento de biodiesel.

Referencias bibliográficas

- Araya, P. 2009. Efecto de la utilización de biodiesel sobre las emisiones de vehículos pesados (en línea). Santiago, Chile. Consultado 31 jul. 2014. Disponible en http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103518/araya_p.pdf?sequence=3
- Belt, C; Puentes, D; Candia, R. 2011. Situación de energía renovable en el Paraguay (en línea). Consultado 06 set. 2012. Disponible en <http://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/libroenergia.pdf>
- Fernández, M. 2006. Producción de biodiesel a pequeña escala. Asunción, Paraguay. 78 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Paraguay). 2007. El estado del arte de los biocombustibles en el Paraguay. Asunción, Paraguay. 81 p. (Documento de trabajo n° 2)
- Pedrero, S. 2008. Viabilidad técnica y económica de la implementación de una planta de producción de biodiesel (en línea). Consultado 16 de jul. 2014. Disponible en http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/pedrero_s/html/index-frames.html
- Servín, L. 2005. Alcohol carburante y biodiesel. *In* Seminario Facultad de Ciencias Agrarias. (18 oct, 2005, San Lorenzo, Paraguay). Presentación. San Lorenzo, Paraguay.

Manejo sostenible de la fertilidad de suelos para la producción de alimentos

Carlos Leguizamón Rojas^{1*}, Marcos Sanabria Franco¹, Alder Duarte Monzón¹, Celeste Saucedo Valverde¹, Eugenio González Cáceres¹, Guido Samudio Cardozo¹, Víctor Ramírez Peralta¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: carlos.leguizamon@agr.una.py

Introducción

El Paraguay es un exportador de alimentos, resultados de la actividad agraria, entre ellos granos, carne, azúcar que resultan en la exportación indirecta de nutrientes del sistema suelo, por lo cual es imperioso investigar sobre el manejo adecuado de la fertilidad de los suelos. Además, el país cuenta con escasa documentación referente al manejo de nutrientes en nuestros sistemas agrarios y limitado a algunos cultivos (Fatecha 2001, Cubilla et al. 2012).

En este sentido, es necesario generar información sobre dosis, momento, fuente y forma adecuada de aplicación de fertilizantes, así como, evaluar insumos alternativos y correctivos que pudieran corregir la deficiencia de nutrientes de los suelos, de manera a aumentar y/o sostener los sistemas productivos, reducir los costos, mejorar la eficiencia y reducir procesos de contaminación de suelos y agua.

A partir del presente proyecto se está desarrollando la evaluación de aplicación de azufre; de la fijación biológica de nitrógeno; fertilización nitrogenada y fosfatada; uso de enmiendas orgánicas e inorgánicas; aplicación de cobre, cinc y boro; uso bioestimulantes. Asimismo, se está realizando el diagnóstico de la fertilidad del suelo de la región oriental a nivel de distrito, y de algunas pequeñas propiedades.

El presente proyecto planteado para dos años, también pretende el fortalecimiento de la línea de investigación manejo de la fertilidad del suelo en la FCA, dinamizar y fortalecer las interacciones entre estudiantes, docentes y profesionales de

otras instituciones, así como, el mejoramiento de la capacidad instalada.

El objetivo es abordar resultados preliminares alcanzados por el proyecto “Manejo sostenible de la fertilidad del suelo para la producción de alimentos”.

Metodología

La ejecución del proyecto se inicia en agosto de 2015, y abarca los trabajos de azufre en sistemas productivos mecanizados de Itakyry y Minga Pora, Alto Paraná; evaluación de la fijación biológica de nitrógeno de soja en invernadero con suelos de Alto Paraná; efecto de dosis de nitrógeno, fósforo, enmienda orgánica e inorgánica en mandioca y maíz chipa en Caaguazú e Ybyrarobana Canindeyú, efecto de enmiendas en sésamo en Arroyos y Esteros, y en algunas propiedades químicas del suelo.

Se presentará resultados de evaluación en mandioca de la variedad Tacuara Pytã, realizada en finca del productor Pedro Sanabria ubicada en Caaguazú, entre los meses de agosto de 2015 y julio de 2016; trabajos realizados en maíz chipa variedad amiláceo 254, realizados en propiedad de Alejandro Duarte en Ybyrarobana Canindeyú, entre los meses de setiembre de 2015 y marzo de 2016. En ambas propiedades se evaluó la aplicación de nitrógeno, fósforo, enmiendas orgánica e inorgánica, además, de potasio en Caaguazú. Estos trabajos fueron realizados en parcelas subdivididas, donde las enmiendas (estiércol vacuno y/o ceniza) ocuparon las parcelas y las dosis de N, P₂O₅ y K₂O las subparcelas, siendo dispuestos a campo según

un diseño de bloques completos al azar.

La camada superficial del suelo (0-20 cm) del experimento en Caaguazú, resultó ligeramente ácido, sin presencia de aluminio intercambiable, con bajo nivel de materia orgánica y nutrientes (P, Ca, Mg, K). La misma camada de suelo del área experimental en Ybyrarobana fue ácido, con nivel medio de aluminio y potasio intercambiables, bajo nivel de materia orgánica y de otros nutrientes.

En los trabajos a campo fueron evaluadas, las variables rendimiento de raíces comerciales, no comerciales y rendimiento total de raíces en la mandioca; rendimiento en granos y otras variables reproductivas y vegetativas en el maíz. También fueron analizados propiedades químicas del suelo en las parcelas.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y las medias comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error y/o análisis de regresión.

Resultados y discusión

El análisis de los resultados indicó ausencia de interacción entre las dosis de N, P₂O₅, K₂O y las enmiendas aplicadas para el rendimiento en raíces de mandioca. En los experimentos se verificó que las dosis de nutrientes aplicados, sea para el trabajo de N, de P₂O₅, o de K₂O no tuvieron efecto significativo en el rendimiento de la mandioca. Sin embargo, se constató que la aplicación de estiércol bovino y ceniza (expeller de soja) posibilitaron el aumento significativo en el rendimiento de la mandioca.

Tabla 1. Rendimiento total de raíces de mandioca en función a la aplicación dosis de nitrógeno (N), fósforo (P₂O₅) y potasio (K₂O) con enmiendas. Caaguazú, Paraguay. 2016.

Tipo y dosis	Rendimiento total de raíces de mandioca (Mg ha ⁻¹)		
	Exp. Enmienda y N	Exp. Enmienda y P ₂ O ₅	Exp. Enmienda y K ₂ O
Enmiendas			
Sin enmienda	40,80 b ¹	46,27 c ¹	42,29 c ¹
Estiércol bovino (15 Mg ha ⁻¹)*	52,29 a*	51,51 b*	48,73 b**
Ceniza (1 Mg ha ⁻¹)*			
Estiércol bovino (30 Mg ha ⁻¹ *)	54,70 a*	57,00 a*	56,68 a**
Estiércol bovino (20 Mg ha ⁻¹ **)			
Dosis de nutrientes³			
N; P₂O₅ y K₂O³			
Testigo N=0; P ₂ O ₅ =0; K ₂ O=0	44,85 ns ²	43,68ns ²	48,10 ns ²
Baja N=40; P ₂ O ₅ =35; K ₂ O=40	49,34	55,44	48,81
Media N=80; P ₂ O ₅ =70; K ₂ O=80	48,90	52,37	48,29
Alta N=120; P ₂ O ₅ =105; K ₂ O=120	52,84	51,74	49,89
Muy Alta N=160; P ₂ O ₅ =140; K ₂ O=160	50,39	54,74	51,07

¹Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error; ²ns, diferencias no significativas al 5% de probabilidad de error; ³cantidad variable de nutrientes N, P₂O₅ y K₂O aplicados en los tres experimentos evaluados.

En la Tabla 2 se visualiza el efecto significativo de la aplicación del estiércol bovino en el rendimiento en granos del maíz chipa y, por otro lado que la aplicación de 0,87 Mg ha⁻¹ de ceniza no fue suficiente para incrementar el rendimiento del cultivo. Es de destacar que

no hubo interacción entre enmienda y dosis de N, así como entre enmienda y dosis de P₂O₅. Asimismo, se constata que tanto la adición de dosis creciente de N (vía urea), como de P₂O₅ (vía Superfosfato triple) no produjeron aumento significativo en el rendimiento del maíz chipa.

Estos resultados concuerdan con otros trabajos que no obtuvieron respuesta a la aplicación de fertilización mineral, en un primer año, en diferentes cultivos, en parcelas con limitaciones de fertilidad y con historial de bajo rendimiento y de baja o nula aplicación de fertilización mineral y bajo labranza convencional (Pacheco

et al. 2013, Fidalski 2000, Valdez y Gray 2014). En este caso tampoco se obtuvo respuesta a la fertilización mineral cuando asociado con aplicación de enmiendas orgánicas en diferentes dosis o enmienda inorgánica (ceniza), para un primer año de evaluación, en parcelas agrícolas de pequeñas propiedades.

Tabla 2. Rendimiento en granos de maíz chipa en función a la aplicación dosis de nitrógeno y fósforo (P_2O_5) con enmiendas. Yvyrarobana, Canindeyu, Paraguay, 2016.

Tipo y dosis	Rendimiento en granos de maíz chipa ($kg\ ha^{-1}$)	
	Exp. Enmienda y N	Exp. Enmienda y P_2O_5
Enmiendas		
Sin enmienda	3.858 b ¹	3.931 b ¹
Ceniza (0,87 Mg ha^{-1})	3.616 b	4.395 ab
Estiércol bovino (25 Mg ha^{-1} *)	4.521 a*	4.692 a**
Estiércol bovino (30 Mg ha^{-1} **)		
Dosis de nutrientes³		
N; $P_2O_5$³		
Testigo N=0; P_2O_5 =0	3.824 ns ²	4.099ns ²
Baja N=40; P_2O_5 =40	4.017	4.370
Media N=80; P_2O_5 =80	3.895	4.407
Alta N=120; P_2O_5 =120	4.155	4.754
Muy Alta N=160; P_2O_5 =160	4.103	4.067

¹Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error; ²ns, diferencias no significativas al 5% de probabilidad de error; ³cantidad variable de nutrientes N, P_2O_5 y K_2O aplicados en los tres experimentos evaluados.

Conclusión

El estiércol bovino promueve el incremento del rendimiento de raíces comerciales, no comerciales y rendimiento total de raíces. La adición de ceniza por su parte promueve el incremento del rendimiento de raíces comerciales y el rendimiento total de raíces. Por otro lado las diferentes dosis de K_2O no favorecieron en el incremento de las mismas.

Referencias bibliográficas

Cubilla, MM; Wendling, A; Eltz, FLF; Amado, TJC; Mielniczuk, J. 2012. Recomendaciones de fertilización para soja, trigo, maíz y girasol bajo el sistema de siembra directa en el Paraguay (en línea). Asunción, Paraguay, Artemac. 88 p. Consultado 27 oct. 2016. Disponible en http://capeco.org.py/wp-content/uploads/2015/06/libro-final_recomendaciones-de-fertilizacion-paraguay_2012.pdf

Fatecha, A. 2001. Guía para la fertilización de cultivos anuales y perennes en la región oriental

del Paraguay. San Lorenzo, Paraguay, Sociedad Paraguaya de Ciencia del Suelo. 33 p. (Boletín Técnico N° 1).

Fidalski, J. 2000. Respostas da mandioca à adubação NPK e calagem em solos arenosos do Noroeste do Paraná (en línea). Pesquisa agropecuária 34(8):1353-1359. Consultado 18 oct. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n8/7696.pdf>

Pacheco, T; Emerin, J; Bitencourt, J; Modolon, A; Modolon, V; Poletto, N. 2013. Efeito da adubação potássica nas variáveis de planta da cultura da mandioca cultivada no extremo Sul Catarinense (en línea). Santa Catarina, Brasil. 3 p. Consultado 20 de oct. 2016. Disponible en <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/1220/709>

Valdez Ibañez, AS; Gray Acuña, MG. 2014. Fuentes y dosis de fertilizantes fosfatados en maíz. In Congreso Nacional de Ciencias Agrarias (3, 2014, San Lorenzo, Paraguay). Libro de resúmenes. Asunción, Paraguay, FCA-UNA. p. 295–297.

Situación y Perspectivas en Agricultura de Precisión en el Paraguay

Enrique Hahn Villalba^{1*}

¹ Consultora Sustentap Agricultura de Precisión

* Autor para correspondencia: ehahn@sustentap.com.py

Introducción

La producción agropecuaria paraguaya es de gran influencia en la economía representando entre el 20% y el 40% del PIB. El 54% de las exportaciones totales son productos agrícolas principalmente granos (MAG 2008). La producción de la agricultura familiar paraguaya (fincas menores a 50 ha) son la soja, maíz, trigo, sorgo, girasol, caña de azúcar, mandioca, algodón, frutas, hortalizas, entre otros. En la pecuaria se destaca con ganado de carne y lechero, porcino y aves. A partir de los años 80 hubo un fuerte incremento debido a la mecanización y la producción de soja en el Paraguay (500.000 hectáreas), el cuál desde entonces es el cultivo referencia de la agricultura paraguaya, en esa época fueron bajo el sistema de remoción de suelo y esto ocasionó severos problemas a causa de la degradación de los suelos por efectos de la erosión hídrica, debido al alto índice de labranza, donde se tuvieron que tomar medidas de control y prevención. En la década del 90, se alcanzaron 1.300.000 hectáreas de cultivo de soja, esta época es considerada como el auge de adopción y consolidación de la siembra directa (siembra sin remoción de suelos), que fue ganando espacio mediante proyectos como el de Conservación de Suelos del MAG y la GTZ (Vallejos et al. 2001, Derpsch et al. 2000), que brindó grandes contribuciones por medio de trabajos de investigación a campo, posibilitando soluciones al productor y la consolidación de la Siembra Directa en el Paraguay. Ya la primera década del siglo XXI trajo consigo la gran expansión del cultivo de la soja, superando las 2.600.000 hectáreas y un porcentual alto de adopción del sistema siembra directa por superficie agrícola superior a 80%, esto posicionó al Paraguay en primer lugar en adopción del sistema conservacionista de

suelos por superficie a nivel mundial (Derpsch y Friedrich 2009). En el 2014 se cultivaron en torno de 3.264.480 hectáreas de soja y trabajos demuestran que el país tiene un potencial con condiciones agrologicas adecuadas de aproximadamente 5.500.000 hectáreas para esta leguminosa de gran expansión principalmente en los departamentos de Alto Paraná, Itapúa, Canindeyú, Caaguazu, San Pedro, Misiones y Amambay (Figura 1).

Contrapuesto a esta situación un informe para la FAO (Soto y Gómez 2013), advierten a tomar medidas de control en países de América Latina (Paraguay). Indican que los gobiernos de la región deben encontrar formas de asegurar que los procesos de concentración y extranjerización de tierras no tengan efectos negativos sobre la seguridad alimentaria, el empleo agrícola y el desarrollo de la agricultura familiar a nivel regional. En el Paraguay, existen recursos naturales favorables para la producción agropecuaria, sin embargo, es uno de los países más pobres y con bajo índice de desarrollo humano de Latinoamérica (PNUD 2011). Análisis realizados por el IICA (2011) explicaron que los pequeños productores familiares en el Paraguay, no tienen forma de salir de la pobreza, porque no existen programas gubernamentales eficientes para fortalecer su producción (Ej.: estudios técnicos para otorgar créditos a largo plazo para corrección de suelos, etc.).

Resultados del desarrollo de herramientas de Agricultura de Precisión en el Paraguay

En el Paraguay existen reportes sobre trabajos de investigación realizados con herramientas de Agricultura de Precisión desde inicios de la década pasada a través del Centro de

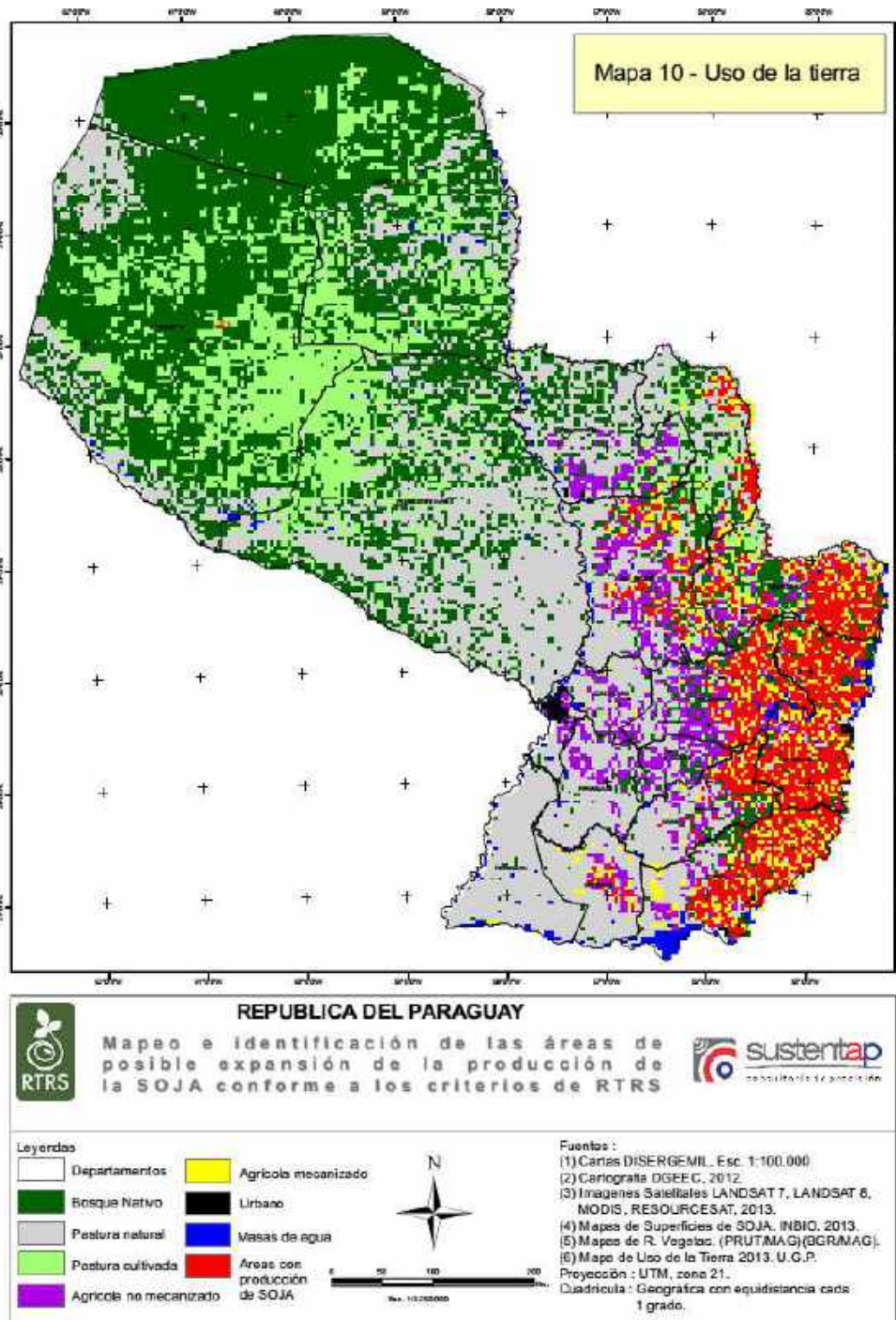


Figura 1. Mapa del uso actual de los suelos paraguayos incluyendo la soja como cultivo de referencia (Fuente RTRS 2014).

Investigación Agrícola (CRIA) actualmente denominado Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA) donde se han publicado trabajos de monitoreo de cosecha georeferenciada relacionándolas con la fertilidad de los suelos, malezas, germinación, etc. para encontrar causas que generan variabilidad de producción por parcela (Kawamura et al. 2006).

En el 2009 el INBIO (Instituto de Biotecnología), ha financiado investigaciones (Hahn 2009, 2010, 2011), con instituciones como la Cooperativa Colonias Unidas con sus socios productores, y la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Itapúa (UCI), a través de sus estudiantes ligados con trabajos de tesis de final de grado, se han desarrollado herramientas

hoy disponibles para implementación de agricultura de precisión (AP) en el Paraguay. La propuesta (Figura 2) fue la creación de un ciclo paraguayo de agricultura de precisión que implicó en integrar y exponer diferentes áreas de estudio en una forma objetiva, práctica y creativa para adaptar el uso y manejo de metodologías de trabajo y equipos precisos a las condiciones edafoclimáticas de nuestra región productora, partiendo de una situación real de 3 parcelas experimentales de 47, 20 y 13 hectáreas.

En las áreas experimentales se encontraron las causas que generan la variabilidad espacial y temporal de los rendimientos de granos. Se midieron eficiencia de fertilizantes y correctivos de suelo a tasa variada, y la evolución de los nutrientes aplicados hacia el nivel de suficiencia en el suelo. Se realizaron investigaciones específicas sobre el tipo de muestreo de suelo más representativo en tamaño e intensidad y sobre la variabilidad de los nutrientes de acuerdo al tamaño de grilla. Además de otros estudios sobre la variabilidad de los atributos físicos como textura, compactación, humedad y topografía. Se analizaron cómo la fertilización nitrogenada y los rendimientos se relacionan con los tenores de materia orgánica (MO) del suelo

y la biomasa a través del índice de vegetación y el tenor de clorofila. Para obtener información se utilizan varios equipos precisos como monitores de siembra, aplicadores a tasa variada de correctivos y fertilizantes, y monitor de cosecha, calibraron diversos equipos como extractores automatizados de suelo, sensores de humedad edáfica, penetrómetro para medir resistencia a la penetración (compactación), sensores ópticos activos y clorofilómetro para el cultivo.

Estos trabajos de investigación sirvieron de modelo y soporte para expandir la tecnología a más de 1500 parcelas (año 2013) de productores cooperativistas por la región productiva del Paraguay (Figura 2) y se estima que actualmente se superaron 2800 parcelas trabajadas con corrección de suelos con técnicas de Agricultura de Precisión (40% del área agrícola del Paraguay). Uno de los principales desafíos que se afrontan es alcanzar mejorar la eficiencia en el manejo de los nutrientes y agua en los suelos agrícolas. La Agricultura de Precisión con sus herramientas de dosis variable, sensores remotos y técnicas agronómicas como calibración de dosis, fuente, momento y lugar de insumo cumplen un rol importante en la búsqueda de aumentar productividad en la agricultura paraguaya.

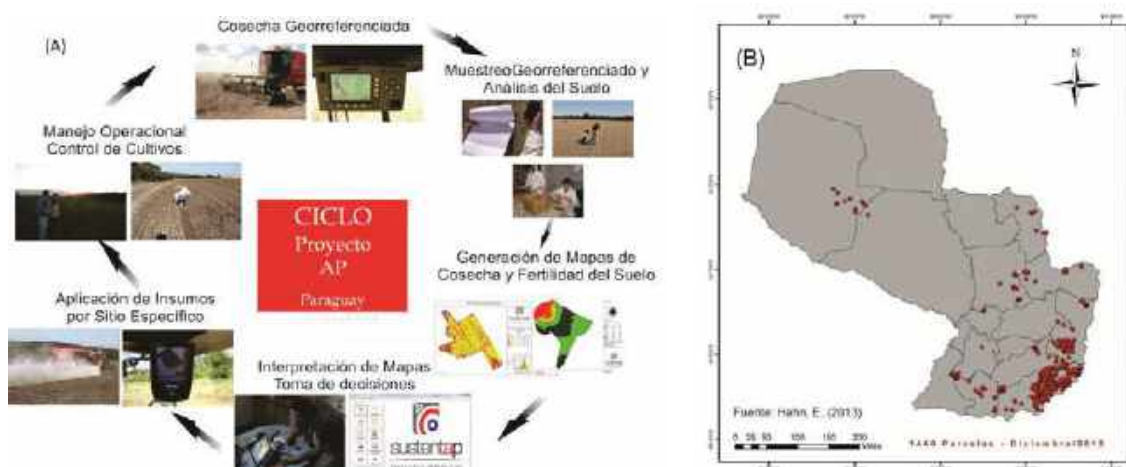


Figura 2. (A) Ciclo Propuesto por el proyecto INBIO (Hahn 2009) para expansión de la tecnología en Paraguay y (B) mapa de parcelas trabajadas en el año 2013.

Los suelos Oxisoles, Alfisoles y Ultisoles derivados de basaltos, granitos y sedimentos varios en zonas tropicales y subtropicales húmedas, como en gran parte la Región Oriental del Paraguay, verifican un proceso natural de liberación de aluminio en el suelo, que es la acidificación. Este fenómeno es dinámico y constante, por eso existe como constante la necesidad de aplicar cal en intervalos de 3 a 4 años, en áreas de producción agrícola. En nuestro país, uno de los criterios utilizados para determinar la necesidad para el encalado, es a través del índice de saturación de bases expresado en porcentaje que son extraídos con el análisis de suelos. Hahn y Bonussi (2013) demostraron con 2.490 parcelas muestreadas en Itapúa, Alto Paraná y Misiones que el 86% de los suelos analizados necesitaban cal agrícola para su mejoramiento productivo con dosis promedio de 1.800 kg ha⁻¹.

Otro avance en el área de mejoramiento de suelos con técnicas de Agricultura de Precisión fue dada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) a través de la Dirección Nacional de Coordinación y Administración de Proyectos (DINCAP) en el marco del Programa de Modernización de la Gestión Pública de Apoyos Agropecuarios - (PAGRO) financiado por el BID. Asistió desde el 2011 hasta 2015 aproximadamente 20.000 agricultores familiares para recuperar suelos degradados con herramientas de Agricultura de Precisión como georeferencia de análisis de suelos para definir dosis para subsidio y aplicación de Cal Agrícola con el objeto de aumentar productividades.

En la Figura 3, se puede observar el mapa de necesidad de cal agrícola con dosis variable para la Agricultura Familiar Paraguaya síntesis de un trabajo en más de 6.200 parcelas y en 9 departamentos de la Región Oriental que soportan pequeños productores menores a 5 ha. Los resultados de este diagnóstico reflejan que 95% de las parcelas necesitan enmienda con calcio y magnesio para disminuir la saturación de aluminio existente en los suelos y más del 50% de las parcelas necesitan dosis altas de aplicación siendo el promedio 1.360 kg ha⁻¹. Los datos generados en estos trabajos justifican

el ingreso a la tecnología a través de la dosis variable de Cal Agrícola ya que esta enmienda es fundamental para la absorción de otros nutrientes como fósforo y potasio en el suelo. Trabajos han demostrado Hahn (2011) economía a favor de la tecnología en 95% de las veces al comparar con aplicación a tasa fija promediando una disminución de costos de 26% en la corrección de suelos a dosis variable con cal agrícola y un aumento de productividad en los principales cultivos en media de 28% con esta técnica correctiva de acidez.

En los últimos tiempos los avances de la informática y el uso de GPS han posibilitado generar sistemas informáticos que complementen estas herramientas para obtener registro de las operaciones con informes técnicos conociendo el tiempo y lugar de las actividades realizadas y permitiendo un control seguro, constante y una mejorada organización de informaciones de precisión obtenidas en el campo. En el Paraguay se están implementando a gran escala este tipo de tecnología denominada de Agricultura de Precisión (Hahn 2011).

Un proyecto financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) sobre Agricultura Familiar de Precisión (Hahn 2015), se está ejecutando en forma piloto por la Gobernación del Departamento de Itapúa que sirve para organizar y ejecutar trabajos de aproximadamente 12.000 fincas de porte pequeño (productores menores a 10 hectáreas) a través del almacenamiento de un banco de datos (big data).

En la Figura 4, se presenta el esquema del diseño del sistema informático que posee tres componentes (dispositivo móvil, software de gabinete municipal y plataforma web de banco de datos) con herramientas de sistema de información geográfica, que incluye 5 etapas para la planificación, ejecución y control de las actividades de los productores agrícolas en la búsqueda de una asistencia técnica de calidad para la agricultura familiar de nuestro país. Para obtener trazabilidad en la asistencia técnica, el proceso se inicia con un Registro de

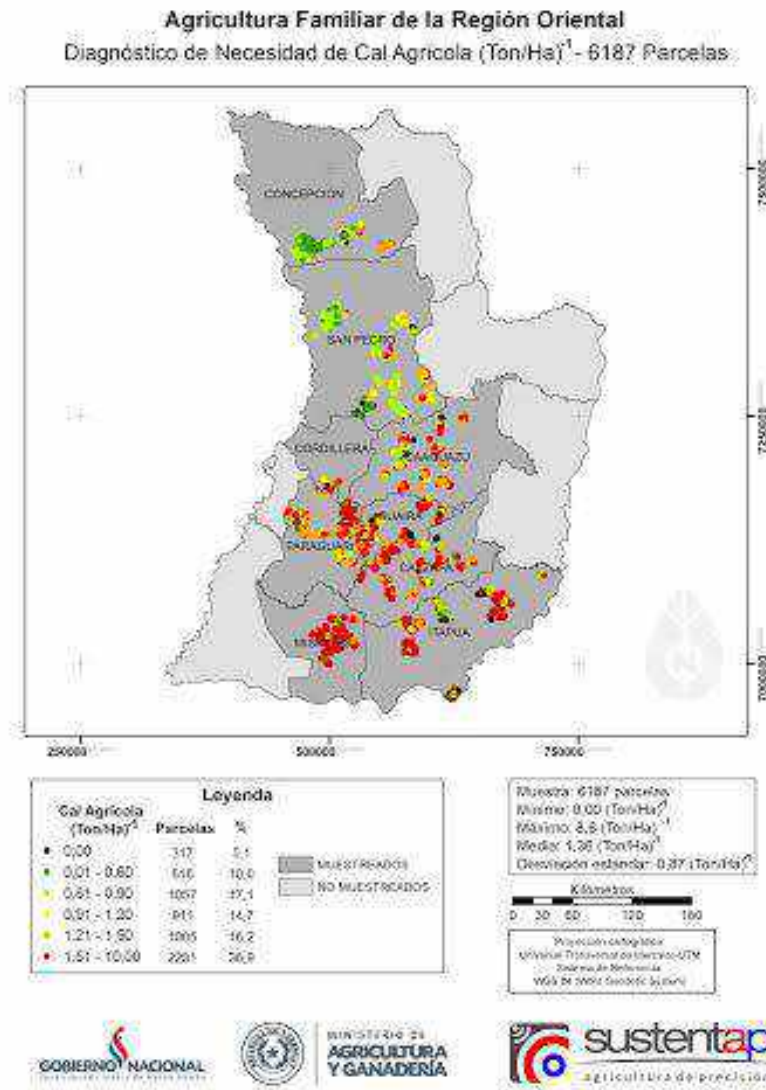


Figura 3. Mapa diagnóstico de la Necesidad de Cal Agrícola en parcelas de la Agricultura Familiar en la Región Oriental del Paraguay.

Datos a Campo que demuestre un relevamiento representativo del histórico y tecnología empleada por el productor para determinar qué tipo de cadena productiva es la que beneficia al agricultor familiar. Esto incluye vincular al sistema informático encuestas representativas sobre histórico de producción, verificación y medición de parcelas, situación de acopio e industria de productos para comercialización, situación de vivienda, etc. Esta plataforma permite levantar información sobre los recursos disponibles, siendo prioridad almacenar datos sobre situación de suelos y cultivos, soporte para medir las metas propuestas, controlar la evolución y buscar elevar las productividades a

través del manejo de las informaciones de cada parcela.

En el Paraguay los equipos kits de agricultura de precisión de mayor instalación son los banderilleros satelitales para pulverizadoras, los monitores de rendimiento, dosis variable de sólidos y pilotos automáticos en tractores siendo importados de diversos países como USA, Alemania, Brasil, China, Argentina, etc. En los últimos años, varias marcas están siendo representadas en Paraguay con asistencia técnica regional como ser Agleader, Trimble, Agrotax, Verion, Raven, Muller, Stara, Arvus, Plantium, entre otros. También debemos considerar que



Figura 4. Esquema para el manejo de la información con trazabilidad en la agricultura familiar paraguaya (Hahn 2015).

actualmente la industria de maquinarias con agrocomponentes de precisión embutidos de fábrica con presencia New Holland (intelView), Case IH AFS, Valtra, John Deere (Green Star), Massey Ferguson (Fieldstar), Claas, Stara, entre otros han ganado gran parte del mercado, reduciendo las ventas de los kits de equipos de precisión que se adaptan a las máquinas como banderilleros con corte de sección en pulverizadora, pilotos automáticos y monitores de rinde.

Un gran avance en Paraguay está el ámbito de la nutrición de plantas donde industrias nacionales de gran porte para proveer la totalidad de la necesidad de cal agrícola Calpar S.A., Agregosa S.A., Concremix S.A., con toda su logística de barcazas, puertos y molinos. Así también plantas mezcladoras y granuladoras de fórmulas específicas de fertilizantes empresas como Caligran, Bunge, Fertimax, Organitec, Tiroleo, Mosaic, entre otros. Existen fertilizantes formulados con tecnología organico-mineral y también empresas que mezclan materia prima de macro y micronutrientes de acuerdo

a los estudios de suelos y los requerimientos nutricionales de cada cultivo, estas posibilidades y tecnologías son herramientas nuevas y promisoras en la búsqueda de optimizar dosis y fuente de nutrientes, considerando que estos insumos influyen entre 40 y 60% en el costo de producción y aplicados en forma inteligente generan aumentos considerables de productividad (30-60%).

Consideraciones finales

La necesidad de tomar medidas preventivas y de control para disminuir riesgos sociales, ambientales y económicos, que soporten el desarrollo sostenible del medio rural paraguayo será el desafío en los próximos años. El manejo de la Información que permite la Agricultura de Precisión sobre parámetros específicos como uso actual y cobertura de suelos, aptitud de suelos, zonas de recarga de acuíferos, entre otros, mediante la aplicación de la herramienta SIG y sensores remotos resultarían de gran aporte para el país en su política de producción y conservación con enfoque de desarrollo rural sostenible

en el Paraguay. En los últimos años se han propiciado mejoras en las condiciones políticas con aliento para las inversiones referentes al sector agropecuario e industrial pilares para el desarrollo e inversión en tecnologías como la Agricultura de Precisión.

Referencias bibliográficas

- Derpsch, R; Florentín, MA; Moriya, K. 2000. Importancia de la siembra directa para alcanzar la sustentabilidad agrícola: proyecto conservación de suelos. San Lorenzo, Paraguay, MAG/GTZ/DEAG. 40 p.
- Derpsch, R; Friedrich, T. Global overview of conservation agriculture no till adoption. *In* Congreso Mundial da Agricultura Conservacionista. (4, 2009, Brasil). p. 1-14. Consultado 05 mar. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/ag/ca/doc/derpsch-friedrich-global-overview-ca-adoption3.pdf>
- Hahn, E. 2009. Informatización para el manejo de la fertilidad de suelos y nutrición de cultivos en la región oriental del Paraguay. *In* simposio paraguayo de manejo y conservación de suelos. (1, 2009, Paraguay).
- Hahn, E. 2010. La informática como herramienta para gerenciar la construcción de la fertilidad de suelos y la nutrición de los principales cultivos extensivos del Paraguay. *In* Congreso Nacional de Ciencias Agrarias (1, 2010, San Lorenzo, Paraguay).
- Hahn, E. 2011. Avances en manejo sitio-específico de suelos en el Paraguay. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamerica* (4)1-6.
- Hahn, E. 2015. Herramientas para el diagnóstico de la fertilidad de suelos de la agricultura familiar paraguaya. *In* Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos (4, 2015, San Lorenzo, Paraguay) y Congreso Nacional de Ciencia del Suelo (1, 2015, San Lorenzo, Paraguay. San Lorenzo, Paraguay.
- Hahn, E; D. Bonussi. 2010. Interpretación y diagnóstico de niveles de fertilidad de suelos agrícolas sobre siembra directa en la zona de influencia de la Cooperativa Colonias Unidas (Paraguay). *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* (45)5-8.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Paraguay). 2011. La ruralidad y los territorios agrarios del Paraguay. Asunción, Paraguay, IICA. 196 p.
- Kawamura, P; Palacios, A; Quintana, J; Hoshiba, K. 2006. Agricultura de precisión en Paraguay. *In* Bongiovanni, R; Montovani, E; Best, S; Roel, A. Agricultura de precisión: integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable. Montevideo, PROCISUR/IICA. 229-234 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Agricultura, Paraguay). 2008. Dirección de censos y estadísticas agropecuarias: censo agropecuario. Asunción, Paraguay, MAG.
- PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, Mexico). 2011. Informe sobre desarrollo humano. México, Mundi-Prensa Libro.
- Soto, B; Gómez, S. 2013. Reflexiones sobre la concentración y extranjerización de la tierra en América Latina y el Caribe. Roma, Italia, FAO.
- Vallejos, F; Kliewer, I; Florentín, MA; Casaccia, J; Calegari, A; Derpsch, R. 2001. Abonos verdes y rotación de cultivos en siembra directa: sistemas de producción tractorizados. *In* Proyecto Conservación de Suelos. Asunción, Paraguay, MAG/GTZ/DEAG. 85 p.

Nutrición de plantas para óptimos rendimientos agrícolas

Fernando O. García¹* y Adrián A. Correndo¹

¹ International Plant Nutrition Institute (IPNI) – Programa Latinoamérica Cono Sur.

Av. Santa Fe 910, (B1641ABO) Acassuso, Buenos Aires, Argentina.

*Autor para correspondencia: fgarcia@ipni.net

Introducción

El manejo sostenible de nutrientes, y de los fertilizantes, en los sistemas agrícolas para el incremento de la producción atendiendo las temáticas productiva, económica, social y ambiental, se basa en aplicar la fuente correcta, en la dosis, el momento y el lugar correctos, constituyendo el concepto de los 4R, los 4 Requisitos para las mejores prácticas de manejo (MPM) de nutrientes y fertilizantes. La implementación de los 4Rs es intensiva en cuanto a conocimiento y específica para cada sitio, y debe insertarse en un contexto de manejo productivo, rentable, sustentable y cuidadoso del ambiente, para responder a los criterios de sustentabilidad económica, ecológica y social demandados por la sociedad (IPNI 2013).

Existen principios científicos específicos que guían el desarrollo de las prácticas que determinan fuente, dosis, momento y forma correctos. Globalmente, los principios son los mismos, pero la forma en que se ponen en práctica a nivel local varía en función de las condiciones específicas de suelo, cultivo, climáticas, del tiempo, económicas y sociales. Los agricultores y los asesores de cultivos deberán asegurarse de que las prácticas que se seleccionan y aplican a nivel local, estén de acuerdo con estos principios. Las MPM de nutrientes y fertilizantes deben integrarse con las MPM agronómicas seleccionadas para lograr los objetivos de productividad, rentabilidad, sustentabilidad y salud ambiental dentro del sistema de producción, con los recursos del sistema, con los insumos y con las prácticas de manejo de suelos y cultivos. En los párrafos

siguientes se resumen los principales aspectos que hacen al manejo nutricional de suelos y cultivos en sistemas de producción de granos con énfasis en las experiencias de la región pampeana argentina.

Dosis Correcta

La dosis de nutrientes necesaria para cada cultivo y en cada ambiente de producción, depende de los requerimientos del cultivo según el rendimiento alcanzable y del abastecimiento proveniente del suelo u otras fuentes como el N de la fijación biológica (FBN). Este paso de diagnóstico de fertilidad para determinar cuál es el nutriente limitante y cuanto debemos aplicar es central a la toma de decisión. Aplicaciones excesivas o en deficiencia pueden resultar en una baja eficiencia de uso de nutrientes (EUN), en pérdidas de rendimiento o calidad del cultivo y/o en impactos ambientales negativos.

Las herramientas de diagnóstico son variadas, pero dos de ellas son las más difundidas. Por un lado, el análisis de suelos (una tecnología de procesos), provee un índice de disponibilidad de nutrientes que permite predecir la probabilidad de respuesta a la fertilización y constituye la base para el desarrollo de recomendaciones de fertilización en muchas regiones del mundo. Por otro lado, los requerimientos nutricionales de los cultivos resultan de suma utilidad para acompañar el diagnóstico. Los mismos pueden estimarse a partir de información como la que se muestra en la Tabla 1, aunque, en la medida de lo posible es recomendable contar con información propia para el ambiente y cultivo específico.

Tabla 1. Absorción total y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios por tonelada de grano cosechado en los principales cultivos estivales de grano de Argentina. Fuente: IPNI (<http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>).

Cultivos	Absorción Total (kg t ⁻¹)						Extracción (kg t ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
Soja	66	6	35	14	8	4	49	5,4	17	2,7	3,1	2,8
Maíz	22	4	19	3	3	4	15	3	4	0,2	2	1
Girasol	40	11	29	18	11	5	24	7	6	1,5	3	2
Sorgo	30	4	21	-	4	4	20	4	4	-	1	2

Nitrógeno

Para trigo, maíz y otros cultivos de la región pampeana argentina, se han calibrado umbrales críticos de disponibilidad de N a la siembra (N-nitrato suelo, 0-60 cm, + N fertilizante, N_{s+f}), para determinar las necesidades de N del cultivo. Los umbrales varían según la zona y el nivel de rendimiento objetivo. Los análisis de N-nitrato en pre-siembra permiten predecir con buena precisión y exactitud la dosis óptima económica a aplicar (Pagani et al. 2008, Barbieri

et al. 2009). Sin embargo, como se muestra en la Figura 1, para el caso de maíz, a pesar de explicar una buena parte de la variación del rendimiento del cultivo, la variabilidad que presentan estas relaciones debe ser considerada. La misma puede adjudicarse, entre otros factores, al aporte de N mineralizado durante el ciclo del cultivo, pérdidas del N disponible a la siembra, diferencias en potencial de rendimiento, condiciones climáticas, otros nutrientes o propiedades de suelo limitantes, y otros factores de manejo (plagas, malezas, enfermedades).

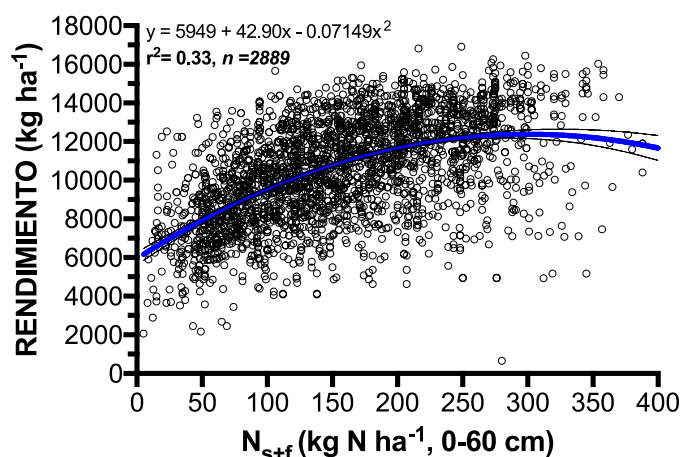


Figura 1. Rendimiento de maíz en función de la disponibilidad de N (como N en el suelo -0-60 cm- a la siembra del cultivo + N de fertilizante). Datos de 545 ensayos distribuidos en la región pampeana (Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos, La Pampa y San Luis) en el período 1994-2014. Regresión significativa ($p < 0,0001$). Adaptado de Correndo (2016).

Fósforo

El diagnóstico de la fertilidad fosfatada de los suelos para cultivos extensivos en Argentina se basa en el análisis en pre-siembra que determina el nivel de P Bray-1 a 0-20 cm (Barbagelata, 2011). Una vez conocido el nivel de P Bray-1 del suelo, el criterio de fertilización para P puede definirse como de “suficiencia”, priorizando un cultivo inmediato, o de “construcción y mantenimiento”, priorizando el recurso suelo. La decisión por uno u otro criterio, a partir del conocimiento agronómico, es empresarial y depende de factores tales como la tenencia de la tierra (propietario, arrendatario), disponibilidad de capital, estrategia de producción, filosofía del productor, precios de fertilizantes y granos, etc. Probablemente, en muchas situaciones, el criterio más adecuado involucre una situación intermedia entre ambas filosofías.

En el caso de P, construir y/o mantener niveles de P por sobre el umbral del cultivo más limitante dentro de la rotación sería la alternativa más lógica. Normalmente, los umbrales se estiman bajo un criterio productivo, procurando tener niveles de P en suelo que permitan lograr el 90% del rendimiento relativo al máximo sin

deficiencia (Figura 2A). Asimismo, la decisión de fertilización depende de aspectos económicos, donde las relaciones insumo:producto determinan una potencial rentabilidad de la práctica. En trigo, las relaciones de precios históricas indican que se necesitan, en promedio, 21,0 kg de trigo para pagar 1 kg de P. Dicha relación, en el 50% de los casos se ubica entre 16,5 y 24,5 kg de trigo por kg de P. Al considerar esta variación como criterio económico para la determinación del umbral, se estima un rango crítico aproximado entre 12 y 18 ppm para obtener respuestas rentables a la fertilización con dosis promedio de 22 kg de P (Figura 2B).

Se debe considerar que, en general, la aplicación de cantidades de P similares a las extraídas en las cosechas, tienden a mantener el nivel de P Bray-1. Para incrementar los niveles de disponibilidad, una vez cubiertas las cantidades de P exportado en granos, en suelos de la región pampeana norte se reportaron aumentos de alrededor de 4 ppm (mg kg^{-1}) por cada 10 kg de P de balance positivo (Ciampitti et al. 2011). Elevar los niveles de P Bray-1 mucho más allá del umbral, por ejemplo 30-35 mg kg^{-1} , disminuye las eficiencias del sistema y puede resultar en impactos ambientales negativos.

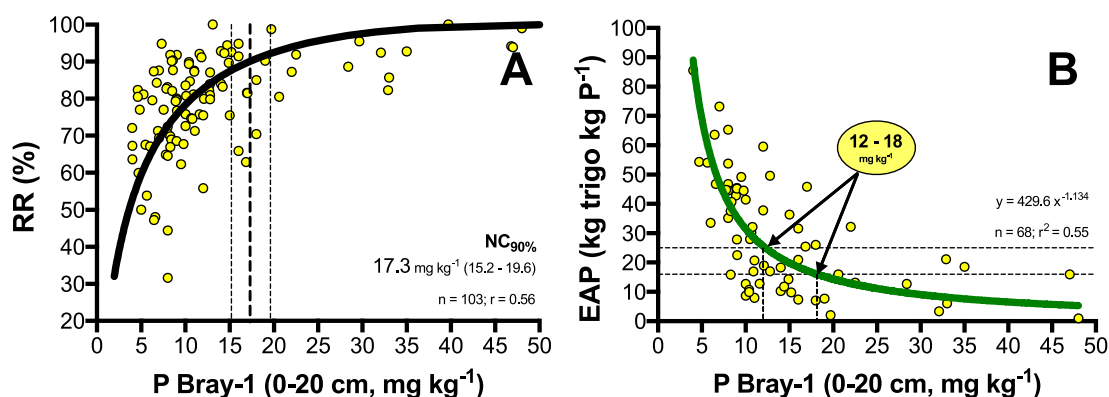


Figura 2. Estimación de nivel crítico de P extractable Bray-1 utilizando rendimiento relativo (RR, A) y eficiencia agronómica de la respuesta a P (EAP, B). En A, la franja vertical gris indica el intervalo de confianza (95%) para el nivel crítico. Para lograr el 90% de RR es necesario entre 15,2 y 19,6 mg kg^{-1} . En B, la franja horizontal verde indica el percentil central (P25-P75) de la relación histórica de precios (16 a 25 kg trigo kg P^{-1}). El umbral que determina respuestas económicas varía entre 12 y 18 mg kg^{-1} . Datos correspondientes a una recopilación de 103 ensayos de fertilización fosfatada en la región pampeana (1998-2014). Fuente: Correndo y García (2016).

Azufre

El caso de azufre (S) debe ser examinado con mayor detalle ya sea en lo que hace a metodología de análisis como a los estudios de correlación y calibración, los cuales no han sido muy exitosos para definir niveles críticos hasta la fecha en Argentina y en otros países (García et al. 2010). Si bien en los últimos años se ha avanzado en el desarrollo y evaluación de métodos de diagnóstico de la disponibilidad de S, el actual desafío es generar más conocimiento sobre metodologías alternativas/complementarias que permitan un diagnóstico más preciso, simple y de bajo costo (Carciochi et al. 2015).

Otros nutrientes

En la región pampeana argentina, la intensificación de la agricultura ha resultado en la disminución de los niveles de bases (potasio, calcio, magnesio) y de pH en algunos suelos (Sainz Rozas et al. 2013), con respuestas significativas a la aplicación de enmiendas calcáreas y/o dolomíticas en alfalfa y soja (Gambaudo y Fontanetto 2011, Vázquez 2011). Asimismo, se han documentado respuestas a Zn en maíz, arroz y trigo (Michiels y Ruffo 2012, Quintero et al. 2006, Sainz Rozas et al. 2003). Análisis iniciales indican que estas respuestas se observan en suelos con prolongada historia agrícola, con caídas importantes de MO o en suelos arenosos de bajo contenido de MO, y con niveles de Zn menores de 1 ppm (extracción con DTPA) (Barbieri et al. 2017). En el caso de B, se han confirmado respuestas en girasol (Balboa et

al. 2010), así como también en soja (Fontanetto et al. 2010). En el caso de cloro (Cl), ensayos realizados indicaron respuestas en trigo (García 2008). Asimismo, se han realizado experiencias con otros micronutrientes como Cu y manganeso (Mn) pero los resultados han sido erráticos. Otros trabajos han demostrado la importancia de una adecuada nutrición con molibdeno (Mo) y cobalto (Co) en soja y respuestas en rendimiento cuando estos nutrientes se aplicaron con la semilla y el inoculante (Gambaudo et al. 2011).

Herramientas complementarias

Análisis de plantas

Esta herramienta se basa en los mismos principios que el análisis de suelos, asumiendo que la concentración de nutrientes en la planta está directamente relacionada con la habilidad del suelo para proporcionarlos y, a su vez, con la productividad de las plantas. En el aspecto práctico de esta técnica, la misma comprende: muestreo, análisis químico e interpretación. Las calibraciones consideran bajo el criterio de “rangos de suficiencia”, es el más popular y se pretende que los valores foliares no sean inferiores o se sitúen dentro de un rango donde se maximiza el rendimiento. Los rangos de suficiencia indicados en la Tabla 2, deben ser considerados como orientativos ya que agrupan información de diversos autores y no son específicos para distintas regiones y condiciones de cultivos, así como también contemplan variaciones según estado fenológico y órgano de la planta muestreado.

Tabla 2. Rangos de suficiencia de nutrientes en planta para trigo, maíz, y soja. Consultar partes de planta a muestrear y más nutrientes y cultivos en Correndo y García (2012).

Nutriente	Trigo		Maíz	Soja	
	Emergencia -Macollaje	Encañazón -Floración	V3-V4	Floración	Floración
Momento de muestreo					
N (%)	4,0-5,0	1,75-3,3	3,0-5,0	2,7-4,0	3,25-5,5
P (%)	0,2-0,5	0,2-0,5	0,3-0,8	0,20-0,50	0,26-0,60
K (%)	2,5-5,0	1,5-3,0	2-5,0	1,7-3,0	1,5-2,5

En algunos países, incluyendo Brasil, Canadá, China, EE.UU. e India, asesores públicos y privados han adoptado el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS) como parte de sus técnicas de diagnóstico en áreas seleccionadas. El DRIS se basa en utilizar cocientes relativos de las concentraciones de los nutrientes. Debido a que se usan razones o cocientes, el efecto de dilución por el crecimiento de la materia seca tiene menor efecto en la interpretación y la época de muestreo puede ser más flexible (Sumner 1977).

Parcelas de omisión

En caso que no sea posible realizar análisis de suelo o de plantas, se puede estimar la capacidad del suelo de suministrar nutrientes utilizando la técnica del elemento faltante. Esto se hace utilizando parcelas pequeñas o franjas en las cuales cada uno de los nutrientes evaluados se omite en una parcela, pero todos los demás nutrientes se aplican en niveles adecuados. Por otra parte, una parcela recibe todos los nutrientes y otra parcela se deja sin aplicación alguna. Si no se observa disminución de rendimiento cuando se omite un nutriente comparado con la parcela con “todos los nutrientes”, se asume que el suelo está suministrando niveles adecuados del nutriente omitido (IPNI 2013).

Diferenciación de ambientes productivos

Las tecnologías de agricultura de precisión han comenzado a utilizarse con creciente intensidad por parte de los agricultores. La investigación, experimentación y adopción del manejo por ambientes está en pleno desarrollo y se recomienda al lector consultar los trabajos locales (Peralta y Costa 2013, Peralta et al. 2013 a y b, Vázquez Amabile et al. 2013, Cicore et al. 2015, Córdoba et al. 2016). La diferenciación de zonas de manejo a escalas cada vez más detalladas es una herramienta de gran valor, pero su capacidad de optimizar los sistemas de producción es, indefectiblemente, dependiente de la calidad de la información utilizada y generada. Partiendo de esta base, el proceso de ambientación de un establecimiento o lote se basa en cuatro etapas (Bermúdez 2011):

1. Planteo de hipótesis donde existen diferentes ambientes productivos.
2. Validación a campo.
3. Obtención del mapa definitivo de ambientes.
4. Retro-alimentación, a medida que se aumenta el número de campañas de cultivos para un determinado lote.

Una vez definidos los ambientes de un lote o campo, la decisión de manejo diferencial para cada uno puede tener diferentes alternativas en función de los objetivos perseguidos o limitantes emergentes. La aplicación de dosis variable, resulta en esta instancia una oportunidad de mejorar la eficiencia en el uso del fertilizante, evitando tanto zonas de consumo de lujo como de deficiencia de nutrientes, ya sea por sobre o sub-estimación de las necesidades de los cultivos. Usando de ejemplo el P, la confección de un mapa de prescripción de fertilización podría realizarse a partir de mapas de rendimiento (esperado -ex ante-, logrado -ex post-) afectados por el contenido de P en el producto de cosecha (medido o estimado), si se trabaja bajo una estrategia de reposición. Si la estrategia es de construir y mantener, se hace necesario superponer a la anterior, una capa con las necesidades estimadas de fertilización para incrementar el análisis de suelo a un nivel objetivo.

Sensores locales y remotos

Los sensores locales como el SPAD 502 permiten diagnosticar deficiencia de N y otros nutrientes y su utilidad ha sido verificada en distintos cultivos y condiciones (Sainz Rozas y Echeverría 1998, Bergh et al. 2003, Reussi Calvo et al. 2015, Diovisalvi et al. 2016). Los sensores remotos siguen evolucionando como una valiosa herramienta agronómica que proporciona información a los científicos, consultores y productores acerca del estado de sus cultivos (Hatfield et al. 2008). El manejo variable basado en técnicas de este tipo puede ser una alternativa complementaria para mejorar la eficiencia de uso de N en modelos de producción

de alta tecnología (Melchiori 2010, Reussi Calvo et al. 2015). Numerosos antecedentes reportan la posibilidad de detectar deficiencias de N en los cultivos a partir de métodos basados en el uso de sensores remotos que miden la reflectancia del canopeo (Scharf et al. 2002, Melchiori 2012). Aunque los resultados son alentadores, persisten dudas acerca de la posibilidad de generalizar modelos de recomendación y, por otra parte, tanto la complejidad de la técnica como el costo de equipamientos específicos, limitan la tasa de adopción de la tecnología.

Modelos de simulación

El software disponible varía desde instrumentos enfocados sólo en una práctica o decisión hasta verdaderos sistemas de apoyo para la toma de decisiones que integran varios aspectos del manejo de cultivos (fecha de siembra, ciclos de cultivo, fertilización, protección, etc.). En Argentina, *Triguero*, *Maicero* y *Sojero* son plataformas desarrolladas para los cultivos de trigo, maíz y soja, en base a modelos CERES y CROPGRO, por AACREA (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola) y FAUBA (Facultad de Agronomía, UBA) para un gran número de localidades en la región pampeana argentina (<http://www.aacrea.org.ar/index.php/software/123-triguero>). La base de su funcionamiento consiste en la combinación de escenarios de cultivo, suelo, recarga hídrica, registros climáticos, y disponibilidad de N (en trigo y maíz), para simular el rendimiento. Los resultados se sintetizan en curvas de respuesta del rendimiento, promedio histórico y diferentes percentiles, a un determinado nivel de N disponible. Bajo este enfoque, se facilita el acceso de los productores a curvas de respuestas simuladas de una importante cobertura de ambientes y estrategias de manejo (Satorre et al. 2006).

Momento, fuente y localización correctos

Para mejorar la eficiencia de uso de los nutrientes es necesario generar la mejor sincronía posible entre la demanda del cultivo y la disponibilidad de nutrientes, especialmente para el caso de N. Las

aplicaciones divididas de N durante la estación de crecimiento, incrementan la eficiencia de uso del nutriente. Otra aproximación para mejorar la sincronía entre la aplicación y la absorción es la utilización de fuentes que incluyan componentes “lentamente solubles”, fertilizantes solubles recubiertos o rodeados de una barrera física, que retrasa la liberación, y fertilizantes estabilizados con aditivos (inhibidores de la nitrificación, fertilizantes tratados con ureasas, etc.) (Trenkel 2010). Actualmente existen en el mercado, fertilizantes que controlan o demoran la liberación de nutrientes, disponibles para cultivos extensivos como maíz, trigo y soja.

Para el caso de P, las aplicaciones en bandas son las que presentan mayor eficiencia de uso. Sin embargo, las aplicaciones al voleo anticipadas unos 45-60 días a la siembra han mostrado eficiencias de uso similares a las aplicaciones en banda si la dosis de aplicación de fertilizante fosfatado es alta (superior a los 20 kg ha⁻¹ de P) y/o el nivel de P Bray-1 no es muy bajo (superior a 8 ppm). Debe tenerse especial precaución en las aplicaciones de P al voleo en zonas de pendiente ya que lluvias inmediatamente posteriores a la aplicación pueden resultar en el escurrimiento del P aplicado hacia cursos de agua superficiales con el consecuente impacto ambiental.

Para cualquiera de estos fertilizantes es necesario tener en cuenta que dosis altas junto con la semilla pueden generar problemas de fitotoxicidad reduciendo considerablemente el stand de plantas. Los factores que determinan la cantidad máxima de fertilizante a aplicar son la dosis y tipo de fertilizantes, la tolerancia del cultivo a implantar, la humedad del suelo al momento de la siembra, la capacidad de intercambio catiónico del suelo, y la distancia entre surcos (Ciampitti et al. 2006).

Consideraciones finales

El desarrollo y adopción de determinadas metodologías de diagnóstico nutricional se encuentran estrechamente relacionados a las condiciones específicas de cada sistema de producción. El análisis de suelos es la

herramienta más comúnmente utilizada con fines de diagnóstico, pero en determinadas situaciones es necesario complementarlo o utilizar otras alternativas. Por otro lado, más allá de contar con alternativas sofisticadas, no debemos perder el enfoque de un punto esencial: “Conocer el ambiente con que trabajamos”. En la medida que la información generada por una metodología es representativa de lo que realmente sucede con nuestros suelos y cultivos, a nivel productivo permite mejorar los diagnósticos y recomendaciones de nutrientes en términos de fuente, dosis, momento y forma de aplicación, con los consecuentes efectos positivos sobre los niveles superiores del sistema: ambiental, económico y social.

Referencias bibliográficas

- Balboa, GR; Esposito, GP; Castillo, C; Balboa, R. 2010. Estrategias de fertilización con boro en girasol (Disco Compacto). *In* Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. (22, 2010, Rosario, Argentina). Actas. Rosario, Argentina, AACS.
- Barbagelata, PA. 2011. Fertilización fosfatada para trigo y maíz en siembra directa: diagnóstico de fertilidad y estrategias de fertilización. *In* Simposio fertilidad: la nutrición de cultivos integrada al sistema de producción. García, FO; Correndo, AA. (coords.). (2011, Rosario, Argentina). Actas. Rosario, Argentina. p. 90-97.
- Barbieri PA; Echeverría, HE; Sainz Rozas, HR. 2009. Dosis óptima económica de nitrógeno en trigo según momento de fertilización en el sudeste bonaerense. *Ciencia del Suelo* 27(1):115-125.
- Barbieri, PA; Sainz Rozas, HR; Wyngaard, N; Nyherabide, M; Reussi Calvo, NI; Salvagiotti, F; Correndo, AA; Barbagelata, BB; Espósito Goya, GP; Colazo, JC; Echeverría, HE. 2017. Can edaphic variables improve DTPA-based zinc diagnosis in corn?. Trabajo Aceptado en SSSAJ.
- Bergh, R; Zamora, M; Seghezze, M; Molfese, E. 2003. Fertilización nitrogenada foliar en trigo en el Centro-sur de la Provincia de Buenos Aires. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 19:15-21. (INPOFOS Cono Sur.)
- Bermúdez, M. 2011. Cómo llevar a la práctica en gran escala el manejo sitio-específico de N y P. *In* Simposio fertilidad: la nutrición de cultivos integrada al sistema de producción. García, FO; Correndo, AA. (coords.). (2011, Rosario, Argentina). Actas. Rosario, Argentina. p. 47-54.
- Carciochi, WD; Divito, GA; Reussi Calvo, NI; Echeverría, HE. 2015. ¿Qué sabemos del diagnóstico de azufre en los cultivos de la region pampeana argentina? *In* Simposio fertilidad : nutriendo los suelos para las generaciones del futuro. (___, 2015, Rosario, Argentina). Actas. Rosario, Argentina, IPNI. p. 125-132.
- Ciampitti, IA; Fontanetto, H; Micucci, F; García, FO. 2006. Manejo y ubicación del fertilizante junto a la semilla: efectos fitotóxicos. Argentina, IPNI Cono Sur. Consultado 03 mar 2016. Disponible en <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1084>
- Ciampitti, IA; García, FO; Picone, LI; Rubio, G. 2011. Phosphorus budget and soil extractable dynamics in field crop rotations in Mollisols. *Soil Science Society of America Journal* 75:131-142.
- Cicore, P; Sanchez, H; Peralta, N; Castro-Franco, M; Aparicio, V; Costa, JL. 2015. Delimitación de ambientes edáficos en suelos de la pampa deprimida mediante La conductividad eléctrica aparente y la elevación. *Cienc. Suelo* 33(2):229-237.
- Córdoba, M; Bruno, C; Costa, JL; Peralta, N; Balzarini, M. 2016. Protocol for multivariate homogeneous zone delineation in precision agriculture. *Biosystems Engineering* 143:95-107.
- Correndo, AA. 2016. Revisión de la respuesta a la fertilización con nitrógeno y fósforo en maíz y soja en región pampeana. *In* Taller de avances de líneas de investigación del ámbito público-privado en los cultivos de soja y maíz. (4, 2016, Balcarce, Argentina). Balcarce, Argentina, UI INTA-FCA.

- Correndo, AA; García, FO. 2012. Concentración de nutrientes en planta como herramienta de diagnóstico: cultivos extensivos. Argentina, IPNI Cono Sur. (Archivo Agronómico No. 14. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica 5). Consultado 03 mar 2016. Disponible en <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1155>
- Correndo, AA; García, FO. 2016. Trigo 2016: pautas para el manejo nutricional del cultivo. Argentina, IPNI Cono Sur. Consultado 03 feb. 2016 Disponible en <http://Lacs.ipni.net>
- Diovisalvi, N; Reussi Calvo, N; Divito, G; Izquierdo, N; Echeverría, HE; García, F. 2016. Can We Improve Nitrogen Management for Sunflower? *Better Crops* 100(2):10-12.
- Fontanetto, H; Keller, O; Albretch, J. 2010. Efecto de la fertilización con boro y nitrógeno sobre el cultivo de soja. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 47:19-22.
- Gambaudo, S; Fontanetto, H. 2011. Diagnóstico de la acidez edáfica y su corrección. *In* Simposio fertilidad: la nutrición de cultivos integrada al sistema de producción. García, FO; Correndo, AA. (coords.). (2011, Rosario, Argentina). *Actas. Rosario, Argentina*.
- Gambaudo, S; Racca Modoery, MS; Fontanetto, H. 2011. Respuesta al agregado de micronutrientes en el cultivo de soja en suelos de diferente aptitud agrícola. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica* 3:1-4.
- García, F. 2008. Cloro en trigo: resultados de las experiencias en la región pampeana argentina: años 2001 a 2006. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 38:17-21.
- García, F; Boxler, M; Minteguiaga, J; Pozzi, R; Firpo, L; Ciampitti, I; Correndo, A; Bauschen, F; Berardo, A; Reussi Calvo, N. 2010. La red de nutrición de la región crea sur de Santa Fe: resultados y conclusiones de los primeros diez años 200-2009. 2 ed. Buenos Aires, Argentina, AACREA. 64 p. ISBN ISBN 978-987-1513-07-9.
- Hatfield, JL; Gitelson, AA; Schepers, JS; Walthall, CL. 2008. Application of spectral remote sensing for agronomic decisions. *Agronomy Journal* 100:117-131.
- IPNI (International Plant Nutrition Institute, Argentina). 2013. 4R - Manual de nutrición de plantas: Un manual para mejorar el manejo de la nutrición de plantas. Bruulsema, TW; Fixen, PE; Sulewski, GD. (eds.). Argentina, Acassuso. 140 p.
- Melchiori, RJM. 2010. Enfoques alternativos para el diagnóstico de fertilidad de suelos: una mirada desde el cultivo para el manejo de nitrógeno (CD). *In* Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. (22, 2010, Rosario, Argentina). Rosario, Argentina. AACCS.
- Melchiori, RJM. 2012. Fertilización variable con N: herramientas, criterios y recomendaciones. *In* 19th ISTRO Conference – IV SUCS. (19; 4, 2012, Montevideo, Uruguay). Montevideo, Uruguay.
- Michiels, CL; Ruffo, ML. 2012. El zinc limita el rendimiento del maíz en la región pampeana argentina. XIX Congreso Latinoamericano – XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. (19, 23, 2012, Argentina). *Actas. Buenos Aires, Argentina*.
- Pagani, A; Echeverría, HE. 2012. Influence of sulfur deficiency on chlorophyll-meter readings of corn leaves *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 175:604-613.
- Pagani, A; Echeverría, HE; Sainz Rozas, H; Barbieri, PA. 2008. Dosis óptima económica de nitrógeno en maíz bajo siembra directa en el sudeste bonaerense. *Ciencia del Suelo* 26(2):183-193.
- Quintero, CE; Arévalo, ES; Boschetti, NG; Spinelli, NM. 2006. Clorosis en suelos con calcáreo. *In* Vázquez, M. (ed.). *Micronutrientes en la agricultura*. Argentina, AACCS. p. 113-125.
- Peralta, NR; Costa, JL. 2013. Delineation of management zones with soil apparent electrical conductivity to improve nutrient management. *Comp. Electron. Agric.* 99: 218-226.
- Peralta, NR; Costa, JL; Balzarini, M; Angelini, H. 2013a. Delineation of management zones with measurements of soil apparent electrical conductivity in the southeastern pampas. *Can. J. Soil Sci.* 93: 205-218.



- Peralta, NR; Costa, JL; Balzarini, M; Castro Franco, M. 2013b. Delineation of management zones with digital elevation models and soil depth. *Interciencia* 38: 418-424.
- Reussi, Calvo; Sainz Rozas, NH; Echeverría, HE; Diovisalvi, N. 2015. Using canopy indices to quantify the economic optimum nitrogen rate in spring wheat. *Agron. J.* 107:459-465.
- Sainz Rozas, HR; Echeverría, HE. 1998. Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo de maíz y el rendimiento en grano. *Rev. Fac. Agron. La Plata.* 103(1):37-44.
- Sainz Rozas, H; Echeverría, HE; Calviño, PA; Barbieri, P; Redolatti, N. 2003. Respuesta del cultivo de trigo al agregado de zinc y cobre en el sudeste bonaerense. *Ci. Suelo* 21: 52-58.
- Sainz Rozas, H; Eyherabide, M; Echeverría, HE; Barbieri, P; Angelini, H; Larrea, GE; Ferraris, GN; Barraco, M. 2013. ¿Cuál es el estado de la fertilidad de los suelos argentinos? *In Simposio Fertilidad* (2013, Santa Fe, Argentina). Actas. Santa Fe, Argentina, IPNI-Fertilizar AC. p. 104-111.
- Satorre, EH; Micheloud, JR; Belligoi, J; Cavasassi, JL. 2006. MAICERO: nuevos criterios para el diagnóstico y manejo de la fertilización del cultivo de maíz en Argentina, Argentina, AACREA/PROFERTIL.
- Scharf, JC; Schmidt, JP; Kitchen, NR; Sudduth, KA; Jong, SY; Lory, JA; Davis, JG. 2002. Remote sensing for nitrogen management. *Journal of Soil and Water Conservation.* 2002:518-524.
- Sumner, ME. 1977. Applications of Beauflis diagnostic indices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. *Plant Soil* 46:359-369.
- Trenkel, ME. 2010. Slow- and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture. 2 ed, Paris, France, IFA. 160 p. ISBN 978-2-9523139-7-1.
- Vázquez, M. 2011. Causas de la acidificación en el ámbito templado argentino, consecuencias y avances para su diagnóstico. *In Simposio fertilidad: la nutrición de cultivos integrada al sistema de producción.* García, FO; Correndo, AA. (coords.). (2011, Rosario, Argentina). Actas. Rosario, Argentina. p. 13-29.
- Vázquez Amabile, G; Gonzalo, M; Pella, M; Cueto, D; Galbusera, S. 2013. Nutrición y agricultura por ambientes: avances en el sur de Buenos Aires. *In Simposio Fertilidad* (2013, Santa Fe, Argentina). Actas. Santa Fe, Argentina, IPNI-Fertilizar AC. p. 104-111.

Ficología en Paraguay, avances y sus aplicaciones en gestión ambiental y biotecnología

R. Melissa Dos Santos^{1*}

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: melss2santos@gmail.com

Introducción

La Ficología es una disciplina que dedica sus esfuerzos, al estudio de las algas macroscópicas y microscópicas (Nordstedt 1888), especies biológicas de gran diversidad e importantes en el equilibrio de ecosistemas acuáticos especialmente. Esta, es una disciplina que durante mucho tiempo ha evolucionado muy lentamente en todo el mundo, en especial en términos de taxonomía (Bicudo 1994, 1998), sin embargo, ha tomado el interés de científicos europeos y asiáticos en el siglo XIX. Este interés repentino se daba por la necesidad de conocer el foco de inicio de las coloraciones en diferentes sistemas acuáticos. Posteriormente con la ayuda de taxónomos se han volcado los intereses hacia el uso de las algas por su gran rendimiento natural de crecimiento (Leliaert et al. 2000). Los antecedentes de la Ficología son huellas muy complicadas de seguir en términos de acoplamiento de datos producidos por medio de las investigaciones, esto se debe a la gran cantidad de especies conocidas (unas 25.000) de las 50.000 que se estiman.

En Paraguay la Ficología como disciplina no ha sido reconocida hasta inicios del siglo XXI, aunque desde 1990 ya se hacían los primeros conteos de algas microscópicas para las aguas de embalses y zonas costeras del Río Paraná para la Entidad Binacional Itaipú, sin embargo los conteos no han sido muy específicos.

Una interesante evolución se dio a partir de 2007 con el estudio de algas microscópicas de sistemas acuáticos de diferentes puntos del país, donde las investigaciones se enmarcaban en el área de taxonomía y posteriormente unos años después

la aplicación de bioindicadores (principalmente algas microscópicas) en los diferentes análisis de gestión ambiental, por último y más prometedor desde el punto de vista aplicativo el uso de las algas aisladas de nuestros sistemas hídricos para su uso en biotecnología.

Antecedentes de trabajos taxonómicos en Paraguay

Alga, como término científico oficial, data del año 1753, propuesto por Linneo en su obra *Species Plantarum* (Nägeli 1849). Sin embargo, en su concepto tradicional, es un término que encierra grupos de organismos muy diversos, incluso pertenecientes a imperios taxonómicos diferentes (procariota y eucariota). Por lo tanto, estamos hablando de un grupo biológico polifilético. En realidad el término Alga es más bien una denominación rápida y práctica, de uso común o vulgar, y que sirve para familiarizarnos con el tipo de organismo al que deseamos referirnos.

Cuando hablamos de ambientes terrestres, las plantas superiores forman el primer eslabón de las cadenas alimenticias y la importancia de ellas radica en “el mantenimiento equilibrado de los flujos de energía”. Evidentemente las transferencias de energías también se dan en los ecosistemas acuáticos y aquí las algas son el primer eslabón que las mantiene.

Las algas han pasado de ser de interés únicamente científico a ser de interés social y económico. Por un lado, algunos grupos de algas han podido adaptarse a diversas condiciones extremas (temperatura, pH y principalmente disponibilidad de nutrientes) lo que ha incidido

en el crecimiento desmesurado de ellas convirtiéndolas en una amenaza de los ambientes acuáticos, lo que resulta en un gran impacto en la calidad de vida de la sociedad (Graham y Wilcox 2000). Por otra parte, a nivel económico, algunas especies algales han sido aprovechadas (por medio de cultivos a grandes escalas) en distintos rubros: gastronomía, farmacéutica, cosméticos, acuariofilia y su uso más novedoso como fuente de energía alternativa en la producción de biocombustibles, que por cierto se ha convertido en uno de los mayores intereses en todo el mundo.

Las algas han acaparado la curiosidad de investigadores de todo el mundo en varios aspectos: ecología, distribución, reproducción, crecimiento, así como su influencia en organismos que comparten sus hábitats. A nivel mundial la mayor parte de los aportes en el área de ficología corresponden a listas florísticas, descripciones de nuevas citas y registros, aunque mucho es el aporte que se registra en los últimos años principalmente en el área de sistemática molecular y biotecnología. Sin embargo, a pesar de todas estas colaboraciones, a nivel global aún estamos lejos de tener un conocimiento más profundo sobre las algas, especialmente en nuestro país, donde los estudios en cualquiera de las áreas (más aún en taxonomía) datan de pocos años atrás.

En Paraguay, la mayor parte de los trabajos con algas, desde décadas atrás, lo constituyen monitoreos de calidad de agua, en embalses, arroyos y ríos, utilizando a estas especies como bioindicadores. Sin embargo las identificaciones de las especies que integran estas comunidades bioindicadoras no son lo suficientemente específicas y por lo tanto aún falta por madurar estos monitoreos. Todos estos trabajos han sido presentados únicamente como informes técnicos, por lo que este trabajo constituye el primer trabajo oficial de estudio taxonómico de algas del Paraguay. Es mucha la responsabilidad que recae sobre los investigadores científicos de esta área ya que es necesario realizar investigaciones no solamente taxonómicas, sino que también en ecología, limnología, paleolimnología, biología molecular y por sobre todo un área de innovadora

producción, como lo es la biotecnología (Dos Santos 2016).

A pesar del poco interés por la inversión de recursos para realizar investigaciones de ficología en nuestro país, existen trabajos publicados hasta ahora, especialmente aquellos vinculados a calidad de agua. Estos trabajos en su mayoría corresponden a resultados de proyectos de investigadores de países vecinos interesados en conocer las características acuáticas de los principales ríos componentes de la gran Cuenca del Río de la Plata (Keppeler et al. 1999, Azevedo 1984). Todos estos aportes nos permiten conocer la riqueza de especies de los ríos más importantes, Paraguay y Paraná. Sin embargo no se tienen datos de los ríos y arroyos que conforman las cuencas de cada uno de esos ríos principales anteriormente nombrados.

Uno de los primeros aportes taxonómicos sobre algas del río Paraguay y el Paraná datan del 2008, cuando se realizó un estudio sistemático y comparativo del fitoplancton en estos ejes fluviales (Zalocar de Domitrovic 2008). Un estudio sistemático y comparativo del fitoplancton en gradientes latitudinales es un tópico importante y novedoso en grandes ríos.

Desde el 2007 se han dado los primeros pasos en Taxonomía de algas en Paraguay, se han tomado muestras de los principales sistemas acuáticos de todos los departamentos de nuestro país, tanto en la región oriental como en la occidental. Estos trabajos aunque importantes, siguen siendo escasos y por lo tanto se continúa con el trabajo exhaustivo en la caracterización de sistemas de agua aún no explorados en el país además de mantener actualizados los datos de los ya estudiados por medio de monitoreos periódicos. Sin embargo, todavía es necesario ahondar en los estudios de distribución acuática, características, potencialidades y preferencias ecológicas de los diferentes grupos de algas de nuestro país.

Los avances

Hoy a la merced de las necesidades imperantes de conocimiento y evolución de cada área

relacionada con la Ficología hemos avanzado interesadamente en estos últimos años.

Aunque es muy importante destacar que los intereses de trabajo de los investigadores paraguayos se centra principalmente en el área de la biotecnología de algas y poco en la taxonomía y ecología-distribución de éstas, lo cual es preocupante desde el punto de vista de los intereses en juego. Es decir, es tan importante el estudio de las aplicaciones de las algas en biotecnología, como conocer la distribución y características de ellas en sus ambientes para su adecuado manejo en el laboratorio y eventual procesamiento industrial. Para una evolución positiva de la Biotecnología en nuestro país, es prudente despegarnos de estos datos básicos que nos proveen los estudios de la taxonomía y la ecología (Dos Santos 2016).

Referencias bibliográficas

- Azevedo, MTP. 1984. O gênero *Pleurotaenium* (Zygnemaphyceae) no estado de São Paulo: levantamento sistemático. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Botânica), Campus de Rio Claro, São Paulo, Universidade Estadual Paulista.
- Bicudo, CEM; Castro, AAJ. 1994. Desmidióflora paulista IV (gêneros *Closterium*, *Spinoclosterium*). Berlim, Bibliotheca Phycologica, Stuttgart J. Cramer. 191 p.
- Bicudo, CEM, Sormus, L. & Schetty, SP. 1998. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 11: Zygnemaphyceae (Desmidiaceae, 1: *Haplotaenium*, *Pleurotaenium*, *Tememorus* e *Triploceras*). *Hoehnea* 25(1):33-43.
- Dos Santos, M. 2016. Atlas algas del Paraguay: características e importancia, muestreos en Paraguay, clave de identificación e ilustraciones. San Lorenzo, Paraguay, Dirección de Investigaciones / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 235 p.
- Gontcharov, AA, Finlay, DL, Kling, HJ; Watanabe, MM. 2002. Desmids (Desmidiaceae, Streptophyta) from experimental lakes area, Ontario, Canadá: the genera *Actinotaenium* and *Cosmarium*. *Archiv fur Hydrobiologie. Stuttgart. Suppl.* (144):17-41.
- Graham, LE; Wilcox, LW. 2000. *Algae*. Upper Saddle River, US, Prentice Hall. 640 p.
- Keppeler, EC, Lopes, MRM; Lima, CS. 1999. Ficoflora do Lago Amapá em Rio Branco Acre, II: Chlorophyta. *Rev. Brasil. Biol.* 59(4):687-691.
- Leite, ALTA; Senna, PAC. 1992. Desmídias (Zygnemaphyceae) da Lagoa Bonita, Distrito Federal, Brasil, 1: gêneros filamentosos. *Hoehnea* 19(2):93-104.
- Leliaert, F; Smith, DR; Moreau, H; Herron, M; Verbruggen, H; Delwiche, CF; De Clerck, O. 2012. Phylogeny and molecular evolution of the green algae. *Critical Reviews in Plant Sciences* 31:1-46.
- Nägeli, C. 1849. Gattungen einzelliger Algen, physiologisch und systematisch bearbeitet. *Neue Denkschriften der Allg. Schweizerischen Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften* 10(7):1-139
- Nogueira, IS. 1999. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica da represa Samambaia, Goiás, Brasil. Tese de Doutorado. São Paulo, BR, Universidade de São Paulo. 341 p.
- Nordstedt, CFO. 1888. Fresh-water algae collected by Dr. S. Berggren in New Zealand and Australia. *Kongliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar* 22(8):1-98.
- Zalocar de Domitrovic, Y. 2008. Abundance and diversity of phytoplankton in the Paraná River (Argentina) 220 km downstream of the Yasyretá reservoir. *Brazilian Journal of Biology* 67(1):53-63.

Distribución de plagas y enemigos naturales en el cultivo de soja en Paraguay

Claudia Carolina Cabral Antúnez^{1*}, Lindolfo Storck², Jerson Vanderlei Carus Guedes²,
Simeón Aguayo Trinidad³, Néstor David Cabral Antúnez⁴

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

³Universidad Nacional del Este. Minga Guazu, Paraguay.

⁴Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: claudia_c_cabral@hotmail.com

Introducción

La soja (*Glycine max* (L.) Merrill) es atacada por varias plagas, las cuales pueden ocurrir durante todo el ciclo del cultivo. Asociadas a los insectos plagas, se encuentran sus enemigos naturales. Considerando que la productividad está directamente relacionada a la presencia de insectos plagas que causan pérdidas y aumentan los costos de producción, es necesario realizar muestreos para conocer la presencia y distribución de los insectos en sus diferentes fases de ciclo biológico.

Si bien tanto las plagas como los benéficos son conocidas por productores e investigadores, en los últimos años han ocurrido importantes modificaciones en la dinámica de las plagas agrícolas y de los enemigos naturales.

Así, es necesario generar informaciones acerca de las principales plagas y sus enemigos naturales en el cultivo de la soja, para lo cual es necesario realizar monitoreo de modo a conocer la presencia y distribución de los insectos.

Por lo expuesto, el objetivo del trabajo fue determinar la entomofauna asociada al cultivo de soja colectado por dos métodos (pañó de batida y red entomológica) y su distribución en Paraguay.

Metodología

El estudio fue realizado en diferentes fincas de productores de soja, situados en los departamentos de Alto Paraná, Itapúa, Canindeyú, San Pedro,

Caaguazú y Caazapá entre los meses de noviembre de 2015 a marzo de 2016.

Para la investigación fueron utilizados cultivos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), de diferentes variedades y eventos comerciales así como de diferentes tipos de manejo para garantizar la representatividad.

En cada finca fueron marcados 30 puntos equidistantes a 20 metros. En cada uno de los 30 puntos, se realizaron las colectas de los artrópodos presentes, utilizando dos técnicas de colecta, con paño de batida y con red entomológica.

El paño de batida está constituido por una tela blanca de 1 m de largo por 1 m de ancho con bordes de madera colocados solamente en dos lados opuestos de la tela. La red entomológica está constituida por un mango de madera de 1,5 m de largo y una red de 38 cm de diámetro.

Para la colecta con paño de batida, los extremos con borde fueron colocados en la base de las plantas las cuales fueron agitadas vigorosamente en dirección al paño, de modo que los insectos presentes sean depositados en el mismo. La colecta con red entomológica se realizó por medio de cinco pasadas de red sobre dos hileras de plantas formando un patrón de “8 abierto”.

Los insectos colectados en cada punto fueron identificados en el campo mediante la ayuda de manuales de plagas del cultivo de soja (Sosa et al. 2014). Los individuos que no pudieron ser identificados en el lugar de colecta, se depositaron

en recipientes diferenciados por cada método, (red entomológica y paño de batida) y llevados al laboratorio de entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) para su identificación.

Para la diferenciación de género y especie de la subfamilia Plusiinae, todos los individuos fueron llevados al laboratorio y observadas las mandíbulas de las larvas, utilizando un estereoscopio, ya que los individuos de la especie *Chrysodeixis includens*, presentan una protuberancia saliente de forma puntiaguda en la cara interna de la mandíbula extraída, mientras que los ejemplares de la especie *Rachiplusia nu* no presentan dicha protuberancia (Ángulo et al. 2006).

Las variables evaluadas fueron el número de insectos plagas e insectos benéficos presentes en finca de productores del cultivo de la soja, colectadas de las zonas productivas de soja e identificadas a través de claves descriptivas. Los datos fueron registrados en planillas donde figuraban fecha, lugar, estado fenológico del cultivo, especies plagas y número de especies.

Resultados y discusión

En los 5.880 puntos muestreados fueron colectados insectos de las Ordenes Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Diptera e Hymenoptera. En estos ambientes fueron colectados con mayor frecuencia seis especies de lepidópteros (Tabla 1) *Chrysodeixis* (=Pseudoplusia) *includens* (Walker 1857) (Lepidoptera: Noctuidae: Plusiinae), *Anticarsia gemmatalis* (Hübner 1818) (Lepidoptera: Erebidae), *Rachiplusia nu* (Guen. 1852) (Lepidoptera: Noctuidae: Plusiinae), *Helicoverpa* sp. (Lepidoptera: Noctuidae), *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) y *Omiodes indicata* (Lepidoptera: Pyralidae). Siendo *C. includens* la especie más importante en relación a número de especies colectadas en los departamentos de San Pedro, Caazapá y Caaguazú. Por su parte *R. nu* es la más importante en Alto Paraná y *O. indicata* en Itapúa. Guedes et al. (2010) y Alexandre (2010), Cabral Antúnez et al. (2016a), citan a las especies *C. includens*, *R. nu* y *A. gemmatalis* como las de

mayor ocurrencia en Rio Grande do Sul.

Los hemípteros colectados con mayor frecuencia son observados en el tabla 1 y fueron *Dichelops* sp. (Fabr. 1794) (Hemiptera: Pentatomidae), *Piezodorus guildinii* (Westwood 1837) (Hemiptera: Pentatomidae), *Euschistus heros* (Fabr. 1794) (Hemiptera: Pentatomidae), *Edessa meditabunda* (Hemiptera: Pentatomidae) y *Nezara viridula* (Linnaeus 1758) (Hemiptera: Pentatomidae). En todos los departamentos donde se realizaron colectas la especie *Euschistus heros* fue la más importante en relación a número de insectos colectados. Los resultados concuerdan con lo mencionado por Salvadori et al. (2007); Kuss-Rogia (2009) y Cabral Antúnez et al. (2016b) que mencionan a *E. heros* como una de las especies más importantes en el cultivo de la soja. Sin embargo, Costa y Link (1974) mencionan a la especie *Nezara viridula* como la más frecuente en las coletas para Rio Grande del Sur, lo que indica la dinámica de las poblaciones al pasar de los años, lo cual justifica la importancia de realizar colectas año tras año de manera a conocer la especie predominante, considerando que la importancia de determinar las especies radica en que el daño provocado por las mismas, así como el control no es el mismo y depende de las especies.

En relación a los coleópteros, fueron colectados (Tabla 1) con mayor frecuencia *Diabrotica speciosa* (Germar 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Cerotoma* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae), *Lagriella villosa* (Fabricius 1783) (Coleoptera: Lagriidae), *Colaspis* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) y *Aracanthus* sp. (Coleoptera: Curculionidae). La especie *D. speciosa* fue la más importante en los departamentos de San Pedro, Caazapá, Caaguazú, Canindeyú e Itapúa, a su vez *Colaspis* sp. fue más importante en el departamento de Alto Paraná. Cabe resaltar que *Aracanthus* sp. solo fue colectada en Canindeyú.

El paño de batida largo resultó ser el más eficaz en la colecta de insectos, esto concuerda con los trabajos realizados por Stürmer et al. (2012), Stürmer et al. (2014), y Cabral Antúnez et al. (2016b), quienes realizaron estudios

Tabla 1. Número de insectos plagas colectados por especie y por método de colecta. Paraguay.

	Alto Paraná		San Pedro		Caazapá		Caaguazú		Canindeyú		Itapúa	
	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
<i>Anticarsia gemmatilis</i>	27	5	61	4	189	23	26	1	90	19	397	151
<i>Chrysodeixis includens</i>	235	46	387	19	1.064	105	170	53	160	26	388	103
<i>Rachiplusia nu.</i>	455	23	22	2	0	0	104	14	259	25	55	0
<i>Spodoptera spp.</i>	430	10	114	3	62	24	45	3	208	50	61	8
<i>Omoides indicata</i>	155	5	0	0	0	0	11	0	21	0	582	35
<i>Helicoverpa sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	2	0
<i>Nezara viridula</i>	11	2	1	0	222	16	11	2	2	0	69	17
<i>Euschistus heros</i>	2.228	109	2.442	96	1.572	57	2.464	218	1.906	272	600	82
<i>Piezodorus guildinii</i>	5	2	0	0	10	2	15	23	1	0	11	3
<i>Dichelops sp.</i>	260	14	103	3	42	18	186	15	325	27	154	29
<i>Edessa meditabunda</i>	4	0	0	0	0	0	17	4	0	0	53	11
<i>Diabrotica speciosa</i>	128	90	127	14	215	91	122	208	318	194	586	522
<i>Cerotoma sp.</i>	7	8	11	0	4	2	0	0	0	0	24	2
<i>Lagria villosa</i>	170	31	37	7	148	28	73	22	73	26	39	26
<i>Colaspis sp.</i>	233	170	0	0	3	2	7	0	44	71	0	24
<i>Aracanthus sp.</i>	20	8	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0

P= Paño; R= red entomológica

comparativos en cuanto a la eficiencia de métodos de muestro de artrópodos en el cultivo de soja, teniendo al paño de batida como el método que mayor número de insectos colectó.

En la Tabla 2 se observa las especies de enemigos naturales colectados en los departamentos estudiados, se observa que la especie más importante en relación a número de insectos

colectados fue la especie *Lebia concinna* Brullé (Coleoptera: Carabidae) en los departamentos de Alto Paraná, Caazapá, Caaguazú, Canindeyú e Itapúa. También fueron colectados los predadores *Zelus sp.* (Hemiptera: Reduviidae), *Geocoris sp.* (Hemiptera: Lygaeidae), *Orius sp.* (Hemiptera: Anthocoridae) y *Podisus sp.* (Hemiptera: Pentatomidae) siendo esta última colectada solamente en el departamento de Itapúa.

Tabla 2. Número de insectos benéficos colectados por especie y por método de colecta. Paraguay.

	Alto Paraná		San Pedro		Caazapá		Caaguazú		Canindeyú		Itapúa	
	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
<i>Lebia concinna</i>	102	5	0	0	163	29	29	5	24	1	250	47
<i>Zelus spp.</i>	62	11	1	2	1	0	5	4	8	8	58	7
<i>Geocoris spp.</i>	10	0	62	26	0	1	0	0	5	1	16	3
<i>Orius spp.</i>	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Podisus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8

P= Paño; R= red entomológica

Conclusión

En las condiciones estudiadas, se observaron diferencias en la distribución de plagas y

enemigos naturales en el cultivo de soja en el Paraguay. El paño de batida es más eficiente en la colecta de entomófagos.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento de la investigación, resolución N° 437/2014 en el marco del componente I - Fomento a la Investigación científica - Programa paraguayo para el desarrollo de ciencia y tecnología - PROCIENCIA- Proyecto 14-INV-311 “Plano muestral para la evaluación de la entomofauna del cultivo de soja”

Referencias bibliográficas

- Alexandre, T. 2010. Estratégias para o manejo integrado da *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera; Noctuidae, Plussinae) em soja. Tese (Doutorado em Ciência). Curitiba, Brasil, Universidade Federal de Paraná. 121 f
- Angulo, A; Olivares, S; Weigert, G. 2006. Estados inmaduros de lepidópteros noctuidos de importancia económica agrícola y forestal em Chile (Lepidoptera; Noctuidae). Revista Colombiana de Entomología 33(1):88-88.
- Cabral Antúnez, CC, Storck, L; Guedes, JV; Rasche A, JW ; Schaefer, GL : Cargnelutti Filho, A. 2016a. Tamanho de amostra para avaliar a densidade populacional de lagartas em lavouras de soja. Investigação Agraria 18(2):70-76.
- Cabral Antúnez, C; Storck, L; Guedes, J; Cargnelutti, A; Rasche, J. 2016b. Tamanho de amostra para avaliar a densidade populacional de percevejos em lavouras de soja. Ciência Rural 46(3):399-404.
- Costa, E; Link, D. Incidência de percevejos em soja. 1974. Revista do Centro Ciências Rurais 4:397-400.
- Guedes, J; Stecca, C; Rodrigues, R; Bigolin, M. 2010. Nova dinâmica. Revista Cultivar, Dez2010/Jan.2011. Consultado 03 mar 2016. Disponible em [http:// www.revistacultivar.com.br](http://www.revistacultivar.com.br)
- Kuss-Rogia, R. Distribuição espacial e temporal de percevejos da soja e comportamento de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera; Pentatomidae) na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao longo do dia. 2009. Tese (Doutorado em Agronomia). Santa Maria, Brasil, Universidade Federal de Santa Maria. 128 f.
- Salvadori, J; Pereira, P; Corrêa-Ferreira, B. 2007. Pragas ocasionais em lavouras de soja no Rio Grande do Sul (em línea). Passo Fundo, Brasil. 20 p. (Embrapa Trigo). Consultado 04 feb 2016. Disponível em http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do91.pdf
- Sosa, D; Correa, B; Hoffman, C; Corso, I; Oliveira, L; Moscardi, F; Panizzi, A; Freitas, B; Hirose, E; Roggia, S. 2014. Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja. 3 ed. Londrina, Brasil, Embrapa Soja. 100 p.
- Stürmer, G; Cargnelutti Filho, A; Guedes, J; Stefanelo, L. 2012. Eficiência de métodos de amostragem de lagartas e de percevejos na cultura de soja (en línea). Consultado 22 oct. 2016. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782012001200001
- Stürmer, G; Cargnelutti, A; Giacomini, S; Moreira, L; Guedes, J. 2014. Eficiência do pano-de-batida na amostragem de insetos-praga de soja em diferentes espaçamentos entre linhas e cultivares (en línea). Semina Ciências Agrarias 35(3)1177-1186 Consultado 03 oct. 2016. Disponible en <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/13720/1452>

Toxicidad de proteínas Bt sobre plagas de cultivos

Víctor Adolfo Gómez López¹*, Cinthia Mariela Sosa González,
Ana Belén Ayala Gómez

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: victor.gomez@agr.una.py

Introducción

Los cultivos transgénicos son una realidad en la agricultura mundial. El 90% de la superficie mundial de cultivo de transgénicos se localiza en los Estados Unidos, Canadá y tres países emergentes: Brasil, Argentina y la India. El desarrollo de los transgénicos se ha centrado mayoritariamente en dos productos vegetales básicos la soja y el maíz, que juntos suponen el 80% de la superficie mundial de este tipo de cultivos. En Paraguay los cultivos liberados con eventos transgénicos son el algodón, maíz y soja. El cultivo de soja, es un rubro de gran importancia para el país por su implicancia en la generación de divisas provenientes de las exportaciones, conjuntamente con la comercialización de otros granos son fuentes principales de ingresos del sector agrícola. Casuso (2012) expresa que los sistemas agrícolas constituidos de soja, maíz y algodón presentan una oferta continua de alimento a insectos polívoros. El cultivo de maíz es de mucha importancia socioeconómica; sus granos son utilizados para la alimentación humana y animal, y en la mayoría de los casos constituye una fuente de ingresos para los productores. En 2015 se sembraron unas 838.768 ha, con un rendimiento promedio de 6.045 kg ha⁻¹ (CAPECO 2016). En los cultivos mencionados se señala la acción controladora de orugas. No obstante, el uso intensivo y masivo; y en la actualidad con manejo diferente de los cultivos podrá generar el aumento poblacional de plagas alba y no alba, que podrían constituirse nuevamente en plagas claves de los cultivos. De esta forma se ha iniciado una línea de investigación con el objeto de estudiar la toxicidad de los cultivos transgénicos Bt sobre las plagas de importancia. Los resultados podrán ser indicadores reales para

mejorar el manejo de los cultivos a nivel local, dentro del manejo integrado de plagas.

Metodología

Experimentos fueron realizados en el Laboratorio de Bioensayos Entomológicos FCA/INBIO del área de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA). Se verificó la toxicidad de eventos soja Bt y algodón Bt sobre larvas neonatas de la especie *Spodoptera cosmioides*.

Cría de *S. cosmioides*. Las larvas de distintos instares colectados de la parcela de soja del campo experimental de San Lorenzo, fueron llevados al laboratorio en condiciones controladas de temperatura 26±2°C, HR:60% y Fotoperiodo: 14 h y colocados en dieta artificial propuesta por Parra (2000) hasta la fase de pupa, a fin de obtener los adultos y lograr una cantidad suficiente de neonatas para el inicio del experimento.

Experimento con soja. El diseño experimental fue completamente al azar con 2 tratamientos y 15 repeticiones (10 larvas neonatas como unidad experimental). El T1 estuvo constituido por la alimentación de las larvas con hojas de la soja RR2PRO de la variedad M6410 Ipro, y T2 consistió en la alimentación de las larvas con hojas de soja convencional de la variedad S909. Se determinó el porcentaje de mortalidad de las larvas comparando el número de larvas que no completaron su ciclo sobre la cantidad total de larvas estudiadas.

En adultos, luego de la emergencia de los mismos alimentados con hojas de soja de cada

tratamiento, se utilizaron 40 emergidos en el mismo día para formar 20 parejas. Los casales fueron colocados en tubos de PVC color blanco de 30 cm de altura por 10 cm de diámetro; como sustrato de oviposición, en el interior del tubo se colocó papel y se cubrió la parte superior del tubo con tela tipo tul para favorecer la aireación. Los adultos emparejados fueron alimentados diariamente con una solución de miel al 10%, para lo cual se utilizaron trozos de algodón embebidos en dicha solución y colocados en la parte inferior del tubo.

Fueron evaluados: fecundidad de hembras (número de huevos) y fertilidad (viabilidad de los huevos).

Para la fecundidad se utilizó la fórmula según el Manual de la FAO/IAEA/USDA (2003).

$N^{\circ} HV/N^{\circ} Hvs$

Donde: $N^{\circ} HV$ = Número de hembras . $N^{\circ} Hvs$ = Número de huevos puestos.

La viabilidad de huevos o fertilidad se obtuvo siguiendo lo señalado por Hernández et al. (2010). $N^{\circ} Hvs/N^{\circ} N$

Dónde: $N^{\circ} Hvs$ = Número de huevos puestos. $N^{\circ} N$ = Número neonatas.

Experimento con algodón. Fueron utilizadas hojas de algodón convencional de la variedad IAN 425 y cultivar transgénico DP 402 BGRR.

Los parámetros evaluados fueron: fecundidad de hembras (número de huevos) y fertilidad (viabilidad de los huevos). Se utilizó la misma metodología utilizada para el ensayo en soja.

En ambos ensayos los datos obtenidos de cada parámetro biológico fueron analizados estadísticamente con el programa InfoStat y se sometieron a la prueba t de Student al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Se observó una mayor mortalidad en las larvas de *S. cosmioides* alimentadas con soja BtRR con un 26,66%; comparado con la soja convencional que presenta 8,6% (Tabla 1); estos resultados se aproximan a los obtenidos por Silva (2013) que estudiando el efecto de planta Bt y no Bt de soja sobre aspectos biológicos de *S. cosmioides* obtuvo una viabilidad de más de 80% para ambos tratamientos, Bavaresco et al. (2003) estudiando la biología de *S. cosmioides* alimentadas con soja obtuvo una viabilidad de 92%.

Tabla 1. Mortalidad (%) en cada instar y de la fase larval de *S. cosmioides* Walk (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas con hojas de soja Bt (M6410ipro) y la soja convencional (S909) en condiciones controladas. Temperatura $26\pm 2^{\circ}C$; HR: $60\pm 10\%$; Fotoperiodo: 14 h. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Tratamiento	Instares							Mortalidad (%) Fase larval
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	
Soja RR2Pro	2	9,3	12	3,3	0	0	0	26,66
Soja convencional	0,6	7,3	0,6	0	0	0	0	8

Con respecto a la fecundidad, Neonatas por casal y fertilidad (Tabla 2) no se detecta diferencias significativas para ambos tratamientos. En cuando a la fecundidad, los resultados difieren con los obtenidos por Silva (2013) con 892,36

para soja Bt con una viabilidad de 56,71% y 903,69 para soja no Bt con viabilidad de 52,27%, Marini (2014) en dieta artificial obtuvo una fecundidad de 3.301 y una viabilidad de 62%.

Tabla 2. Promedio de fecundidad, neonatas por casal y fertilidad (en %) de *S. cosmioides* Walk (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas con hojas de soja Bt (M6410ipro) y la soja convencional (S909) en condiciones controladas. Temperatura 26±2°C; HR: 60±10%; Fotoperiodo: 14 h. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Tratamiento	Fecundidad	Neonatas/ casal	Fertilidad %
Soja RR2Pro	796,47 a*	335,68 a	46,74 a
Soja convencional	704,11 a	403,44 a	61,17 a
CV(%)	62,13	78,81	42,44

*Medias en las columnas con letras iguales son estadísticamente similares a un nivel de significancia del 5% (p<= 0,05). Test de Student

Estos resultados con soja evidencian una falta de control sobre *S. cosmioides* a nivel local con eventos y variedad utilizada en el campo.

La fecundidad varió en un promedio de 1038,15 huevos y 456,25 neonatas por casal para el cultivo transgénico y de 938,50 huevos y 520 neonatas por casal para el algodón convencional. En ambos parámetros, no se observaron diferencias significativas entre los dos tratamientos (Tabla

3). En relación a la fertilidad, *S. cosmioides* alimentadas con hojas de algodón IAN 425 obtuvieron mayor porcentaje de viabilidad que las criadas con algodón DP 402 BGR. Araújo (2009) y Bernardi et al. (2010) obtuvieron datos similares al presente estudio, en el algodón Bt verificaron un mayor número de huevos por casal, pero con menor porcentaje de huevos viables.

Tabla 3. Medias de número de huevos (fecundidad), números de neonatas obtenidas y fertilidad o viabilidad de huevos en 20 casales de *S. cosmioides*, alimentadas con algodón Temperatura 26±2°C, humedad relativa 60 ±10% y fotoperiodo de 14 horas. FCA-UNA. San Lorenzo, 2015.

Tratamiento	Fecundidad	Neonatas/casal	Fertilidad (%)
1. DP 402 BGR	1.038,15 a*	456,25 a	42,56 a
2. IAN 425	938,50 a	520,00 a	55,45 b
CV (%)	28,85	36,53	24,29

*Fecundidad calculada según manual de la FAO/ IAEA/ USDA y la fertilidad o viabilidad de acuerdo a lo señalado por Hernández et al. (2010). Medias en las columnas con letras iguales son estadísticamente similares a un nivel de significancia del 5% (p<= 0,05). Test de Student.

Atendiendo el experimento en algodón. Existe poco efecto *S. cosmioides*. No obstante afecta la fertilidad del insecto cuando es alimentado con hojas que contienen la proteína Bt, pudiendo ser un posible efecto de antibiosis.

Conclusiones

Se verifica 26% de mortalidad de larvas de *S. cosmioides* alimentadas con la soja transgénica M6410ipro en los primeros instares. En cuando a la fecundidad y fertilidad en casales, no se observaron diferencias significativas entre los insectos alimentados con soja Bt RR y la variedad convencional. En algodón, el evento DP 402 BGRR presenta menor porcentaje de fertilidad o viabilidad de huevos que la variedad convencional IAN 425 pudiendo considerarse como un efecto de antibiosis en esta investigación.

Referencias bibliográficas

- Araújo, CR. 2009. Aspectos biológicos de *Spodoptera cosmioides* Walker (Lepidoptera: Noctuidae) nas cultivares de algodoeiro DeltaOpal e NuOpal (Bollgard I). São Paulo, Brasil. Consultado 15 sep. 2015. Disponible en http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/91382/araujo_cr_me_jabo.pdf?sequence=1
- Bavaresco, A; Garcia, MS; Grutzmacher, AD; Ringenberg, R; Foresti, J. 2003. Biología comparada de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em cebola, mamão, soja e feijao. *Ciencia Rural* 33(6):993-998.
- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas, Paraguay). 2016. Área de siembra, producción y rendimiento del cultivo de soja (en línea). Asunción, Paraguay, CAPECO. Consultado 16 mar. 2016. Disponible en <http://www.capeco.org.py/>
- Casuso, M. 2012. Entomología (en línea). Argentina, INTA. (Boletín técnico). Consultado 27 jul. 2014. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/informe-tecnico-eea-las-brenas-no-3/at_multi_download/file/bol_inf_eaalb3.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia); IAEA (Organismo Internacional de Energía Atómica, Austria); USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). 2003. Manual for Product quality control and shipping procedures for sterile mass-reared tephritid fruit flies. Version 5,0. Vienna, Austria, IAEA.
- Marini, LR. 2014. Aspectos biológicos de *Spodoptera cosmioides* (Walker,1858) (Lepidoptera: Noctuidae) en dieta artificial. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, Paraguay, FCA/UNA. 38 p.
- Parra, JRP. 2000. A biologia de insetos e o manejo de pragas; da criação em laboratório a aplicação em campo. Santa Maria, Brasil, UFSM/CCR/DFS. p. 1-29.
- Silva, GV; Bortolotto, OC; Biato, RR; Tonsic, DH; Pomari, AF; Yatie, AM; Bueno, AF. 2013. Biología de *Spodoptera cosmioides* (Walker,1858) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja Bt e não-Bt. *In Jornada Acadêmica da Embrapa Soja*. (9, 2014, Londrina, Brasil). Resumos expandidos. Londrina, Brasil, Embrapa Soja. p. 176-178.

Diversidad de hongos fitopatógenos asociados al cultivo del ka'a he'e (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni) en Paraguay

Adans Colmán¹, Willyane Lisboa¹, Andres Sanabria², Robert Barreto^{1*}

¹Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, Viçosa, MG, 36570-900, Brasil.

²Department of Plant Pathology, The Ohio State University, OARDC, Wooster, OH 44691

*Autor para correspondencia: rbarreto@ufv.br

Introducción

La *Stevia rebaudiana* popularmente conocida como ka'a he'e, es una planta arbustiva semi-perenne perteneciente a la familia Asteraceae. Nativa del Paraguay, esta planta se encuentra distribuida naturalmente en la región Oriental (Sojearto 2002, Tamayo 2006). Desde el punto de vista social y económico ha sido utilizada por los paraguayos por sus propiedades endulcorantes y medicinales, siendo estos esteviósidos e rebaudiósidos, en media 300 a 400 veces más dulces que el azúcar de la caña dulce. El rebaudiósido A es el más deseado debido a que presenta mayor grado de dulzura, siendo aprobado su uso como edulcorante en los Estados Unidos como resultado de iniciativas por parte de empresas como Coca Cola y Cargill (FDA 2008). Es por ello que se busca seleccionar individuos con altos contenidos de este componente (Yadav et al. 2010, Tamayo 2006).

La apertura del mercado americano para los derivados del ka'a he'e generó una gran expansión del cultivo en varios países del mundo (Lima Filho et al. 2004). Los principales países productores del ka'a he'e en el mundo son del continente asiático destacándose entre ellos Japón, China, Corea, Taiwan, Tailandia (Cruz 2015). En América del Sur es plantada principalmente en países como Paraguay, Brasil, Argentina, Peru, Colombia y Ecuador, siendo Paraguay el mayor productor con cerca de 1.500 hectáreas destinadas al cultivo (Rodriguez et al. 2007).

Con el aumento de la demanda internacional por el cultivo, grandes extensiones han sido

plantadas llevando al surgimiento inevitable de problemas fitosanitarios relacionados a plagas y enfermedades fúngicas. Hasta el momento poco se conoce sobre los patógenos asociados al cultivo del ka'a he'e en el centro de origen, existen algunos relatos de patógenos asociados donde esta planta es cultivada (Farr y Rossman 2017).

Como todo cultivo, el ka'a he'e es susceptible al ataque de patógenos. Varios patógenos han sido relatados en la literatura asociados a su cultivo alrededor del mundo, siendo la mayoría de ellos reportados de forma incompleta sin la identificación precisa de las especies (Farr y Rossman 2017). En Paraguay en un levantamiento inicial fueron relatados *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Sclerotium* sp., *Alternaria* sp. y *Septoria* sp. como los más relevantes (Orrego 1997).

En los últimos años numerosas técnicas moleculares han sido utilizadas para estudios taxonómicos revolucionando la taxonomía de muchos hongos filamentosos, con resultados bastante acurados (Menezes 2006). La correcta identificación del agente causal de una enfermedad es el punto de partida para poder generar informaciones biológicas básicas acerca de la etiología de la enfermedad y así planear estrategias de control.

Con el objetivo de complementar las informaciones relacionadas a los patógenos fúngicos asociados al cultivo del ka'a he'e en Paraguay, el presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar la micobiota fitopatogenica asociada al cultivo del ka'a he'e en el centro de origen con base a caracteres morfológicos y moleculares.

Metodología

Las muestras incluidas en este estudio fueron colectadas entre 2015 y 2016 en áreas con cultivos experimentales y comerciales de tres departamentos, San Pedro, Cordillera y Paraguarí. Plantas que presentaban síntomas de enfermedades fueron fotografiadas y colectadas en sobres de papel. Todas las muestras fueron llevadas para el departamento de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción para una selección previa, con ayuda de un microscopio estereoscópico y siempre que estructuras fúngicas parecían estar asociados a los síntomas de la enfermedad, fueron aislados en placas con medio Papa-Dextrosa-Agar (PDA), conjuntamente algunos aislados que fueron cedidos por el Departamento de Fitopatología del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA) fueron reactivados en el mismo medio. Láminas fueron montadas en lactofenol y las estructuras fúngicas fueron medidas y fotografiadas utilizando un microscopio Olympus BX53. Todos los patógenos fueron aislados y preservados en glicerol al 10% en un Ultra Freezer a -80°C . Fueron realizados ensayos de patogenicidad en variedades comerciales cedidas por el IPTA. Para complementar la caracterización morfológica, estudios moleculares fueron realizados, para ello fue extraído el ADN de un cultivo puro monospórico utilizando el kit Wizard Genomic

DNA Purification Kit® (Promega, Madison, EUA), siguiendo las recomendaciones del fabricante. Los cebadores específicos para cada género fueron utilizados basados en recomendaciones de artículos científicos específicos para cada género (Tabla 1).

Para la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) fueron utilizados: 12,5 μL de DreamTaq™ PCR Master Mix 2X (MBI Fermentas, Vilnius, Lithuania), 1 μL de cada cebador a 10 μM (senso y antisenso) sintetizados por Invitrogen (Carlsbad, U.S.A.), 1 μL de dimetilsulfóxido (DMSO, Sigma - Aldrich, St. Louis, MO, U.S.A.), 5 μL de albumina de suero bovino (BSA, Sigma - Aldrich, St. Louis, MO, U.S.A.) 100 \times (10 mg mL^{-1}), 2 μL del DNA genómico (25 ng μL^{-1}) e 2,5 μL de agua libre de nucleasa para completar un volumen de 25 μL .

Todos los productos de PCR amplificados fueron confirmados mediante electroforesis en gel con 2% de agarosa e teñidos con GelRed™ (Biotium Inc., Hayward, CA, EUA) en Buffer TAE 1.0 \times . Posteriormente se observaron a través de un transiluminador de luz ultravioleta, para ser fotografiados y grabados en un computador. Los amplicones fueron purificados y secuenciados por la Macrogen Inc., Corea del Sur (<http://www.macrogen.com>).

Tabla 1. Lista de cebadores utilizados para la caracterización molecular de los hongos fitopatógenos asociados al ka'a he'e, Paraguay, 2017.

Genes	Cebadores	Secuencia del cebador 5'- 3'	Referencia
Espaciador Interno Transcrito ITS	ITS-1F	CTT GGT CAT TTA GAG GAA GTAA	Gardes & Bruns, 1993; White et al., 1990
	ITS-4	TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC	
Beta Tubulina TUB2	T1	AAC ATG CGT GAG ATT GTA AGT	O'Donnell & Cigelnik, 1997 Glass & Donaldson, 1995
	Bt-2b	ACC CTC AGT GTA GTG ACC CTT GGC	
ARN Polimerasa RPB2	RPB2-5F2	GGGGWGAYCAGAAGAAGG	Sung et al. 2007 Liu et al. 1999
	fRPB2-7cR	CCCATRGCCTTGYYTTRCCCAT	
Actina ACT	ACT-512F	ATG TGC AAG GCC GGT TTC GC	Carbone & Kohn, 1999
	ACT-783R	TAC GAG TCC TTC TGG CCC AT	
Gliceraldeído - 3- fosfato deshidrogenase(GAPD)	GDF1	GCC GTC AAC GAC CCC TTC ATT GA	Guerber et al., 2003
	GDR1	GGG TGG AGT CGT ACT TGA GCA TGT	
Quitina sintase CHS	CHS-79F	TGG GGC AAG GAT GCT TGG AAG AAG	Carbone & Kohn, 1999
	CHS-354R	TGG AAG AAC CAT CTG TGA GAG TTG	
Calmandulina CAL	CAL228F	GAG TTC AAG GAG GCC TTC TCC C	Carbone & Kohn, 1999
	CAL737R	CAT CTT TCT GGC CAT CAT GG	

La edición de las secuencias fue realizada con el software DNA dragon, a continuación se determinó la secuencia consenso de cada aislamiento mediante la edición manual y alineamiento de las secuencias en ambos sentidos. Las secuencias generadas fueron alineadas con otras obtenidas del GenBank, utilizando el programa MUSCLE® (Edgar 2004) que pertenece al software MEGA 6.0 (Tamura et al. 2013). La filogenia fue construida por medio de métodos basados en Inferencia Bayesiana (IB) empleando una Cadena de Markov Monte Carlo (MCMC).

Antes de iniciar la IB, el mejor modelo de sustitución de nucleótidos para cada gen fue determinado separadamente con MrMODELTEST 2.3 (Posada y Buckley 2004). La IB fue realizado por MrBayes v.3.2.6 (Ronquist et al. 2012) procesado por el portal web CIPRES (Miller et al. 2010). Los valores de Verosimilitud fueron calculados y el modelo fue seleccionado de acuerdo con Akaike Information Criterion (AIC). Las cuatro cadenas de MCMC fueron llevadas a cabo simultáneamente, iniciando aleatoriamente hasta 10.000.000 de generaciones. Los árboles filogenéticos fueron muestreados a cada 1000 generaciones, resultando 10.000 árboles. Las primeras 2.500 fueron descartadas del análisis. Los valores de probabilidad posterior (Rannala

y Yang 1996) fueron determinados del árbol consenso a través de los 7.500 árboles restantes. El análisis fue realizado por el portal CIPRES Science Gateway en el supercomputador de San Diego (Miller et al. 2010). Finalmente, el árbol filogenético fue visualizado utilizando el software FigTree (Rambaut 2009) y exportada a programas gráficos.

Resultados y discusión

Un total de 12 especies diferentes de hongos, considerados como patógenos fueron encontrados en asociación con el ka'a he'e, causando síntomas de enfermedades como antracnosis, royas, manchas foliares, pudriciones radiculares y verrugosis (Tabla 2).

En cultivos comerciales de *Stevia rebaudiana* localizados en Golondrinas (Valle del Cauca) y Puerto Tejada (Cauca), se identificaron 22 géneros de hongos identificados como: *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Alternaria* sp., *Curvularia* sp., *Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp., *Ascochyta* sp., *Thielaviopsis* sp., *Pestalotia* sp., *Cercospora* sp., *Helminthosporium* sp., *Drechslera* sp. y *Nigrospora* sp., constituyendo algunos de ellos nuevas asociaciones y reportes para el cultivo en Colombia. Los patógenos

Tabla 2. Hongos fitopatógenos asociados al cultivo de ka'a he'e *Stevia rebaudiana* (Bertoni). Bertoni. Paraguay, 2017.

Síntomas	Patógenos	Parte afectada
Marchitez y Pudrición Radicular	<i>Sclerotium rolfsii</i>	Raíz y Tallo
	<i>Fusarium incarnatum</i>	Raíz y Tallo
	<i>Fusarium oxysporum</i>	Raíz y Tallo
	<i>Macrophomina phaseolina</i>	Raíz y Tallo
Manchas Foliares	<i>Septoria</i> sp. nov.	Hojas, flores y semillas
	<i>Alternaria burnsii</i>	Hojas, flores y semillas
	<i>Alternaria novae-guinensis</i>	Hojas, Tallos y Semillas
	<i>Phoma omnivirens</i>	Hojas
	<i>Corynespora cassicola</i>	Hojas
	<i>Cercospora</i> sp. nov.	Hojas
Antracnosis	<i>Colletotrichum truncatum</i>	Hojas y Tallos
Verrugosis	<i>Elsinoe</i> sp. nov.	Hojas y Tallos
Roya	<i>Aecidium minimum</i> .	Hojas

encontrados con mayor frecuencia fueron *Fusarium* sp. *Rhizoctonia* sp., *Colletotrichum* sp. y *Alternaria* sp. (Arturo et al. 2009).

En la base de datos de los Estados Unidos, Farr y Rossman (2017) listan los siguientes para el cultivo de Stevia en el mundo siendo estos: *Alternaria alternata* (India), *Alternaria steviae* (Japón), *Botrytis cinerea* (Italia), *Fusarium oxysporum* (Brasil), *Fusarium solani* (India), *Oidium* sp. (Brasil), *Sclerotinia sclerotiorum* (Canada, EUA), *Septoria* sp. (Brasil), *Septoria steviae* (Canada, China), *Uromyces* sp. (Brasil) y *Verticillium dahliae* (EUA).

La ausencia de los patógenos identificados por Orrego (1997) en esta principal base de datos tal vez sea debido a la falta de la identificación de las especies y el impacto internacional de la revista en la que el trabajo fue publicado. Esto genera una laguna de conocimientos para la comunidad científica en general sobre los patógenos asociados a este cultivo en el centro de origen.

Con la nueva caracterización de los patógenos asociados al cultivo del ka'a he'e en Paraguay, trabajos futuros para el manejo de los mismos con variedades resistentes o desarrollar paquetes tecnológicos para los productores para poder controlarlos eficazmente podrían ser desarrollados.

Conclusión

Con base en las características morfológicas y moleculares doce hongos fueron identificados asociados al cultivo del ka'a he'e en el Paraguay. Tres especies serán propuestas como nuevas para la ciencia *Elsinoe* sp. nov. *Septoria* sp. nov. e *Cercospora* sp. nov.; *Aecidium minimum*, *A. burnsii*, *A. novae-guineensis*, *Cercospora* sp., *C. cassicola*, *C. truncarum*, *M. phaseolina* e *P. omnivirens* nunca habían sido reportados oficialmente en el mundo en asociación a *S. rebaudiana*.

Fue comprobada la patogenicidad de todos los hongos excepto para *Aecidium minimum*.

Entre los principales patógenos caracterizados la verrugosis causada por *Elsinoe* sp. nov. sería una nueva amenaza para el cultivo, conjuntamente a las ya existentes mancha negra y septoriosis causadas por *Alternaria* spp. y *Septoria* sp. nov.

Referencias bibliográficas

- Arturo, MC; González, CT; Peña E J, Peña, EJ; Díaz, JE. 2009. Microorganismos 1523 patógenos de *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Bioagro* 21: 173–178.
- Carbone, I; Kohn, LM. 1999. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. *Mycologia* 91:553–556.
- Cruz, MM. 2015. *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni: una revisión. *Cultivos Tropicales* 36(1):5-15.
- Edgar, RC. 2004. MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and 1602 high throughput. *Nucleic Acids Research* 32(5):1792–1797.
- Farr, DF; Rossman, AY. 2017. Fungal Databases, systematic mycology and microbiology 1612 laboratory, ARS, USDA. (on line, Databases). United States. Accesado 25 fev 2017. Disponible em <http://nt.ars-1613.grin.gov/fungaldatabases/>
- FDA (Food and Drug Administration, United States). 2008. Food and Drug Administration (en línea, página web.). United States. Accesado 25 fev. 2017. Disponible em <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/fdcc/?set=GRASNotices&id=253>
- Glass, NL; Donaldson, GC. 1995. Development of primer sets designed for use with the PCR to amplify conserved genes from filamentous Ascomycetes. *Applied and Environmental Microbiology* 61(4):1323–1330.
- Guerber, JC; Correll, JC. 2001. Characterization of *Glomerella acutata*, the teleomorph of *Colletotrichum acutatum*. *Mycologia* 93(1):216–229.



- Lima Filho, O; Candeira Valois, AC; Zander Martinez, Lucas. 2004. Sistemas de produção 5: stevia. Dourados, Brasil, Embrapa Agropecuaria Oeste; Maringá, Steviafarma Industrial. 55 p.
- Liu, YJ; Whelen, S; Hall, BD. 1999. Phylogenetic relationships among ascomycetes: evidence from an RNA polymerase II subunit. *Molecular Biology and Evolution* 16(12):1799–1808.
- Menezes, M. 2006. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica* 3:170-179.
- Miller, MA; Pfeiffer, W; Schwartz, T. 2010. Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees in Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE). New Orleans, LA, USA, 8 p. doi:10.1109/GCE.2010.5676129
- Orrego, FAL. 2001. Levantamiento de enfermedades y plagas en Ka'a he'e *Stevia rebaudiana* (Bertoni). *Revista de Ciencia y Tecnología* 1(3):8922–7587.
- Posada, D; Buckley, TR. 2004. Model selection and model averaging in phylogenetics: advantages of Akaike Information Criterion and Bayesian approaches over likelihood ratio tests. *Systematic Biology* 53 (5) :793–808.
- Rambaut, A. (2009). FigTree 1.2.2. <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>. Accessed 15 January 2016.
- Rannala, B; Yang, Z. 1996. Probability distribution of molecular evolutionary trees: a new method of phylogenetic inference. *Journal of Molecular Evolution* 43:304–311.
- Rodríguez Gonzalez, H; Acosta de la Luz, LL, Hechevarría Sosa, I; Rivera Amita, MM., Rodríguez Ferradá, CA; Sánchez Govín, E, Milanés Figueredo, M. 2007. Comportamiento del cultivo de *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni en Cuba (en línea). *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 12 (4): 0-0.
- Ronquist, FM; Teslenko, M; Van der Mark, P; Ayres, D; Darling, A; Höhna, S; B, Larget, B; Liang, L; Suchard, M; Huelsenbeck, JP. 2012. MrBayes 3.2: efficient bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic Biology* 61(3):539-542.
- Soejarto D. 2002. Botany of *Stevia* and *Stevia rebaudiana*. In A. Kinghorn (Ed.), *Stevia: The genus Stevia* London, Taylor and Francis. pp. 18–39.
- Sung, GH; Sung, JM, Hywel-Jones, NL; Spatafora, JW. (2007). A multi-gene phylogeny of Clavicipitaceae (Ascomycota, Fungi): identification of localized incongruence using a combinational bootstrap approach. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44 (3):1204–1223.
- Tamayo V. 2006. Tecnología para el cultivo de la estevia. Colombia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Colombia. 116 p. (Manual Técnico 7)
- Tamura, K; Stecher, G; Peterson, D; Filipski, A; Kumar, S. 2013. MEGA6: Molecular evolutionary genetics analysis Version 6.0. *Molecular Biology and Evolution* 30 (12):2725–2729.
- White, TJ; Bruns, T; Lee, S; Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *In: PCR protocols: A guide to methods and amplifications*. Innis, MA; Gelfand, DH; Sninsky, JJ; White, TJ. (eds). San Diego, Academic Press. 461 p.
- Yadav AK, Singh S, Dhyani D, Ahuja PS. (2010). A review on the improvement of stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni)]. Institute of Himalayan Bioresource Technology (Council of Scientific and Industrial Research). Himachal Pradesh, India. *Canadian Journal of Plant Science* 91(1) : 1-27.

Impacto económico de la presencia de moscas de la fruta en el Paraguay

Liz Carolina Garay de Gauto^{1*}

¹Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (SENAVE), San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: carolina.garay@senave.gov.py

Introducción

Las moscas de la fruta son consideradas una de las plagas más importantes en cultivos frutihortícolas y de gran impacto económico para el sector teniendo en cuenta que son las que causan los mayores daños en frutos producidos por las larvas y daños secundarios causados por la entrada de microorganismos patógenos y son las principales limitantes del comercio de frutos frescos en el mundo. El complejo moscas de la fruta, Díptera, Tephritidae, incluye especies plaga de importancia económica y cuarentenaria que en su conjunto tienen la capacidad de infestar más de 400 especies de frutas y algunas hortalizas (Mendez y Urias 2016). En el Paraguay la producción frutihortícola está en constante aumento y las condiciones climáticas hacen propicia la obtención de frutos codiciados por otros países lo cual hicieron necesaria la negociación con las autoridades fitosanitarias de países socios para la apertura de mercados y la implementación de programas de control.

En base a lo que representan las moscas de las frutas en cultivos frutihortícolas, resulta justificado analizar el impacto que ocasiona la presencia de estas plagas en el país en base a una exhaustiva revisión de la información disponible.

Desarrollo

En la década del 80 se iniciaron los primeros trabajos de investigación relacionados a esta plaga, y en la década del 2000, el Paraguay ha enfrentado los desafíos que representan las amenazas de esta plaga a los cultivos frutihortícolas con miras a la exportación, tal es así que se iniciaron los primeros trabajos de monitoreo de esta plaga en los Departamentos de

Alto Paraná e Itapuá, extendiéndose luego a los demás Departamentos, tales como Concepción, Cordillera, Misiones y Paraguari. (Garay 2016). En el año 2005 se firmó el Plan de trabajo para la exportación de frutos frescos de cucurbitáceas desde Concepción a la República Argentina, asegurando el nivel adecuado de protección a fin de evitar la introducción de la plaga cuarentenaria *Anastrepha grandis* (Macquart 1846), Díptera: Tephritidae, mediante la aplicación de un Sistema Integrado de Medidas de Mitigación de Riesgo, lo cual conlleva el monitoreo permanente de la plaga a fin de no perder el status de la plaga en las zonas de producción, logrando en el año 2014 la apertura también del mercado a la República del Uruguay (SENAVE 2016).

Con la cooperación de APHIS/USDA e IICA en el año 2009 se implementó en forma exitosa el programa de muestreo para la detección de la mosca de la fruta en el Departamento de Cordillera con miras a la exportación de mango. Para todos los casos de monitoreo se emplean la utilización de trampas Jackson y McPhail y atrayentes como proteína hidrolizada para la captura de adultos de moscas de las frutas (SENAVE 2010).

A nivel país se tiene registrado la presencia de 27 especies del género *Anastrepha* (Díptera: Tephritidae) y una especie del género *Ceratitis*, sin embargo, *Anastrepha fraterculus* Wiedemann y *Anastrepha agrandis* (Macquart) son las especies de moscas más frecuentes, las más distribuidas a nivel país y las de mayor importancia cuarentenaria económica para los actuales países interesados en importar nuestras frutas y hortalizas (Garay 2016). *A. fraterculus* está asociada comúnmente a las familias de frutales de las Myrtaceae (Guayabas), Rutaceae (Cítricos) y Anacardiaceae (Mango) mientras que



A. grandis con la familia de las Cucurbitaceae (Melón, Sandía, Calabaza, Calabacín) (Matheus 2006).

La importancia de la presencia de moscas de la fruta radica fundamentalmente a que las mismas ocasionan daños físicos directos en la pulpa de las frutas además de implicaciones indirectas tales como las medidas cuarentenarias y los tratamientos de poscosecha. Las moscas de la fruta al seguir la vía de ingreso a través de las diferentes frutas y hortalizas de fruto, pueden llegar a convertirse en un riesgo para la sanidad vegetal del país importador, ya que la plaga sigue la vía de ingreso en las diversas frutas y hortalizas de frutas, es decir se transportan en el producto, factor limitante para las exportaciones. Por lo tanto, resulta de importancia estratégica llevar a cabo acciones de vigilancia fitosanitaria en forma eficaz, como así también la implementación de estrategias de control de manera a obtener productos de buena calidad, capaces de competir con otros mercados e ir ampliando los mercados internacionales (Arévalo 2015).

Conclusión

La presencia de las moscas de la fruta causa pérdidas importantes en los cultivos frutihortícolas por la disminución de la calidad de los frutos, la entrada de microorganismos y la pérdida de mercados internacionales. De no ejecutarse el monitoreo de la plaga, estrategias de control y la implementación de Programas de exportación, llevaría a una pérdida de producción, pérdida de competitividad y pérdida de mercados internacionales.

Referencias bibliográficas

- Arévalo Peñaranda, E. 2015. Implementación de acciones fitosanitarias para la prevención y control de las moscas de la fruta en Colombia a fin de contribuir al mejoramiento de la condición fitosanitaria de la producción hortifrutícola Colombiana y a la exportación de frutas sanas: Proyecto. Colombia, Asociación frutihortícola de Colombia.
- Garay, LC. 2016. Distribución de especies de moscas de la fruta en 6 Departamentos del Paraguay. San Lorenzo, Paraguay, SENAVE.
- Matheus, H. 2006. Las moscas de la Fruta. MAPAMA, España. (Boletín de Sanidad Vegetal N° 44)
- Mendez, W; Urias, C. 2016. Fortalecimiento de los Sistemas de Vigilancia y Control de Moscas de la Fruta en la Región del OIRSA *In* Reunión del Grupo de Trabajo en Moscas de la Fruta del Hemisferio Occidental (9, 2016, Buenos Aires, Argentina). Buenos Aires, Argentina. p. 26.
- SENAVE (Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas, Paraguay). 2010. Informe final en el marco del convenio entre el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Inspección de Enfermedades de Plantas y Animales, APHIS y el Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas para la Identificación de especies de moscas de la fruta en el Departamento de Cordillera. Asunción, Paraguay, SENAVE.
- SENAVE (Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas, Paraguay). 2016. Plan trabajo para la exportación de frutos frescos de cucurbitáceas desde Concepción a la República de Argentina y al Uruguay. Asunción, Paraguay, SENAVE.

Presencia del ácaro *Mononychellus planki* en zonas productoras de soja en Sureste de Paraguay

María B. Ramírez de López^{1*}, Osmar Rene Arias¹, Gilberto José de Moraes²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Departamento de Entomología y Acarología de la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidad de São Paulo, Piracicaba, SP.

*Autor para correspondencia: mramirez@agr.una.py

Introducción

La soja (*Glycine max* (L.) Merr.) es el cultivo agrícola más importante en el Paraguay, la que mayor renta produce al país. En la campaña 2015-2016 se sembró una superficie de 3.264.480 hectáreas y una producción total de 9 millones toneladas. Por estos motivos se ha convertido en los últimos años en uno de los pilares de la economía paraguaya (CAPECO 2016).

Al igual que otros cultivos, la soja está expuesta a una gran cantidad de limitaciones que afectan su crecimiento, desarrollo y rendimiento; entre los factores se mencionan los de origen biótico, como las plagas que pueden estar presentes en cualquier etapa de su desarrollo. En el año 2015 se reportó a la SENAVE la presencia del ácaro *Mononychellus planki* en este cultivo. Los ácaros son plagas succionadoras que atacan el cultivo produciendo reducción del rendimiento, son favorecidos por condiciones de sequía y baja humedad, pudiendo ser muy dañinos si no se manejan adecuadamente (Moraes y Flechtmann 2008). En Rio Grande do Sul, Brasil, en diferentes localidades fueron observados ataques severos de ácaros ocasionando daños al cultivo de la soja, estas ocurrencias han sido consideradas anormales y se deben principalmente a factores climáticos, se sospecha también que podrían ser el monocultivo, el uso intensivo de insumos químicos, que perjudican la diversidad biológica en el sistema, ocasionando el desequilibrio poblacional de determinados artrópodos fitófagos, que pueden ocasionar daños económicos al cultivo (Roggia 2007).

El objetivo del presente trabajo fue identificar

y cuantificar ácaros de las zonas productoras de soja en el suroeste de Paraguay.

Metodología

El estudio se realizó en 9 localidades de la Región Oriental del Paraguay (Figura 1), Santiago, Capitán Miranda, Tomás Romero Pereira, Iruña, Naranjal, Santa Rita, Hernandarias, Yhovy e Yvyrarobaná. En la zafra 2014/2015 en el mes de enero se colectaron, de cada localidad, hojas de 10 plantas de soja al azar (2 hojas por planta), totalizando 20 hojas, a fin de observar presencia de ácaros (Metodología adaptada de Guedes et al. 2007).

Las hojas colectadas fueron colocadas en frascos con alcohol etílico al 70%, que fueron agitadas por 10 segundos y luego retiradas. Posteriormente las hojas con ácaros fueron transportadas al Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), para la observación, conteo y montaje de los ácaros. Para la identificación taxonómica de los ácaros fueron enviados al Departamento de Entomología y Acarología de la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidad de São Paulo, Piracicaba, Brasil, donde fueron montados en medio de Hoyer y observados con microscopio con contraste de fase.

Los ácaros fueron identificados por el Profesor Dr. Gilberto de Moraes. Los especímenes fueron solicitados para la colección del Departamento de Acarología de la ESALQ y los demás fueron guardados en el Laboratorio de Entomología de la FCA/UNA.

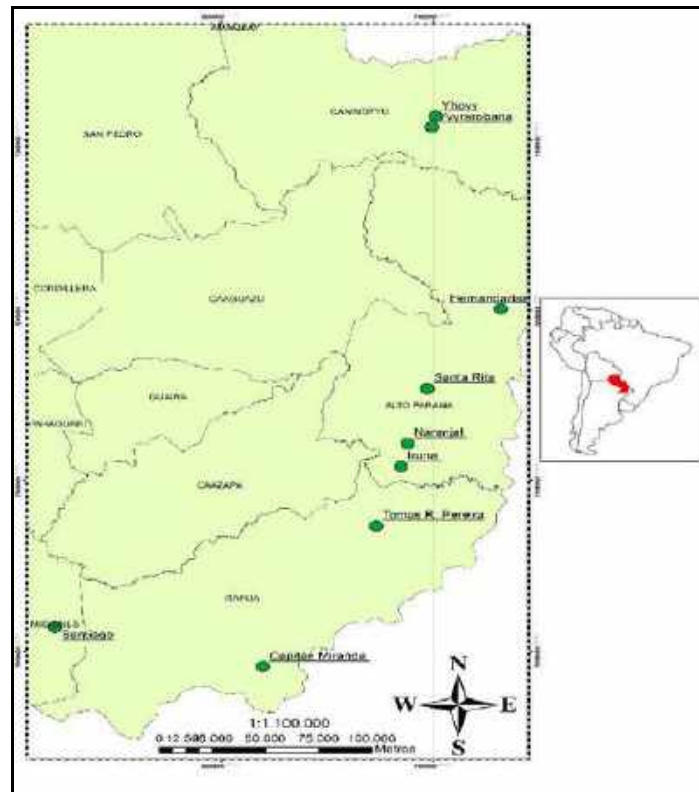


Figura 1. Mapa de localización del ácaro *Mononychellus planki*, en las zonas productoras de Sureste de la Región Oriental del Paraguay.

Resultados y discusión

Se identificó la presencia del ácaro *M. planki* (McGregor 1950) en todas las localidades donde fueron muestreadas las hojas de soja. Este ácaro pertenece a la familia Tetranychidae, del orden Prostigmata, clase Arachnida.

Según (Freítez y Alvarado 1976) describen a las hembras de color verde, se caracteriza por presentar los lóbulos de las estrias dorsales del cuerpo formando un diseño reticulado en el área dorso central del propodosoma y en las áreas circundantes a la base de las setas histerosomales (Figura 2A y 2B).

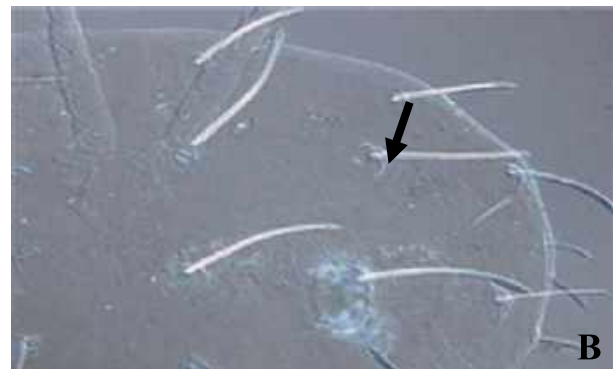


Figura 2. Vista general de la hembra de *Mononychellus planki* (A), Hembra de *Mononychellus planki*, setas dorsales del cuerpo insertadas sobre tubérculos (B).

El macho presenta el aedeagus (aparato reproductor) curvado hacia el vientre (Figura 3), con dos angulaciones en la protuberancia terminal, la anterior aguzada y la posterior más corta y de aspecto romo. Este ácaro vive en ambos lados de las hojas, todas las fases activas son de coloración verde intensa, con patas amarillas. Los huevos son verde claro y colocados a lo largo de la nervadura. No elaboran tela, las colonias

permanecen en las nervaduras, produciendo manchas cloróticas. Tienen preferencia de las hojas más nuevas de las plantas. En un aspecto general, *M. planki* se distingue visualmente de las demás especies de Tetraniquídeos debido a la coloración verde intensa y el arqueamiento más pronunciado en el dorso (Moraes y Flechtmann 2008).



Figura 3. Vista del aedeago del macho de *M. planki*.

En la Tabla 1, se observa la cantidad de ácaros colectados y la frecuencia de los mismos. El mayor número de ocurrencia de *M. planki* se observó en las localidades de Tomás Romero Pereira e Ybyrarobaná con una frecuencia de 31 y 28%, respectivamente. En la localidad de Capitán Miranda resultó la población más baja con una frecuencia de 0,2%. Roggia (2007) realizó levantamientos de *M. planki* en Municipios de Rio Grande do Sul, Brasil, en la zafra 2004/05 con resultados de baja y alta intensidad de ataque. En soja de segunda zafra (zafrinha) el

ataque del ácaro-verde *M. planki*, la ocurrencia es más intensa en la formación de grano con un aumento poblacional y está relacionado con la frecuencia y volumen de lluvia. Además del manejo de la plaga con el uso racional de insecticidas presentan ataques menos intensos del ácaro-verde. Por otro lado en Municipios de Rio Grande do Sul, Brasil, en la zafra agrícola del cultivo de la soja genéticamente modificada 2002/03 y 2003/04 fueron observadas severas infestaciones del ácaro fitófago *M. planki* (Guedes et al. 2007).

Tabla 1. Número de ácaros presentes en hojas de soja muestreadas en zonas productoras del Sureste del Paraguay.

Localidad	Número de ácaros colectados	Frecuencia (%)
Santiago (Misiones)	143	6,2
Capitán Miranda (Itapúa)	6	0,2
Tomás Romero Pereira (Itapúa)	705	31,0
Iruña (Alto Paraná)	38	1,6
Naranjal (Alto Paraná)	133	5,8
Santa Rita (Alto Paraná)	295	12,9
Hernandarias (Alto Paraná)	161	7,0
Yhovy (Canindeyú)	152	6,6
Ybyrarobaná (Canindeyú)	640	28,1

Conclusión

Se ha identificado la presencia del ácaro Tetranychidae *Mononychellus planki* en el cultivo de soja en las zonas productoras del sureste del Paraguay con presencia mínima de 6 (0,2%) y máxima de 705 (31%) ácaros en las zonas estudiadas.

Referencias bibliográficas

CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas). 2016. Uso de la soja (en línea). Asunción, Paraguay, CAPECO. Consultado 24 nov. 2016. Disponible en <http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>

Freítez, F; Alvarado G. 1976. Nota preliminar sobre ácaros tetraniquídeos del girasol en Venezuela (Acarina: Tetranychidae) (en línea). *Agronomía Tropical* 26(2):167-169. Consultado 28 dic. 2015. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2602/arti/freitez_f.htm

Guedes, JVC; Navia, D; Lofego, AC; Dequech, STB. 2007. Ácaros associados à cultura da soja no Rio Grande do Sul (en línea). *Neotropical Entomology* 36(2):288-293. Consultado 22 dic. 2015. Disponible en http://scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2007000200017&lng=en

Moraes, G; Flechtmann, C. 2008. Manual de acarología: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Brasil, Holos Editora. 306 p.

Roggia, S. 2007. Acaros tetraniquídeos (Prostigmata: Tetranychidae) associados a soja no rio grande do sul: ocorrência, identificação de especies e efeito de cultivares e de plantas daninhas (en línea). Santa Maria, RS, Brasil. Consultado 19 dic. 2015. Disponible en http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/4/TDE-2007-06-06T081530Z-613/Publico/SAMUEL.pdf

Insectos plagas presentes en pasturas naturales e implantadas de Paraguay

Humberto J. Sarubbi O.^{1*} y María Bernarda Ramírez de López¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay.

* Autor para correspondencia: humberto.sarubbi@agr.una.py

Introducción

Diversos son los insectos plagas que se presentan en las Poáceas utilizadas como alimento forrajero de ganado vacuno (Silva 2011 y Triplehorn y Johnson 2011). Debido a que la pecuaria paraguaya tiene como base alimenticia a las praderas con pastos naturales e implantados, requiere una identificación adecuada de los insectos que puedan afectar la calidad de la biomasa y semillas de dichas Poáceas, ya que constituye el primer paso para el desarrollo de estrategias adecuadas de manejo (Glatzle y Stosiek 2001, Nakano 2011 y Fazolin et al. 2012).

El objetivo del presente trabajo fue identificar insectos dañinos a pasturas, hospederos, descripción de daños en las plantas y ocurrencia por Departamento del Paraguay.

Metodología

En primer lugar, se realizó una revisión de la colección de insectos del Área de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, a modo de elaborar la lista de aquellas plagas registradas que se presentan en las pasturas y que causan daño en estas. Posteriormente se procedió a realizar colectas al azar, durante los años 2014-2016, en las cuatro estaciones del año (una colecta por estación), de diferentes especies de Poáceas que presentaban daños por insectos, en áreas abiertas de potreros, destinados al pastoreo de vacunos en los Departamentos: Región Occidental o Chaco, Alto Paraguay (APY), Boquerón (BOQ), Villa Hayes (VHA), y Región Oriental, Concepción (CON), San Pedro (SPE), Amambay (AMA), Canindeyú (CAN),

Caaguazú (CAG), Alto Paraná (APA), Central (CEN), Cordillera (COR), Paraguairí (PAR), Guairá (GUA), Caazapá (CAZ), Itapúa (ITA) y Misiones (MIS). Las muestras colectadas fueron de las especies *Paspalum notatum* (PN), *Urochloa brizantha* (UB), *Urochloa humidicola* (UH), *Urochloa ruziziensis* (UR), *Urochloa decumbens* (UD), *Panicum maximum* (PM), *Digitaria eriantha* (DE), *Cenchrus ciliaris* (CC), *Cynodon nlemfuensis* (CN), *Urochloa arrecta* x *Urochloa mutica* (UA x UM) y *Pennisetum purpureum* (PP).

Los insectos plagas fueron colectados, registrando datos de fecha, lugar y hospedero, siendo fotografiados y depositados inmediatamente en recipientes plásticos para su identificación. La colecta fue manual y con uso de red entomológica (aro de 50 cm y largo de saco de 1 m). Estos fueron llevados al laboratorio de Entomología y examinados con estereoscopio para la identificación respectiva. Para la identificación de insectos se utilizó los materiales técnicos de Fowler (1979), Calderón et al. (1982), Kidono 1982, Gallo et al. (2002), Glatzle 1999, Valerio et al. (1999), Piedra y Carrillo 1999, Della Lucia (2011), Triplehorn y Johnson (2011) y Fazolin et al. (2012).

Resultados y discusión

Se identificaron 18 especies de insectos (Tabla 1); el orden Hymenoptera de la familia Formicidae (5), Isoptera; familia Termitidae (3), Hemiptera; familias Lygaeidae (1) y Cercopidae (4), Lepidóptera; familia Noctuidae (2) y Orthoptera; familia Acrididae (3). Se pudo observar que los insectos con mayor cantidad de especies (9) son las hormigas cortadoras y cigarritas (salivazo).

En cuanto a los hospederos, los géneros *Urochloa* y *Panicum* son los más importantes en el país, por la superficie cubierta por estos, por lo tanto, la mayor variabilidad de insectos

se encontró en estas pasturas. Aunque existen casos únicos como UA x UM (tangola) que es hospedero exclusivo de *Blissus antillus* (chinche de las gramíneas).

Tabla 1. Insectos plagas presentes en diferentes pasturas de Paraguay. FCA-UNA, San Lorenzo, Paraguay, 2017.

Insectos	Hospederos	Daños observados en las pasturas	Ocurrencia por Departamento del país*
<i>Atta capiguara</i>	UB, UR, UD, PM, CN, PN	Corte de hojas	SPE, CAG, CEN, APA
<i>Atta sexdens rubropilosa</i>	PP	Corte de hojas	CEN
<i>Atta vollenweideri</i>	PM, CN, DE, CC	Corte de hojas	APY, BOQ, VHA
<i>Acromirmex landolti fracticornis</i>	UB, UR, UD, PM, CN, PN	Corte de hojas	CON, AMA, SPE, CEN, COR, PAR, CAZ, CAG, GUA, MIS
<i>Acromirmex heyeri</i>	PN	Corte de hojas	MIS
<i>Cornitermes cumulans</i>	UB, UR, UD, PM, CN, PN, UH	Montículos en potreros, pérdida de superficie.	CON, AMA, CAN, SPE, CEN, COR, PAR, CAZ, CAG, APA, ITA, MIS
<i>Cornitermes bequaerti</i>	UB, UR, PM, CN, PN, UH	Montículos en potreros, pérdida de superficie.	CON, AMA, CAN, SPE
<i>Procornitermes striatus</i>	UB, UR, PM, CN, PN, UH	Consumo de semillas	CEN, COR, PAR, CAZ, CAG, APA, ITA
<i>Blissus antillus</i>	UA x UM (tangola)	Amarillamiento y secado de hojas. Muerte de plantas	VHA
<i>Notozulia entreriana</i>	UB, UR, UH, UD, PM, CN, DE, CC	Amarillamiento y secado de hojas. Debilitamiento de plantas	En los 16 Departamentos estudiados.
<i>Deois flavopicta</i>	UB, UR, PM, CN, UH, UD	Amarillamiento y secado de hojas. Debilitamiento de plantas	CEN, AMA, SPE, CAG, APA
<i>Deois mourei</i>	CN, PM, UB, UD	Amarillamiento y secado de hojas. Debilitamiento de plantas	CEN, SPE, CAG, APA
<i>Mahanarva fimbriolata</i>	PP	Amarillamiento y secado de hojas	AMA, CON, SPE, CEN, COR, PAR, CAG, CAZ, APA, GUA, MIS, ITA
<i>Mocis latipes</i>	UB, UR, UH, UD, PM, CN, DE, CC	Consumo de hojas	En los 16 Departamentos estudiados.
<i>Spodoptera frugiperda</i>	UB, UR, UH, UD, PM, CN, DE, CC	Consumo de hojas	En los 16 Departamentos estudiados.
<i>Staurorhectus longicornis</i>	PM, CC, CN	Consumo de hojas	APY, BOQ
<i>Schistocerca cancellata</i>	PM, CC, CN	Consumo de hojas	APY, BOQ
<i>Rammatocerus schistocercoides</i>	PM, CC, CN	Consumo de hojas	APY, BOQ

* Ocurrencia determinada acorde a los registros de la colección entomológica del Área de Protección Vegetal de la FCA-UNA y de las colectas realizadas por los autores.

En relación a la ocurrencia de los insectos por Departamento, algunos abarcan todo el país como las orugas y hormigas defoliadoras, así también las cigarritas, mientras otras especies

están confinadas a ciertas regiones o lugares, como la langosta *Staurorhectus longicornis* y la hormiga cortadora *Atta vollenweideri* en el Chaco.

Los daños observados en las pasturas más comunes acorde a la mayoría de los insectos son; consumo de hojas (28%), corte (28%), amarillamiento y secado de hojas (28%) (Tabla 1).

En el caso de las termitas, el daño se considera indirecto, ya que las especies desarrollan montículos que son obstáculos para las maquinarias y ocasionan pérdida de superficie útil en los potreros.

Conclusión

Se identificaron 18 especies de insectos dañinos a las pasturas de Paraguay.

Se identificaron 11 hospederos de pasturas de insectos plagas.

Se determinaron 3 tipos principales de daños: consumo foliar, corte de hojas y amarillamiento y secado de hojas.

La ocurrencia de los insectos plagas identificados por Departamento es variable y dependió fundamentalmente de su biología y hospedero.

Referencia bibliográfica

Calderón, M; Arango, G; Varela, F. 1982. Cercópodos plagas de los pastos en América Tropical: biología y control. Cali, CO, CIAT. 49 p.

Della Lucia, T. 2011. Formigas cortadeiras da biología ao manejo. Viçosa, BR, Editora UFV. 421 p.

Fowler, H. 1979. Las hormigas cortadoras del Paraguay de los géneros *Atta* Fabricius y *Acromirmex* Mayr: bionómico, distribución y sistemática. Informes Científicos ICB-UNA 2(1):30-57.

Fazolin, M; Tomazini, M; Estrela, J. 2012. Pragas das Culturas de importância econômica para o Estado do Acre (en línea). Rio Branco, EMBRAPA. Consultado 8 ago. 2016. Disponible en <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/993570/pragas-das-culturas-de-importancia-economica-para-o-estado-do-acre>

Gallo, D; Nakano, O; Silveira Neto, S; Pereira, R; Casadei, G; Berti, E; Postali, J; Zucchi, R; Batista, S; Vendramim, L; Marchini, L; Spotti, J; Omoto, C. 2002. Entomología agrícola. Piracicaba, BR, FEALQ. 920 p.

Glatzle, A. 1999. Compendio para el manejo de pasturas en el Chaco. Asunción, PY, El Lector. 188 p.

Glatzle, A; Stosiek, L. 2001. Perfiles por país del recurso pastura/forraje Paraguay (en línea). Roma, IT, FAO. Consultado 15 nov. 2016. Disponible en http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/spanishtrad/paraguay_sp/paraguay_sp.htm

Kidono, H. 1982. Algunas observaciones sobre las cigarritas de las pasturas, salivazo en el Paraguay. San Lorenzo, PY, Facultad de Ingeniería Agronómica, UNA. 36 p.

Nakano, O. 2011. Entomología económica. Piracicaba, BR, FEALQ. 429 p.

Silva, S. 2011. Pragas e doenças de plantas forrageiras. Viçosa, BR, Aprenda Fácil Editora. 261 p.

Piedra, F; Carrillo, E. 1999. Biología y consumo de alimentos de *Mocis latipes* Guénéé en diferentes temperaturas con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Fitosanidad 1:11-15.

Triplehorn, C; Johnson, N. 2011. Estudo dos Insetos. 7 ed. São Paulo, BR, Cengage learning. 809 p.

Valerio, J; Vieira, J; Valle, L. 1999. Ocorrência de *Blissus antillus* Leonard (Hemiptera: Lygaeidae: Blissidae) em pastagem no Estado de Mato Grosso do Sul. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 28(3):527-529.

Efecto del insecticida deltametrina sobre *Sitophilus zeamais* y *Callosobruchus maculatus*

Edgar Francisco Gaona Mena^{1*}, Diana Larissa Ayala Barúa¹, Gladys Griselda Gamarra Ruiz Díaz¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay

*Autor de Correspondencia: egaona_mena@hotmail.com

Introducción

Entre el 30 y 40% de la producción de maíz en América Latina, se pierde durante el almacenamiento (Lagunes 1994). Una de las causas son las plagas de los granos almacenados, entre ellos, el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky los cuales atacan a granos agrícolas en el campo y durante el almacenamiento (Lagunes et al. 1985, Morgan et al. 1998, Guerrero et al. 2003). Por otro lado, *Callosobruchus maculatus* F., considerado una plaga primaria de granos de poroto, ya que daña directamente al producto, es un insecto que se desarrolla dentro de los granos almacenados ingresando a los mismos a través de perforaciones realizadas por los primeros estadios larvales, ocasionando así, pérdida del valor comercial del producto, pérdida de peso de los granos y disminución en el porcentaje de germinación en el caso de almacenamiento de semillas (Oluwafemi 2012). Uno de los métodos de control de plagas de granos almacenados es el control químico, siendo el insecticida deltametrina uno de los más usados con dicho propósito; esto debido a su amplio espectro y por su acción insecticida por contacto e ingestión se usa para controlar las formas adultas, y los estadios ninfales o larvales de los insectos que no han penetrado en el interior de los tejidos vegetales (Brattsten et al. 1986, Mejía et al. 2004).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la susceptibilidad de los gorgojos *S. zeamais* y *C. maculatus* al insecticida deltametrina.

Metodología

El experimento fue conducido en el Laboratorio

de Bioensayos de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción. Fueron utilizados adultos de gorgojos criados en condiciones de laboratorio. El estudio se realizó bajo condiciones controladas de temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, humedad relativa $70 \pm 10\%$ y fotofase de 12 h. Los tratamientos consistieron en diferentes concentraciones del insecticida deltametrina, siendo 0, 56, 100, 180, 320, 560 y 1000 mg L⁻¹ para *S. zeamais* y 3,2, 5,6, 10, 18, 32, 56 y 100 mg L⁻¹ para *C. maculatus*. Se realizaron cinco repeticiones por cada concentración, que estuvieron compuestas de una placa de Petri de 9 cm de diámetro conteniendo 20 g de maíz o poroto previamente desinfestados. El bioensayo padrón utilizado fue de contacto residual sobre dieta natural, en donde cada placa de Petri conteniendo maíz o poroto, fue pulverizada con cada concentración del producto (tratamiento) mediante la torre de pulverización Potter (Burkard Manufacturing, Rickmansworth, Herts, Reino Unido) calibrada a 10 psi (68,95 kPa) de presión. Fue utilizado un volumen de 2 mL de solución en cada pulverización, de manera a obtenerse una deposición media de residuo húmedo de 1,56 mg cm⁻² sobre cada placa. Una vez secado el producto, fueron transferidos 20 adultos de *S. zeamais* o *C. maculatus* de hasta 10 días de edad en cada placa, que fue cerrada de manera que los mismos no puedan salir y también se pueda realizar intercambio gaseoso entre el interior de la placa y el medio ambiente. La mortalidad fue evaluada 72 horas después de la aplicación del producto, contándose los insectos vivos y muertos por cada unidad experimental. Luego los resultados fueron corregidos con la fórmula de Abbott (1925):

$$MC = \left(\frac{Mtr - Mte}{100 - Mte} \right) \times 100 \quad (1)$$

Dónde:

MC: Porcentaje de mortalidad corregida.

Mtr: Porcentaje de mortalidad en el tratamiento.

Mte: Porcentaje de mortalidad en testigo absoluto

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de Probit y luego se determinó la curva de concentración respuesta o de susceptibilidad de *S. zeamais* y *C. maculatus* a deltametrina, y fueron estimadas la CL_{50} y CL_{90} (CL= Concentración

Letal), respectivos intervalos de confianza (IC 95%) y valores de coeficiente angular. Se utilizó el programa estadístico Polo-PC (LeOra Software 1997).

Resultados y discusión

La CL_{50} estimada para *S. zeamais* fue de 165,32 de deltametrina mL^{-1} agua destilada [I.A. ($mg L^{-1}$) [(I.C. 95% 137,85 – 195,47)]; la CL_{90} estimada fue 945,7768 de deltametrina mL^{-1} agua destilada [I. A. ($mg L^{-1}$) (I.C. 95% 723,91 – 1.362,11)], con coeficiente angular (\pm error estándar de la media) de 1,69 ($\pm 0,168$), χ^2 de 5,897 grados de libertad (gl) 4; ($P > 0,04$) y heterogeneidad 1,45 (Figura 1).

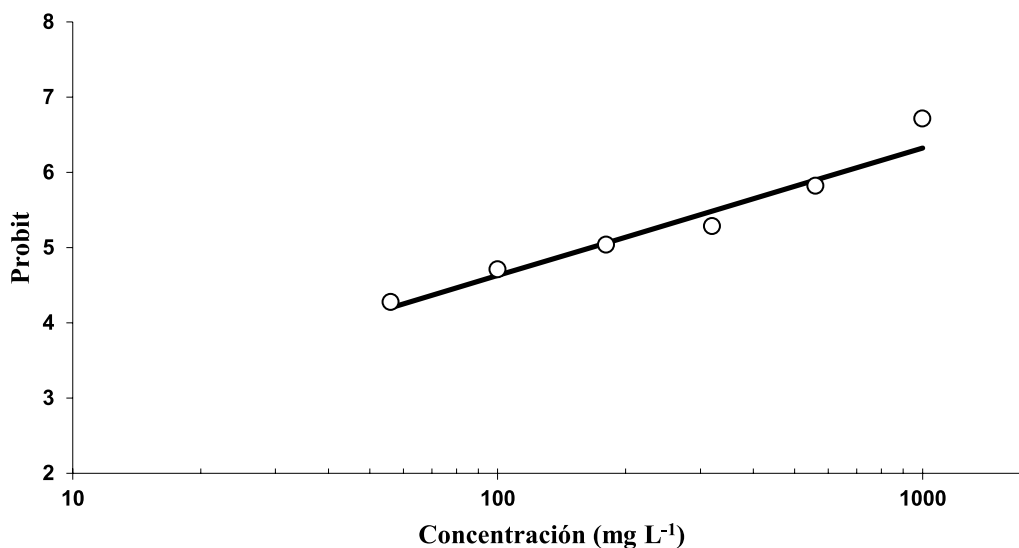


Figura 1. Curva de concentración – respuesta de referencia de *S. zeamais* al insecticida deltametrina, mediante un bioensayo de contacto residual. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA. San Lorenzo, 2012.

Arenas y Sánchez (1988) en trabajos similares establecieron en *S. zeamais* la dosis letal media (DL_{50}), expresada en $mg g^{-1}$, a piretroides específicamente permetrina 28,8. Por su parte, Pérez (1988), en bioensayos con *S. zeamais* de varios estados de México, encontró que para el insecticida piretroide permetrina la DL_{50} en $mg g^{-1}$ oscila entre 11,96 y 42,12. Para el mismo insecto, Mejía et al. (2004) encontraron que

la CL_{50} en el tiempo para deltametrina fue de 2,79 $mg L^{-1}$ y 4,29 $mg L^{-1}$ a los 30 y 90 días respectivamente. Por otro lado, Guerrero et al. (2003) encontraron que para poblaciones de *S. zeamais* la CL_{50} de deltametrina ha sido 21,11 $mg L^{-1}$.

Los datos obtenidos concuerdan con Oliveira (2002) donde los insecticidas malation,

deltametrina, cipermetrina obtuvieron un 95% de mortalidad sobre individuos de *S. zeamais* en concentraciones de 850 y 1.000 mg L⁻¹. Todos los insecticidas se presentaron altamente tóxicos al insecto, siendo que a mayor y menor mortalidad fueron respectivamente, cipermetrina y deltametrina.

La CL₅₀ estimada para *C. maculatus* fue 16,12 µg de deltametrina mL⁻¹ agua destilada [I.A. (mg L⁻¹)] (I.C. 95% 14,02 – 18,45), la CL₉₀ estimada fue 74,11 µg de deltametrina mL⁻¹ agua destilada [I.A. (mg L⁻¹)] (I.C. 95% 59,86 – 96,89), con un coeficiente angular (± error estándar de la media) de 1,94 (± 0,16), χ^2 de 7,31 grados de libertad (gl) 5; (P>0,05) y heterogeneidad 1,41 (Figura 2).

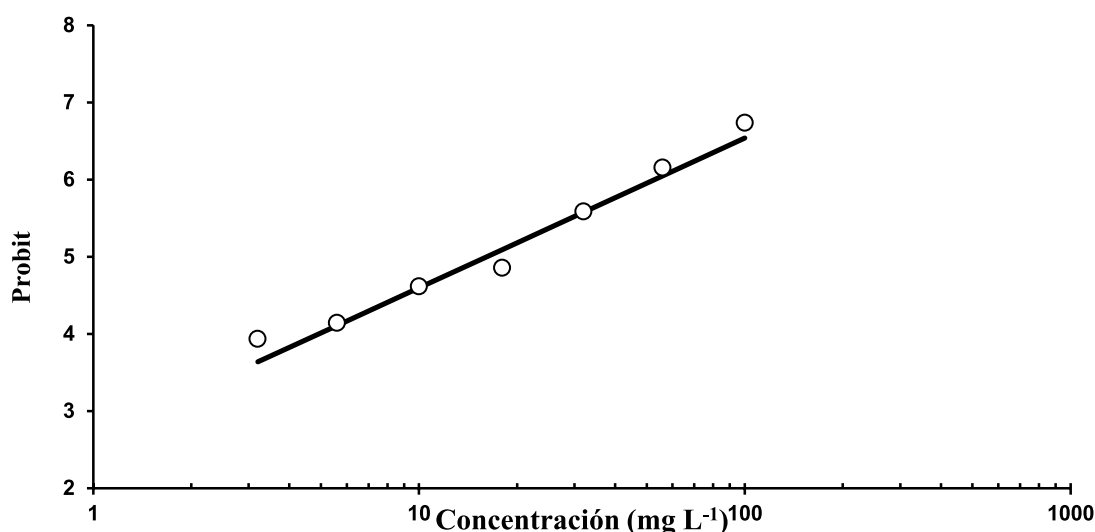


Figura 2. Curva de concentración – respuesta de poblaciones de referencia de *C. maculatus* F. al insecticida deltametrina, mediante un bioensayo de contacto residual. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA. San Lorenzo, 2012.

Estos resultados no coinciden con los trabajos realizados por Pérez (1991) que dice que 0,75 mg L⁻¹ es eficiente para el control de *C. maculatus*.

Ceballos (1986) comprobó que la deltametrina (1%) en dosis de 50 mg L⁻¹ fue eficiente para el control de *C. maculatus* en frijol. Estos resultados se aproximan a los resultados obtenidos en este trabajo, donde, en dosis de 56 mg L⁻¹ se observó una mortalidad de 72,2 %.

Conclusión

La susceptibilidad de *C. maculatus* (CL₅₀ = 16,12 mg L⁻¹) es mayor que *S. zeamais* (CL₅₀ = 165,32 mg L⁻¹) al insecticida deltametrina.

Referencias bibliográficas

- Abbott, WS. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* College Park 18:265-267.
- Arenas, LC; Sánchez, H. 1988. DL50 de insecticidas de diferentes grupos toxicológicos aplicados a *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Resúmen del XXIII Congreso Nacional de Entomología. Morelia, Michoacán. Sociedad Mexicana de Entomología. 232 p.

- Bacópulos Mejía, E; Facio Parra, F; Vázquez Badillo, ME. (2004). Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en almacén con aplicación de Clorpirifos Metil y Deltametrina y su efecto en la calidad de semilla de maíz. *Revista Agraria* 52(1):29-36.
- Brattsten, L; Holyoke, C; Leeper, J; Raffa, K. 1986 Insecticide resistance: challenge to pest management and Basic Research. *Science* 2:1255-60.
- Ceballos, A. 1976. Utilización de malation con clorpirifos metil para el control de gorgojo *Callosobruchus maculatus* F. en frijol almacenado (en línea). *RaXimhai* 1(6):37-43. Consultado 07 oct. 2011. Disponible en <http://www.ojs.unam.mx/index.php/rxm/article/view/17883>
- Guerrero Rodriguez, E; Silva Martínez, HL; Corrales Reynaga, J. 2003. Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* a insecticidas y butóxido de piperonilo en dos sustratos alimenticios. *Manejo integrado de plagas y agroecología* 67:51-57.
- Lagunes, TA; Domínguez y Rodríguez, JC. 1985. Plagas del maíz en la mesa central de México. Montecillo, Texcoco, Mx, Colegio de Postgraduados Universidad Autónoma Chapingo. 100 p. (Documento de Trabajo).
- Lagunes, TA. 1994. Extractos, polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Montecillo, Texcoco, Mx, Memorias del Colegio de Postgraduados USAID-CONACYT-BORUCONSA. 32 p.
- LeOra Software. 1997. POLO-PC: Probit and Logit analysis. Berkeley, LeOra Software.
- Morgan, C; Sherington J; Gudrups I; NS Bowden. 1998. The assessment of potential attractants to beetle pests: improvements to laboratory pitfall bioassay methods. *J Stored Prod Res* 34:59-74.
- Oliveira, E. 2002. Selectividade de *S. zeamais*. *Bioscience Journal*. Uberlandia, MG, Brasil. 34 p.
- Oluwafemi, AR. 2012. Comparative effects of three plant powders and pirimiphos-methyl against the infestation of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in cowpea seeds. *SOAJ Entomol* 1:87-99.
- Pérez, J. 1991. Efecto de diferentes insecticidas en granos y semillas del poroto almacenado contra *Callosobruchus maculatus* F (en línea). *Agronomía Colombiana* 27(2):255-263. Consultado 01 oct. 2012. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=180315602017>

Morfoanatomía de la colonización de los hongos entomopatógenos endófitos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium brunneum*) en plantas de melón

Gloria Resquín-Romero^{1,2*}, Inmaculada Garrido-Jurado², Enrique Quesada-Moraga^{2*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

²Universidad de Córdoba, Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, ETSIAM, Córdoba, España.

* Autores para correspondencia: gloresqx@hotmail.com , cr2qumoe@uco.es

Introducción

En sentido amplio, los endófitos son microorganismos que viven en los tejidos vegetales durante todo o parte de su ciclo de vida, sin causarles síntomas aparentes (Schulz y Boyle 2005). No fue hasta finales del siglo XX cuando se observó por vez primera el establecimiento de *Beauveria bassiana* en el interior de tallos de maíz (*Zea mays* L.), y su desarrollo para la protección sistémica frente al barrenador *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) (Bing y Lewis 1992, Wagner y Lewis 2000). Este hecho impulsó el interés por la función de los hongos entomopatógenos (HE) como endófitos, más allá de la interacción directa con los insectos, que se ha ido ampliando con el tiempo a un gran número de especies vegetales y fúngicas (Quesada-Moraga et al. 2014; Resquín-Romero et al. 2016). La colonización de la planta por parte de los HE podría ocurrir a partir de los conidios depositados en el filoplano y en otros casos del suelo a través de las raíces. De hecho, tanto *Beauveria* como *Metarhizium* forman asociaciones íntimas con una gran variedad de plantas y han demostrado ser capaces de movilizar nitrógeno y de recibir carbono (carbohidratos) de las plantas hospedantes (Behie et al. 2012, 2013, Sasan y Bidochka 2012).

El objetivo de este trabajo incluye la capacidad de colonización de endófitos y el estudio morfoanatómico de los hongos entomopatógenos endófitos en plantas de melón.

Metodología

Cepas y suspensiones fúngicas. Para los ensayos se utilizaron tres cepas de *Beauveria bassiana* y una de *Metarhizium brunneum*, pertenecientes a la colección de la micoteca del Departamento de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad de Córdoba, España. Este trabajo se realizó entre 2015 y 2016. Cada una de estas cepas fueron repicadas en tubos de ensayo sobre medio de cultivo malta agar (MA; Biocult, Madrid, España), a 25°C en la oscuridad y se almacenaron a -4°C. Las suspensiones de hongos se prepararon raspando conidios en una solución acuosa estéril Tween 80 al 0,1%, que posteriormente se filtró a través de un visillo. Las suspensiones de conidios utilizadas para los ensayos se ajustaron diluyendo con Tween 80 al 0,1% (v/v) a una concentración final de $1,0 \times 10^8$ conidios mL⁻¹ utilizando un hemocitómetro Malassez (Quesada-Moraga et al. 2006).

Substrato y proceso de la colonización de tejidos vegetales por hongos entomopatógenos

Para el ensayo fueron utilizadas plantas de melón (*Cucumis melo* L.), sembradas sobre sustratos desinfectados en tres oportunidades y luego inoculados con suspensiones fúngicas de $1,0 \times 10^8$ conidios mL⁻¹ de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium brunneum* cuando las plantas contaban con 10 hojas verdaderas. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 5 tratamientos y 10 repeticiones. Control utilizado fue control medio y control absoluto, agua con Tween 80 (0,1%). La evaluación fue realizada cada 24 h en cuatro oportunidades.

Estudio histológico y morfoanatómico de las plantas colonizadas por hongos endófitos

Las suspensiones fúngicas de las diferentes cepas estudiadas se aplicaron sobre las superficies de las hojas de melón a una concentración $1,0 \times 10^8$ conidios mL^{-1} cuando las plantas contaban con 10 hojas verdaderas. Luego, las superficies de las hojas fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 5% y aclarada tres veces con agua autoclavada. Se seleccionaron al azar tres pequeñas secciones de tallos, hojas y raíces por tratamiento al igual que el control. Estos, se fijaron por inmersión en formalina al 10% (Fisher Scientific, Ltd., Leicestershire, UK) durante 24 horas y después se procesaron para análisis histológico por inclusión en parafina (Garrido et al. 2016). Las muestras se cortaron a un espesor de $3 \mu\text{m}$ con un micrótopo, se tiñeron con Acido Peryódico-Schiff (PAS) y se examinaron bajo un microscopio óptico (Figura 1). Para este ensayo, fueron seleccionadas plantas colonizadas a 72 h para ambos hongos (*B. bassiana* y *M. brunneum*). La identificación de los diferentes tejidos se

realizó de acuerdo con Landa et al. (2013).

Detección de metabolitos secundarios en plantas colonizadas

Las hojas de melón inoculadas con la cepa EAMb 09/01-Su de *M. brunneum* se procedieron a la extracción e identificación del compuesto bioactivo a través del análisis cromatografía líquida de alta resolución acoplada a espectrometría de masa (HPLC-MS) con base a la metodología propuesta por Skrobek et al. (2008) adaptadas con modificaciones para determinar el contenido de destruxina A (dtx A). Para la misma se utilizaron el siguiente procedimiento: 1,5 g de plantas colonizadas con *Metarhizium brunneum* liofilizadas y centrifugadas a 27.000 rpm durante 20 min. El sobrenadante se desechó. A continuación, se añadió el mismo volumen de acetato de etilo y se dejó evaporar en cámara extractor. Finalmente, se añadieron 0,5 mL de acetonitrilo: agua (1:1). Las muestras fueron almacenadas a -4°C (Figura 1).



Figura 1. Proceso de: A) Corte histológico y tinción de los tejidos de plantas colonizadas por hongos endófitos. B) Extracción de metabolitos secundarios de plantas colonizadas.

Resultados y discusión

Estudio histológico y morfoanatómico de las plantas colonizadas por hongos endófitos

El examen histológico y morfoanatómico de los tejidos foliares inoculados con las cepas EABb 01/33-Su y EAMb 09/01-Su de *B. bassiana*

y *M. brunneum*, respectivamente, revelaron estructuras fúngicas teñidas positivamente por PAS, inclusive en la raíz zona no inoculada. Sin embargo, tanto las hojas, tallos y raíces del control mostraron una estructura normal bajo microscopía. El hongo *B. bassiana* colonizó de forma profusa las hojas por la vía del apoplasto. Diferentes investigaciones realizadas al respecto,

afirman que la penetración de los HE en los tejidos de las plantas se realiza a través de los estomas o por medio de la penetración directa mediante la actuación de la enzima MAD2 que permite la adhesión a la planta (Wang y St. Leger 2007). Posteriormente el movimiento se produce

en los espacios intercelulares siguiendo la vía del apoplasto (Landa et al. 2013) como lo demuestra en las imágenes tomadas en el laboratorio de Servicio Central de Apoyo a la Investigación (SCAI) de la Universidad de Córdoba, España (Figura 2).

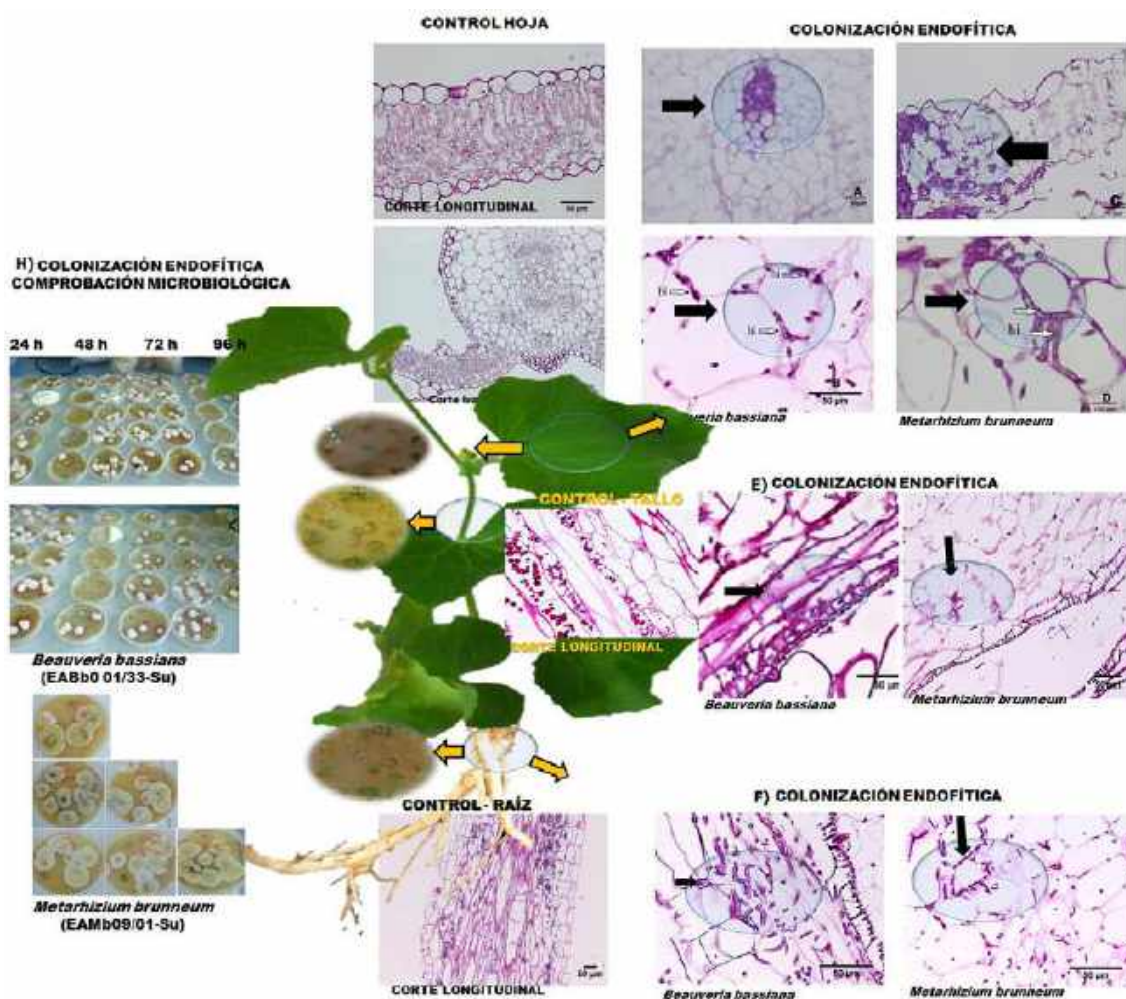


Figura 2. Resumen gráfico de la comprobación microbiológica e histopatológica, morfoanatómica de la colonización de las plantas de melón (hoja, tallo y raíz) inoculadas con hongos endófitos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium brunneum*) con sus respectivos controles (hoja, tallo y raíz sin inocular). A) Penetración y colonización de estomas (bar, 50µm). B) Hifas de *B. bassiana* en los espacios intercelulares (bar, 50µm). C, D) Hifas de *M. brunneum* en los espacios intercelulares (bar, 50µm). E, F) Hifas de *B. bassiana* y *M. brunneum* endofítica en los espacios intercelulares del tallo y raíz del melón (bar, 50µm). H) Comprobación microbiológica de la colonización endofítica (bar, 50µm).

Detección de metabolitos secundarios en plantas colonizadas endofíticamente

En las hojas colonizadas endofíticamente por la cepa EAMb 09/01-Su de *Metarhizium brunneum*, se detectó 0,0011ppb. destruxina A. En trabajos

inéditos realizados por Garrido et al. (2016) y Resquin-Romero et al. (2016) comprueban la existencia de una interacción entre hongo-planta-insecto para el control de fitófagos chupadores succionadores (*Bemisia tabaci*) y masticadores (*Spodoptera littoralis*).

Conclusiones

Las aplicaciones foliares de los hongos entomopatógenos *M. brunneum* y *B. bassiana* conducen a la colonización endofítica transitoria de los tejidos de la planta de melón. Los hongos entomopatógenos son capaces de colonizar temporalmente las plantas y muestran una colonización en los espacios intercelulares vía apoplasto. Las plantas colonizadas endofíticamente secretan compuestos bioactivos como la destruxina A, metabolitos secundarios. De esta manera, las nuevas funciones ecológicas de los hongos entomopatógenos (Ascomycetes mitospóricos; Hypocreales) deben ser tenidas en cuenta no solo para el desarrollo de nuevas estrategias de control de plagas, sino para la correcta evaluación de su eficacia.

Referencias bibliográficas

- Behie, SW; Zelisko, PM; Bidochka, MJ. 2012. Endophytic insect-parasitic fungi translocate nitrogen directly from insects to plants. *Science* 336:1576-1577.
- Bing, LA; Lewis, LC. 1992. Temporal relationships between *Zea mays*, *Ostrinia nubilalis* (Lep, Pyralidae) and endophytic *Beauveria bassiana*. *Entomophaga* 37:525-536.
- Behie, SW; Padilla-Guerrero, IE; Bidochka, MJ. 2013. Nutrient transfer to plants by phylogenetically diverse fungi suggests convergent evolutionary strategies in rhizospheric symbionts. *Communicative and Integrative Biology* 6:0-4.
- Garrido-Jurado, I; Resquín-Romero, G; Amarilla, SP; Ríos-Moreno, A; Carrasco, L; Quesada-Moraga, E. 2016. Transient endophytic colonization of melon plants by entomopathogenic fungi after foliar application for the control of *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae). *Journal of Pest Science* 90:319.
- Landa, BB; Lopez-Diaz, C; Jimenez-Fernandez, D; Montes-Borrego, M; Muñoz-Ledesma, FJ; Ortiz-Urquiza, A; Quesada-Moraga, E. 2013. In-plant detection and monitorization of endophytic colonization by a *Beauveria bassiana* strain using a new developed nested and quantitative PCR-based assay and confocal laser scanning microscopy. *Journal of Invertebrate Pathology* 114:128-138.
- Quesada-Moraga, E; Maranhao, EAA; Valverde-García, P; Santiago-Álvarez, C. 2006. Selection of *Beauveria bassiana* isolates for control of the whiteflies *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* on the basis of their virulence, thermal requirements, and toxicogenic activity. *Biological control* 36:274-287.
- Quesada-Moraga, E; Herrero, N; Zabalgoitia, I. 2014. Entomopathogenic and nematophagous fungal endophytes. In Verma, VC; Gange, AC. (Eds.) *Advances in endophytic research*. India, Springer. p. 85-99.
- Resquín-Romero, G; Garrido-Jurado, I; Delso, C; Ríos-Moreno, A; Quesada-Moraga, E. 2016. Transient endophytic colonizations of plants improve the outcome of foliar applications of mycoinsecticides against chewing insects. *Journal of Invertebrate Pathology* 136:23-31. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2016.03.003>
- Sasan, RK; Bidochka, MJ. 2012. The insect-pathogenic fungus *Metarhizium robertsii* (Clavicipitaceae) is also an endophyte that stimulates plant root development. *American Journal of Botany* 99:101-107.
- Schulz, B; Boyle, C. 2005. The endophytic continuum. *Mycological Research* 109:661-686.
- Skrobek, A; Shah, FA; Butt, TM. 2008. Destruxin production by the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae* in insects and factors influencing their degradation. *Biocontrol* 53:361-373.
- Wagner, BL; Lewis, LC. 2000. Colonization of corn, *Zea mays*, by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Applied and Environmental Microbiology* 66:3468-3473.
- Wang, C; St Leger, RJ. 2007. The MAD1 adhesin of *Metarhizium anisopliae* links adhesion with blastospore production and virulence to insects, and the MAD2 adhesin enables attachment to plants. *Eukaryotic Cell* 6:808-816.

Efecto de inductores de resistencia sobre el progreso de la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *sesami*) en sésamo (*Sesamum indicum* L.)

Edith Diana María Ruiz Díaz Lovera¹* y Cristhian Javier Grabowski Ocampos¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: edirudi86@gmail.com

Introducción

El éxito del sésamo paraguayo en el mercado internacional, se debe a la calidad del producto. La presencia de las multinacionales japonesas compradoras impregnó seriedad y estabilidad al sector sesamero (Friedmann y Weil 2009). Tanto el mercado seguro y el fácil manejo ha propiciado una expansión, y el temor a caer en pérdidas económicas a causa de problemas fitosanitarios, conlleva al uso, muchas veces, irracional de agroquímicos (MAG 2013). Rogg (2000) refiere que el control químico en la agricultura ha logrado mucho éxito para el desarrollo humano, pero lamentablemente el uso de estos productos se convirtió en el único método de control de plagas y enfermedades. Por otro lado, la epidemiología estudia el cambio en la intensidad de la enfermedad causada por una población de patógenos en una población de plantas, en el tiempo y espacio, siendo sus objetivos enfocados hacia el estudio y cuantificación del desarrollo de epidemias (Gepp y Mondino 2011). La resistencia sistémica adquirida (SAR), es una de las alternativas del control biológico y es una estimulación a la planta a desarrollar y/o amplificar la resistencia a la infección causada por patógenos mediante el tratamiento con una

variedad de inductores bióticos y abióticos (Riveros 2010). Con la premisa de que los inductores promueven la resistencia, reduciendo la intensidad de la enfermedad y puedan ser una alternativa de control de enfermedades en sésamo, el presente trabajo propone evaluar el efecto de los inductores en el manejo de la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *sesami*), en las condiciones agroecológicas de los Departamentos Central y Concepción, mediante la cuantificación de la severidad de la mancha bacteriana; y elaborar curvas de progreso de la enfermedad en el cultivo de sésamo.

Metodología

El experimento fue realizado en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), sede San Lorenzo y en la Colonia Reconstrucción, Distrito de Loreto, Departamento de Concepción, Paraguay.

El diseño experimental utilizado fue Completamente al Azar con seis tratamientos, donde cada unidad experimental estuvo constituida por cinco hileras del cultivo. Siendo los tratamientos detallados en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los productos y dosis empleados como tratamientos aplicados sobre plantas de Sésamo (*Sesamum indicum* L.). FCA – UNA, San Lorenzo. Paraguay, 2013.

Tratamiento	Descripción	Dosis
T1	Testigo	Agua
T2	Extracto de Ka'a He'e	50 mL L ⁻¹
T3	Acibenzolar-S-metil (<i>Bion</i> ®)	1 g L ⁻¹
T4	Fosfito de Potasio (Fos-K)	5 g L ⁻¹
T5	MOEV (Brotolom Total)	2,5 mL L ⁻¹
T6	Oxicloruro de Cobre + Mancozeb	5 g L ⁻¹

Los productos fueron aplicados con pulverizador tipo mochila, en dos momentos, la etapa inicial de crecimiento V1 y en el estado reproductivo R2 según la descripción de Rincón y Salazar (1996).

La variable evaluada fue la severidad de la mancha bacteriana (cuya infección fue natural en el campo), siendo esta evaluada a través de la cuantificación semanal del porcentaje de tejido afectado a través de una escala diagramática (obtenida a partir de muestras de hojas escaneadas de los estratos superior e inferior, que presentaban signos y síntomas de la enfermedad dentro del cultivo) de severidad de la misma; con la cual se evaluó la respuesta de los tratamientos probados en las plantas y que presentaban signos y síntomas de la enfermedad dentro el cultivo, en los estratos superior e inferior; utilizando para ello 10 plantas de dos de las hileras centrales en cada unidad experimental, totalizando 40 hojas marcadas; donde el grado de severidad

de las hojas fue comparado con las notas que presentaba la escala (0, 1, 2 y 3).

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza, habiendo diferencias significativas entre los tratamientos se aplicó el Test de Tukey al 5% de error.

Posteriormente fue elaborado el gráfico del área bajo la curva de la mancha bacteriana, contrastando los datos de severidad obtenidos en los estratos superior e inferior de las plantas, con los diferentes tratamientos.

Resultados y discusión

En la Tabla 2 se presentan los resultados correspondientes a la severidad final de la mancha bacteriana observada en las plantas de sésamo, en las localidades de Concepción y San Lorenzo.

Tabla 2. Severidad final de la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *sesami*) en plantas de sésamo (*Sesamum indicum* L.). Paraguay, 2014.

Tratamiento	Severidad final (%)			
	Concepción		San Lorenzo	
	Estrato Inferior	Estrato Superior	Estrato Inferior	Estrato Superior
Testigo Absoluto	84,9 a	46,1 a	50 a	46 a
Extracto de Ka'a he'e	83,2 ab	32,2 b	46 a	44 a
Acibenzolar-S-metil	75,4 c	29,1 b	45 a	41 a
Fosfito de Potasio	82,1 ab	28,8 b	35 a	31 a
MOEV	79,9 b	29,1 b	56 a	32 a
Oxicloruro de Cobre + Mancozeb	84 a	45,0 a	51 a	40 a
CV (%)	2,00	5,06	35	36

*Medias seguidas por la misma letra en las columnas no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Con base en los resultados obtenidos, se puede observar el efecto de los inductores de resistencia evaluados sobre la reducción de la severidad de la mancha bacteriana de donde, para Concepción en el estrato inferior se lograron valores de entre 75 y 84%. Alvarez y Grabowski (2013), evaluando *in vitro* la inducción de resistencia en plantas de sésamo a la mancha bacteriana (*Xanthomonas*

campestris pv. *sesami*) a través de la aplicación de diferentes inductores, constataron la alta eficiencia del acibenzolar-S-metil al observar bajos porcentajes de incidencia y severidad de la enfermedad. En el estrato superior, el menor valor se registró con el Fosfito de Potasio (Fos-k).

Por otro lado, los resultados observados en San

Lorenzo, para en el estrato superior revelan que no se observó diferencias estadísticas con los demás productos utilizados.

Mogollón y Castaño (2011) al evaluar varios inductores sobre el desarrollo de *Mycosphaerella* spp. en plántulas de banano, consideraron al Fosfito de Potasio como el mejor tratamiento debido a que las plántulas mostraron mayor altura y reducción en el grado de evolución de los síntomas. Igualmente, Simán (1993), estudiando enfermedades en el cultivo de café reportó mayor

intensidad de las mismas en el estrato inferior.

En la Figura 1 se encuentran las curvas de progreso de la mancha bacteriana de manera comparativa (severidad en función del tiempo) para las dos localidades en el estrato inferior, y donde se observa que para Concepción los valores de severidad fueron superiores y siempre crecientes, siendo además el área bajo la curva de severidad de la mancha bacteriana en Concepción notoriamente mayor que la observada en San Lorenzo, para el mismo periodo.

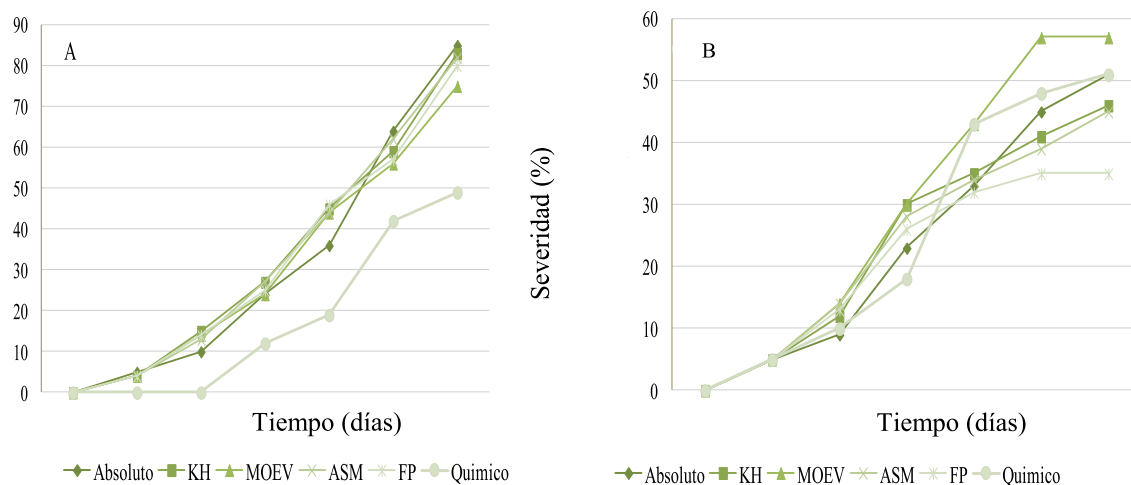


Figura 1. Curvas de progreso de la mancha bacteriana del sésamo en el estrato inferior en las localidades de Concepción (A) y San Lorenzo (B). Paraguay, 2014.

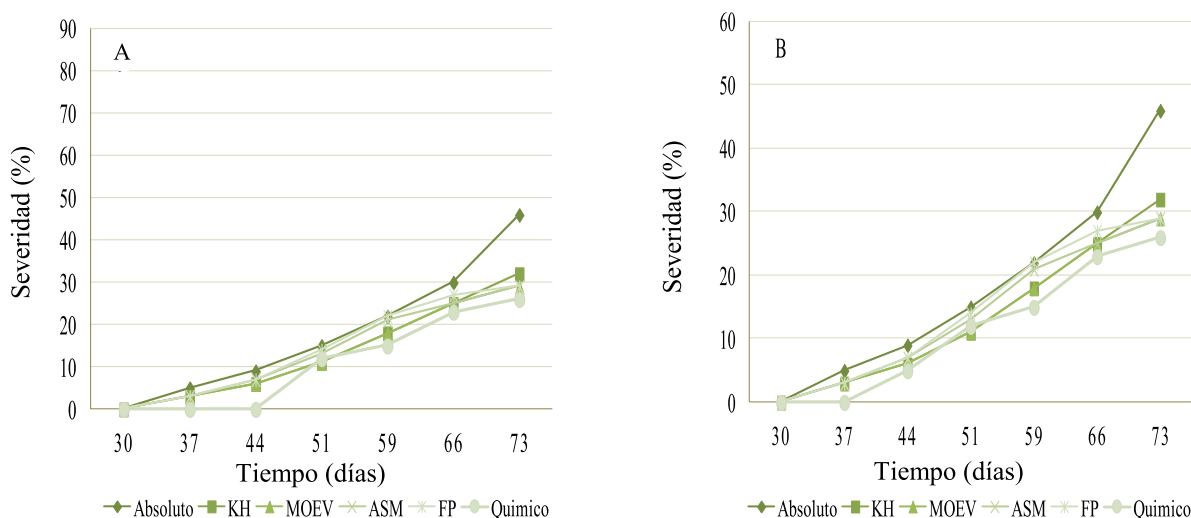


Figura 2. Curvas de progreso de la mancha bacteriana del sésamo (%) en función al tiempo (días) transcurrido luego de la siembra, en el estrato superior en las localidades de Concepción (A) y San Lorenzo (B). Paraguay, 2014.

En la Figura 2 se encuentran representados los valores de progreso de la mancha bacteriana para el estrato superior, donde las curvas se muestran claramente diferentes en ambas localidades.

Da Rocha (2013) afirma que la eficacia de los inductores y de la respuesta de resistencia adquirida depende de una serie de factores (dosis, genética de las plantas, frecuencia de las aplicaciones y patógeno); siendo los mejores resultados obtenidos al combinar los inductores con otros insumos para el cultivo, tales como fertilizantes con micronutrientes en la incorporación de cationes (Cu, Mn y Zn).

Bedigian (2010) relata que la enfermedad se desarrolla con mayor intensidad en el período de copiosas lluvias y humedad relativa elevada, pudiendo llegar hasta un 60% de pérdida en las cápsulas.

Conclusión

Todos los inductores probados reducen la severidad de la mancha bacteriana.

En el Departamento de Concepción el inductor más efectivo es el Acibenzolar-S-metil en el estrato inferior y Fosfito de Potasio en el estrato superior.

En el Departamento Central el inductor más efectivo es el Fosfito de Potasio en los estratos inferior y superior.

Referencias bibliográficas

Alvarez, F; Grabowski, C. 2013. Inducción de resistencia en plantas de sésamo (*Sesamum indicum* L.) a la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *sesami*) (en línea). *Investigación Agraria* 15(2):97-105. Consultado 10 abr. 2015. Disponible en <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/233>

Bedigian, D. 2010. *Sesame: the genus sesamum* (en línea). London, CRC Press. Consultado 15 abr. 2015. Disponible en <https://books.google.com.py/books?id=o9PLB>

Da Rocha, A. 2013. Resistencia sistémica adquirida: buscando plantas más sanas (en línea). *Inform*

Agrotec 7(22). Consultado 25 jun. 2015. Disponible en http://issuu.com/agrotec/docs/info_agrotec__22/7

Gepp, V; Mondino, P. 2011. Control químico (en línea). Consultado 06 jun 2013. Disponible en <http://www.pv.fagro.edu.uy/cursos/pvh/DocsPVH/C-QUIMICO.pdf>

Friedmann, A; Weil, B. 2009. Sésamo, innovación en agronegocios (en línea). Paraguay, USAID. Consultado 27 nov. 2013. Disponible en <http://www.mag.gov.py/usaidsesamo-innovacion-en-agronegocios%202009.pdf>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2013. Preocupación del Paraguay en relación al sésamo (en línea). Asunción, PY. Consultado 27 nov. 2013. Disponible en <http://www.mag.gov.py/?idx=937330>

Mogollón, A; Castaño, J. 2011. Efecto de Inductores de resistencia en plántulas de plátano Dominico-Hartón (*Musa Balbisiana* Aab) contra *Mycosphaerella* spp. (en línea). *Rev Acad Colomb Cienc* 35(137):463-471 Consultado 25 abr. 2015. Disponible en http://accefy.org.co/revista/Vol_35/137/463-471.pdf

Rincón, C; Salazar, N. 1996. Descripción de las etapas de desarrollo del ajonjolí (en línea). *Agronomía tropical* (Maracay) 47(4):475-487. Consultado 15 oct. 2013. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at4704/arti/rincon_c2.htm

Riveros, A. 2010. Inducción de resistencia en plantas: interacción planta - patógeno. San José, Costa Rica, IICA. 261 p.

Rogg, H. 2000. Manejo integrado de plagas en cultivos de la Amazonía Ecuatoriana (en línea). Quito, Ecuador, Escuela Superior Politécnica Ecológica Amazonica. Consultado 10 jun. 2013. Disponible en <https://books.google.com.py/books?id=X-uTHzXmJloC&pg=PA4&lpg=PA4&dq=CONTROL+QUIMICO+ROGG+2000&source=bl&ots>

Simán, J. 1993. Manejo integrado de plagas (en línea). CATIE/MAG/MIP, Nicaragua. Consultado 25 abr. 2015. Disponible en <https://books.google.com.py/books?id=BOUOAQAIAAJ&printsec=frontcover&hl>

Generación de líneas de arroz modificadas genéticamente con acumulación de microRNAs implicados en respuesta a estrés

Marcelo Alborn Jover^{1*} y María Coca López¹

¹Centre de Recerca en Agrigenòmica (CRAG)-Consortio CSIC-IRTA-UAB-UB. Bellaterra, Barcelona, España.

*Autor para correspondencia: marcealborn@gmail.com

Introducción

El mejoramiento vegetal biotecnológico supone una serie de ventajas sobre la mejora tradicional, como la introducción de un único gen de interés con función conocida y de cualquier origen, además del desarrollo de los caracteres deseados en mucho menos tiempo. Así también, la adopción de la mejora biotecnológica en los cultivos puede incidir en incrementos significativos en la producción, disminución de los costos y menor impacto ambiental debido a que puede reducir la utilización de agroquímicos.

El arroz (*Oryza sativa*) es el segundo cereal más producido en el mundo y además de su importancia económica y agrícola a nivel mundial, es considerada como la planta modelo para la investigación de genómica funcional en monocotiledóneas, habiendo sido la segunda especie vegetal cuyo genoma fue secuenciado.

El manejo y la manipulación a nivel laboratorial de las plantas de arroz son relativamente sencillos y actualmente se cuenta con una vasta información disponible. A esto se puede agregar además un enorme banco de germoplasma disponible en el IRRI (*International Rice Research Institute*), colecciones de mutantes como los del TRIM (*Taiwan Rice Insertional Mutants*), y protocolos de transformación altamente eficientes (Hiei et al. 1994). Globalmente, el arroz es un perfecto modelo para el estudio de los mecanismos moleculares que rigen el desarrollo y adaptación al ambiente (Chen et al. 2006, Coudert et al. 2010), ya que por su fácil manejo es posible utilizar este sistema para aproximaciones en el mejoramiento también de otras especies

monocotiledóneas, especialmente cereales, e incluso dicotiledóneas.

Los microRNAs (miRNAs) de plantas son pequeños RNAs (de 20-24 nucleótidos de longitud) que no codifican proteínas, pero que tienen un papel crucial en la expresión de genes a nivel de regulación post-transcripcional. El modo de acción de estas moléculas en esta regulación se da a través de interacciones específicas y complementarias con secuencias del transcrito RNA mensajero (mRNA) diana, guiando su degradación enzimática por corte o mediante represión traduccional (Voinnet 2009). Estos reguladores de la expresión génica se han visto implicados en estreses abióticos como: sequía, frío, salinidad, deficiencias nutricionales (Khraiwesh et al. 2012, Eldem et al. 2013); en estreses bióticos como en respuesta a: nemátodos, hongos y bacterias (Baldrich et al. 2015, Ruiz-Ferrer y Voinnet 2009); e implicados en las rutas de señalización por hormonas (Curaba et al. 2014), todo esto en muchas especies vegetales de importancia agrícola como el maíz, arroz, caña de azúcar, trigo, cebada, algodón, soja y otros. Específicamente en arroz, se han encontrado miRNAs asociados a la respuesta frente a sequía (Zhou et al. 2010), estrés oxidativo (Li et al. 2011) y respuesta de defensa frente a *Magnaporthe oryzae* (Baldrich et al. 2015, Li et al. 2013, Campo et al. 2013). Este avance en la investigación sobre el papel que juegan los miRNAs en las respuestas de las plantas frente a estrés indica la importancia que podrían tener estos reguladores en la mejora de los cultivos. El objetivo del presente trabajo fue generar líneas transgénicas de arroz con acumulación diferenciada de miRNAs relacionados con estrés.

Metodología

Este trabajo se llevó a cabo en el Centre de Recerca en Agrigenòmica (CRAG) de la ciudad de Cerdanyola del Vallès en la provincia de Barcelona, España. Se utilizaron cepas de *Agrobacterium tumefaciens* EHA105 que

cargaban vectores de transformación con las construcciones de los miRNAs clonados a partir del genoma de la variedad *O. sativa* cv. Nipponbare (Tabla 1), los cuales fueron identificados como posibles reguladores de las respuestas a estrés de las plantas de arroz (Baldrich et al. 2015).

Tabla 1. Vectores utilizados para la generación de líneas modificadas

Nombre	Representación	Utilización y características relevantes
pCAMBIAMIR390	pC:p <i>Ubi.osa-MIR390</i> :tNos	Secuencia completa del precursor <i>osa-MIR390</i> clonada por los sitios BamHI y SmaI en el plásmido pCAMBIAUbiNos.
pCAMBIAMIR397a	pC:p <i>Ubi.osa-MIR397a</i> :tNos	Secuencia completa del precursor <i>osa-MIR397a</i> clonada por los sitios BglII y SmaI en el plásmido pCAMBIAUbiNos.
pCAMBIAMIR397b	pC:p <i>Ubi.osa-MIR397b</i> :tNos	Secuencia completa del precursor <i>osa-MIR397b</i> clonada por los sitios BamHI y SmaI en el plásmido pCAMBIAUbiNos.
pCAMBIAMIR535	pC:p <i>Ubi.osa-MIR535</i> :tNos	Secuencia completa del precursor <i>osa-MIR535</i> clonada por los sitios BamHI y SmaI en el plásmido pCAMBIAUbiNos.
pCAMBIAMIR1319a	pC:p <i>Ubi.osa-MIR1319a</i> :tNos	Secuencia completa del precursor <i>osa-MIR1319a</i> clonada por los sitios BamHI y SmaI en el plásmido pCAMBIAUbiNos.
pCAMBIAMIR1847	pC:p <i>Ubi.osa-MIR1847</i> :tNos	Secuencia completa del precursor <i>osa-MIR1847</i> clonada por los sitios BamHI y SmaI en el plásmido pCAMBIAUbiNos.
pCAMBIAMIR5808	pC:p <i>Ubi.osa-MIR5808</i> :tNos	Secuencia completa del precursor <i>osa-MIR5808</i> clonada por los sitios BglII y SmaI en el plásmido pCAMBIAUbiNos.

Se obtuvieron líneas transgénicas de *O. sativa* cv. Tainung67 mediante el protocolo de transformación de callos embriogénicos mediado por *A. tumefaciens* basado en el descrito por Hiei et al. (1994) y puesto a punto por el Institute of Molecular Plant Science (Universidad de Leiden, Holanda) y por la UMR DAP del CIRAD, Montpellier, Francia (Rueb et al. 1994; Chair et al. 1995). Básicamente, se obtienen callos embriogénicos a partir del escutelo de semillas de arroz crecidas en medio de inducción *in vitro*, luego se co-cultivan con células de *A. tumefaciens* portadoras del vector de interés, para después de la selección de los callos transformantes inducir a partir de los mismos la regeneración de planta. La selección de transformantes se realiza mediante higromicina cuya resistencia está conferida por el gen *hptII* incluido en la secuencia del DNA transferido. El protocolo seguido se detalla a continuación.

Esterilización superficial y germinación de semillas de arroz: las condiciones de crecimiento en invernadero fueron: 14h/10h de fotoperiodo

(luz/oscuridad); 60% de humedad y 28°C de temperatura. Cuando las semillas se necesitaron en condiciones estériles de crecimiento, se procedió de la siguiente manera: se descascarillaron las semillas, se lavaron con etanol 70% durante 3 minutos, luego con una solución de hipoclorito sódico 30% y se mantuvieron en agitación durante 30 minutos. En campana de flujo laminar se lavaron con agua estéril repetidas veces. Las semillas se conservaron en agua estéril hasta 4 h antes de proceder a sembrarlas en medio estéril. Las condiciones de crecimiento *in vitro* fueron: 16h/8h de fotoperiodo (luz/oscuridad) y 28°C de temperatura.

Inducción de callos embriogénicos: semillas esterilizadas fueron puestas en condiciones de esterilidad sobre medio NB en placas altas de cultivo celular a razón de 12 semillas/placa. Se dejaron las placas abiertas bajo el flujo laminar con el fin de evitar exceso de líquido y luego se cerraron con plástico film. Se incubaron a 28°C en oscuridad durante 4-5 semanas. Luego de ese periodo se formaron callos primarios pequeños

(de 0,5-2 mm), compactos, resistentes, esféricos y blanquecinos. Estas unidades embriogénicas se transfirieron a nuevas placas de NB a razón de 50-70 callos/placa y se incubaron a 28°C en oscuridad durante 10 días. Pasado ese tiempo estos callos se desarrollaron en unidades esféricas de 2-4 mm y con superficie rugosa, las cuales fueron utilizadas para la transformación mediada por *A. tumefaciens*.

Transformación de callos embriogénicos mediada por *A. tumefaciens*: se inoculó la cepa de *A. tumefaciens* EHA105 portadora del vector de transformación deseado en 5 mL de medio YEB líquido con los antibióticos de selección adecuados y se incubó con agitación suave a 28°C durante 12-24 h. Se utilizaron 200 µL del cultivo líquido para sembrar en placas de medio YEB sólido selectivo con antibióticos y se incubaron las placas durante 3 días a 28°C. Con ayuda de una espátula estéril se recogió el cultivo mucoso de *Agrobacterium* crecido en la placa y se resuspendió en 20 mL de medio R2 líquido. Se preparó 30 mL de suspensión de células bacterianas a OD_(600nm) de 0,3 que es la óptima para realizar el co-cultivo con los callos. Se seleccionaron 50 callos para ser transformados, se pasaron a una placa de Petri vacía y se añadieron los 30 mL de suspensión de *Agrobacterium* spp. El co-cultivo se incubó durante 15 minutos, removiendo cada 3 minutos, y se secaron haciéndolos rodar suavemente sobre un papel de filtro Whatman CHR1 esterilizado y seco, bajo flujo laminar durante 2 minutos, proceso que se repitió 5 veces. Una vez secos los callos se pasaron a placas altas de medio R2 sólido a razón de 10 callos/placa y se mantuvieron a 24°C durante 3 días en oscuridad.

Selección de callos transformados y regeneración de plantas transgénicas: se pasaron los callos co-cultivados a placas altas de medio R2 selectivo sólido suplementado con higromicina, el antibiótico de selección, y se mantuvieron en condiciones de oscuridad y a 28°C durante 2 semanas. En caso de contaminaciones por presencia de *Agrobacterium* spp., se pasaron a una placa nueva los callos limpios y se eliminaron los contaminados. Luego de las 2 semanas se pasaron

los callos a placas altas de medio NBS sólido y se incubaron a 28°C en oscuridad durante otras 2 semanas. Los callos primarios transformados se van necrosando, pero producen callos secundarios que crecen sobre el mismo. En el periodo de 2 semanas cada 5 días se disgregaron estos callos secundarios alrededor del callo primario para favorecer su crecimiento. Luego de este tiempo se seleccionaron callos secundarios pequeños (de 0,5-2 mm), compactos, resistentes, esféricos y blanquecinos para regenerar las plantas. Se transfirieron a placas altas de medio P-RN sólido y se incubaron en oscuridad a 28°C durante 10 días. Luego de este tiempo se pasaron los callos a placas altas de medio RN sólido a razón de 10 callos/placa y se incubaron a 28°C en oscuridad durante 2 días y luego en régimen de luz 16h/8h de luz/oscuridad durante 3-4 semanas. Los callos que regeneraron pequeñas plantas completas, con parte verde y raíces formadas, se transfirieron a tubos de cultivo *in vitro* de 5 cm de diámetro con medio de cultivo P para enraizamiento y se mantuvieron a 28°C en las mismas condiciones de luz. Una vez que las plantas desarrollaron un buen sistema radicular y parte aérea se trasplantaron a tierra en condiciones normales de invernadero. Luego de 4 semanas se tomaron muestras de las hojas de cada planta y se realizó un análisis genómico de inserción de T-DNA para confirmar la transgénesis.

Amplificación de fragmentos de DNA por PCR: la técnica de PCR se utilizó para amplificar fragmentos de DNA a partir de DNA genómico de las líneas transgénicas. El análisis genotípico fue realizado por PCR utilizando cebadores específicos para el promotor de *Ubiquitina* del maíz y para el terminador *Nos*. El tamaño de la amplificación en este caso es proporcional al tamaño del precursor clonado y transferido al genoma del arroz. Para los eventos de transformación del vector vacío, se utilizaron cebadores específicos del gen de resistencia a higromicina (*hptII*). Las condiciones generales fueron de 95°C por 5 min de desnaturalización inicial, con 25 a 30 ciclos de 95°C por 30-60 segundos de desnaturalización, 30 a 60 segundos a la temperatura de apareamiento ideal de los cebadores y 30 segundos a 72°C para la síntesis,

con un periodo de extensión final de 10 min a 72°C. Las condiciones fueron optimizadas para cada reacción. Los contenidos generales de los componentes en las reacciones de PCR realizadas en este trabajo fueron: de 10 a 100 ng de DNA; 1X de tampón de PCR (10X); 2,5 mM de MgCl₂; 200 μM de dNTPs; 100 nM de los cebadores y 0,5 U de la enzima Taq polimerasa.

Resultados y discusión

Se obtuvieron 18 líneas independientes para osa-MIR390, 12 para osa-MIR397a, 19 para osa-MIR397b, 14 para osa-MIR535, 12 para osa-MIR1319a, también 12 para osa-MIR1847 y 34 para osa-MIR5808. Además, se transformaron callos con el vector vacío, para el cual se regeneraron siete líneas independientes.

El rango de líneas de transformación positivas para las inserciones del T-DNA encontradas fue entre 71% para el evento del vector vacío y el 100% para los eventos osa-MIR397a, MIR1319a y osa-MIR1847. A pesar de no haberse obtenido un 100% para los eventos osa-MIR390, osa-MIR397b, osa-MIR535 y osa-MIR5808, los porcentajes de líneas positivas estaban alrededor

del 90%. Sin embargo, se observó que produjeron semillas sólo el 33% de líneas positivas para los eventos de transformación para osa-MIR5808 y osa-MIR1319a, y un rango entre el 58 y el 72% para el resto de eventos. Luego de comprobarse que las líneas regeneradas tras la transformación portaban el transgén, se procedió a analizar la acumulación de los correspondientes miRNAs para evaluar la expresión y procesado de los precursores en plantas de arroz. La acumulación de los miRNAs maduros se analizó en hojas jóvenes de las líneas transgénicas mediante análisis *Northern blot* de pequeños RNAs. Se analizaron ocho líneas independientes para cada evento de transformación (Figura 1). La mayoría de las líneas de los eventos, excepto los eventos para osa-MIR1847 y osa-MIR5808, muestran mayor acumulación de los miRNAs que la variedad silvestre sin transformar, aunque mostraron diferencias en los niveles de acumulación. Este resultado indica que los transgenes se expresan y los precursores osa-MIR390, osa-MIR397a, osa-MIR397b, osa-MIR535 y osa-MIR1319a se procesan eficientemente en plantas de arroz, acumulando los correspondientes miRNAs maduros. Para osa-MIR5808 no se logró observar la acumulación diferencial del

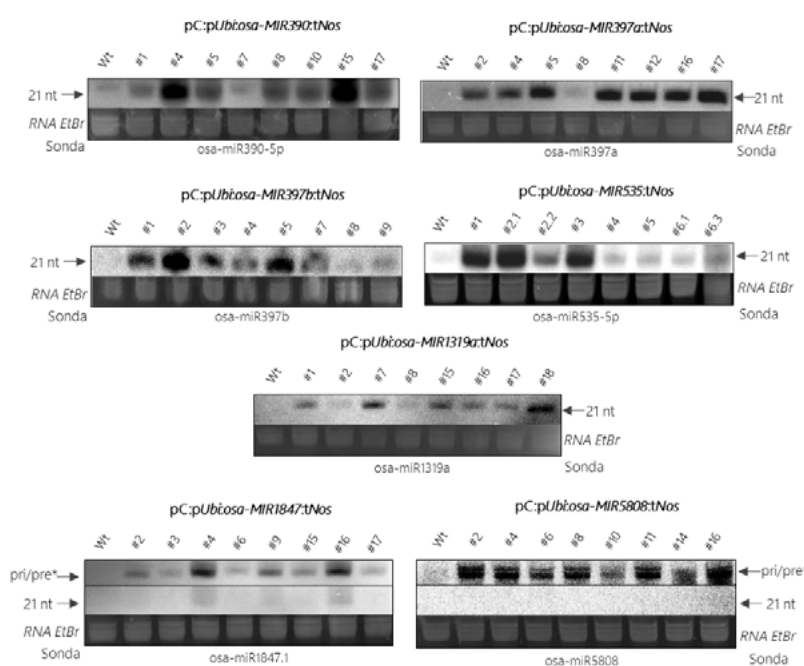


Figura 1. Análisis de la acumulación de los miRNAs en las líneas de arroz generadas. Análisis por *Northern blot* de pequeños RNAs (15 μg de RNA total) de hojas de las líneas transgénicas portadoras de los transgenes indicados. Como control se ha analizado la variedad silvestre Tainung67 (Wt), correspondiente al fondo genético de las líneas transgénicas. Las membranas se han hibridado con las sondas de DNA sintéticas indicadas debajo de cada membrana. Se indica con una flecha la posición aproximada del marcador de peso molecular de RNA de 21 nucleótidos. En las líneas portadoras de los transgenes *pUbi:osa-MIR1847:tNos* y *pUbi:osa-MIR5808:tNos* se muestra además la hibridación de la membrana en la posición aproximada de los transcritos primarios y/o precursores que no han sido procesados al miRNA maduro (panel superior).

miRNA, sin embargo, sí se observaron bandas de acumulación de transcritos de mayor tamaño correspondientes al pri-miRNA y el precursor. El caso del evento para osa-MIR1847 fue similar, apenas se detectó el miRNA maduro y sólo algunas líneas presentan una banda débil en la posición del miRNA, aunque todas ellas mostraron una banda de mayor intensidad que se podrían corresponder con el transcrito primario o el pre-miRNA. Estos resultados prueban la correcta expresión del precursor, pero con un procesamiento ineficiente al miRNA maduro.

Conclusión

Se obtuvieron líneas independientes de arroz con diferentes niveles de acumulación de los miRNAs maduros para los eventos osa-MIR390, osa-MIR397a, osa-MIR397b, osa-MIR535, osa-MIR1319a y osa-MIR1847, mientras que las líneas transgénicas del evento osa-MIR5808 sobreexpresan el precursor, pero no acumulan el miRNA maduro. Las líneas modificadas genéticamente con acumulación diferencial de miRNAs serán útiles para caracterizar dichos componentes moleculares en las respuestas de defensa del arroz frente a estrés y analizar su posible utilización en programas de mejora genética para obtener variedades o líneas transgénicas mejor adaptadas a condiciones adversas.

Referencias bibliográficas

- Baldrich, P; Campo, S; Wu, MT; Liu, TT; Hsing, YIC; Segundo, BS. 2015. MicroRNA-mediated regulation of gene expression in the response of rice plants to fungal elicitors. *RNA Biology* RNA Biol 2015;12(8):847-63.
- Campo, S; Peris-Peris, C; Siré, C; Moreno, AB; Donaire, L; Zytnicki, M; San Segundo, B. 2013. Identification of a novel microRNA (miRNA) from rice that targets an alternatively spliced transcript of the Nramp6 (Natural resistance-associated macrophage protein 6) gene involved in pathogen resistance. *New Phytologist* 199(1): 212-227.
- Chair, H; Georget, F; Cancade, V; Legavre, T; Michaux Ferriere, N; Guiderdoni, E. 1995. Transformation of rice through polyethylene glycol treatment of protoplasts and microprojectile bombardment on scutellum of immature embryos. *Simposio CIRAD/CATIE Mejoramiento Genético y Desarrollo de los Cultivos Tropicales*. Turrialba. 20-29 de Noviembre. p. 77-79.
- Chen, F; Li, Q; Sun, L; He, Z. 2006. The rice 14-3-3 gene family and its involvement in responses to biotic and abiotic stress. *DNA Research* 13(2):53-63.
- Coudert, Y; Périn, C; Courtois, B; Khong, NG; Gantet, P. 2010. Genetic control of root development in rice, the model cereal. *Trends in Plant Science* 15(4):219-226. doi: 10.1016/j.tplants.2010.01.008
- Curaba, J; Singh, MB; Bhalla, PL. 2014. MiRNAs in the crosstalk between phytohormone signalling pathways. *Journal of Experimental Botany* 65(6):1425-1438. doi: 10.1093/jxb/eru002
- Eldem, V; Okay, S; Ünver, T. 2013. Plant microRNAs: New players in functional genomics. *Journal of Agriculture and Forestry* 37(1): 1-21. doi: 10.3906/tar-1206-50
- Hiei, Y; Ohta, S; Komari, T; Kumashiro, T. 1994. Efficient transformation of rice (*Oryza sativa* L.) mediated by *Agrobacterium* and sequence analysis of the boundaries of the T-DNA. *The Plant Journal For Cell and Molecular Biology* 6(2):271-282. doi: 10.1046/j.1365-3113X.1994.6020271.x
- Khraiweh, B; Zhu, JK; Zhu, J. 2012. Role of miRNAs and siRNAs in biotic and abiotic stress responses of plants. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Gene Regulatory Mechanisms* 1819(2):137-148. doi: 10.1016/j.bbagrm.2011.05.001
- Li, T; Li, H; Zhang, YX; Liu, JY. 2011. Identification and analysis of seven H₂O₂-responsive miRNAs and 32 new miRNAs in the seedlings of rice (*Oryza sativa* L. ssp. indica). *Nucleic Acids Research* 39(7):2821-2833. doi: 10.1093/nar/gkq1047

- Li, Y; Lu, YG; Shi, Y; Wu, L; Xu, YJ; Huang, F; Wang, WM. 2013. Multiple rice microRNAs are involved in immunity against the blast fungus *Magnaporthe oryzae*. *Plant Physiology*. 164(2): 1077–1092. doi: 10.1104/pp.113.230052
- Rueb, S; Leneman, M; Schilperoort, RA; Hensgens, LAM. 1994. Efficient plant regeneration through somatic embryogenesis from callus induced on mature rice embryos (*Oryza sativa* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 36(2): 259–264. Doi: 10.1007/BF00037729
- Ruiz-Ferrer, V; Voinnet, O. 2009. Roles of plant small RNAs in biotic stress responses. *Annual Review of Plant Biology* 60:485–510. doi: 10.1146/annurev.arplant.043008.092111
- Voinnet, O. 2009. Origin, biogenesis, and activity of plant MicroRNAs. *Cell* 136(4):669-687. doi: 10.1016/j.cell.2009.01.046
- Zhou, L; Liu, Y; Liu, Z; Kong, D; Duan, M; Luo, L. 2010. Genome-wide identification and analysis of drought-responsive microRNAs in *Oryza sativa*. *Journal of Experimental Botany* 61(15):4157-4168. doi:10.1093/jxb/erq237

Caracterización genotípica de las variedades paraguayas de trigo con distintos grados de resistencia al brotado pre-cosecha

Renato Sardi¹, Man Mohan Kohli², Julio C. M. Iehisa^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO)

*Autor para correspondencia: jcmiehisa@qui.una.py

Introducción

El trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) es uno de los cereales más cultivados en todo el mundo y es consumido por más del 40% de la población mundial. En Paraguay el cultivo de trigo ha ido creciendo hasta alcanzar una producción de aproximadamente 1,5 millones de toneladas del grano en el año 2012 (FAOSTAT 2016). Para aumentar el rendimiento en Paraguay, se debe incorporar la resistencia a *Pyricularia*, al brotado pre-cosecha (BPC) y combinar las tolerancias a la sequía y al calor en nuevas variedades (Kohli y Cubilla 2007). El BPC del trigo es un problema en Paraguay y en otros países donde la temporada de lluvias coincide con la temporada de cosecha. Está fisiológicamente caracterizado por la germinación prematura de la semilla cuando todavía se encuentra en la espiga de la planta madre y afecta directamente en la calidad del grano. A nivel mundial se estima que las pérdidas anuales debido al BPC rondan los mil millones de dólares (Black 2006). Los genes y loci asociados a la resistencia al BPC han sido identificados en casi todos los cromosomas del trigo, de los cuales aquellos localizados en los cromosomas 3A y 4A han demostrado los efectos más importantes (Mares et al. 2005, Nakamura et al. 2011, Liu et al. 2013). Estos genes y marcadores ligados a los loci de resistencia al BPC podrían ser utilizados para la selección asistida por marcadores moleculares. En Paraguay, se ha logrado desarrollar variedades de trigo con diferentes niveles de resistencias al BPC. Sin embargo, estas variedades se han seleccionado por métodos basados en sus características fenotípica, de manera que no existen datos sobre qué loci de resistencia al BPC poseen cada

variedad. Por lo tanto, en el presente trabajo se planteó determinar el genotipo de diversas variedades de trigo tanto paraguayas, como aquellas utilizadas para su mejora, mediante marcadores moleculares genéticamente ligados a la resistencia al BPC y comparar con aquellas variedades genotípicamente conocidas. Este dato podría servir para determinar qué alelos de resistencia pueden ser introducidos a las variedades nacionales para mejorar su resistencia al BPC.

Metodología

En el presente trabajo se utilizaron las variedades presentadas en la Tabla 1, que incluye variedades paraguayas, variedades de diferentes orígenes utilizadas para la mejora y los controles que son genotipos conocidos en su reacción fenotípica ante el BPC.

La extracción del ADN a partir de las hojas de trigo, se realizó mediante el método de CTAB (bromuro de cetiltrimetilamonio) (Doyle y Doyle 1990). Para la determinación del genotipo de los loci de resistencia al BPC se utilizaron los cebadores presentados en la Tabla 2, amplificados mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y electroforesis en gel de poliacrilamida.

Resultados y discusión

Para la determinación del genotipo del locus de resistencia al BPC ubicado en el cromosoma 6D, se utilizó como control a la variedad Cayuga (Munkvold et al. 2009). Las variedades que presentaron el mismo genotipo que Cayuga en los marcadores microsatélites *Xcfd37* y *Xcfd76*

Tabla 1. Variedades de trigo utilizadas, origen y reacción al BPC.

Variedad	Origen	Resistencia al BPC
Cayuga*	EEUU	Resistente
Renan	Francia	Resistente
RL-4137	Canadá	Resistente
AC Domain	Canadá	Resistente
Frontana	Brasil	Resistente
Onix	Brasil/Argentina	Moderadamente resistente
Embrapa 42	Brasil	Moderadamente resistente
BRS Tangara	Brasil	Moderadamente resistente
IPR 85	Brasil	Moderadamente resistente
CD 114	Brasil	Moderadamente resistente
CD 117	Brasil	Moderadamente resistente
Itapúa 40	Paraguay	Resistente
Itapúa 70	Paraguay	Moderadamente susceptible
Itapúa 75	Paraguay	Moderadamente resistente
Itapúa 80	Paraguay	Susceptible
Itapúa 85	Paraguay	Intermedio
Canindé 1	Paraguay	Susceptible
Canindé 21	Paraguay	Intermedio

*Variedad utilizada como control debido a que posee los loci de resistencia en los cromosomas 2B y 6D.

Tabla 2. Cebadores utilizados para el genotipado de las variedades.

Loci	Secuencia 5' a 3'	Cromosoma
<i>Xcfd37</i>	F: GCTTCTTTTGCTGCTTTTGC R: CCCCCACATACAGAGGCTAA	6D
<i>Xcfd76</i>	F: GCAATTTTCACACGCGACTTA R: CGCTCGACAACATGACACTT	6D
<i>Xbarc55</i>	F: GCGGTCAACACACTCCACTCCTCTCTC R: CGCTGCTCCCATTGCTCGCCGTTA	2B
<i>Xbarc183</i>	F: CCCGGGACCACCAGTAAGT R: GGATGGGGAATTGGAGATACAGAG	2B
<i>PM19-A1</i>	F: AGGCGAAGTGTGGAAGCAT R: ATAGGTGTGCAGGAGGGACA	4A
<i>TaPHS1</i>	F: GTGAGAGACACGCAAGAACG R: TTTGTACAGGTCGTCGTTGG	3A

(que flanquean el locus del cromosoma 6D) fueron BRS Tangara, CD 114 y Canindé 1, indicando que estas variedades podrían tener el alelo resistente en este locus. Canindé 1 es una variedad susceptible, por lo que esta podría no tener el alelo resistente o el efecto de este locus sobre el BPC no es lo suficientemente fuerte. Para determinar si Canindé 1 realmente no posee el alelo resistente, se debe desarrollar

un marcador molecular estrechamente ligado a este locus ya que pudo haber ocurrido la recombinación meiótica entre el marcador y el gen de resistencia. Debido a que Cayuga posee también el alelo resistente en el locus del cromosoma 2B (Munkvold et al. 2009), se utilizó para comparar los genotipos los marcadores microsatélites *Xbarc55* y *Xbarc183* que están ligados a dicho locus. Las variedades RL-4137,



Frontana, Onix, BRS Tangara, CD 114 e Itapúa 75, todas ellas resistentes o moderadamente resistentes al BPC, presentaron genotipos similares en ambos marcadores. Sin embargo, no se puede explicar del todo la diferencia fenotípica solamente con este locus. En cuanto al gen *TaPHS1* ubicado en el cromosoma 3A, se conoce que las mutaciones en las posiciones 646 y 666 hacen perder la funcionalidad de este gen, convirtiéndolo en variedades susceptibles (Liu et al. 2013). Mediante la secuenciación de este gen, se encontró que las variedades paraguayas moderadamente susceptibles y susceptibles (Itapúa 70, Itapúa 75, Itapúa 80 y Canindé 1) poseen las mutaciones que hacen perder la funcionalidad del gen *TaPHS1*. Las demás variedades con resistencia intermedia, moderadamente resistentes y resistentes, no presentaron estas mutaciones. Por último, se conoce que la delección de 18 pares de bases en la región promotora del gen *PM19-A1* hace disminuir su expresión en las variedades susceptibles (Barrero et al. 2015). Se encontró que las variedades Cayuga, Embrapa 42, IPR85, CD 117 y todas las variedades nacionales presentan esta delección.

Conclusión

Mediante la determinación del genotipo de las variedades nacionales con marcadores microsatélites y el análisis de los genes, se encontró que la resistencia al BPC de las variedades nacionales puede ser explicada principalmente por el alelo del gen *TaPHS1*. Por otro lado, ninguna variedad paraguaya analizada posee el alelo resistente del gen *PM19-A1* indicando que este alelo puede ser utilizado para la mejora de estas variedades. Mediante la determinación del genotipo utilizando marcadores moleculares se podría predecir el fenotipo de las plantas y esto permite acortar el tiempo requerido para la mejora.

Referencias bibliográficas

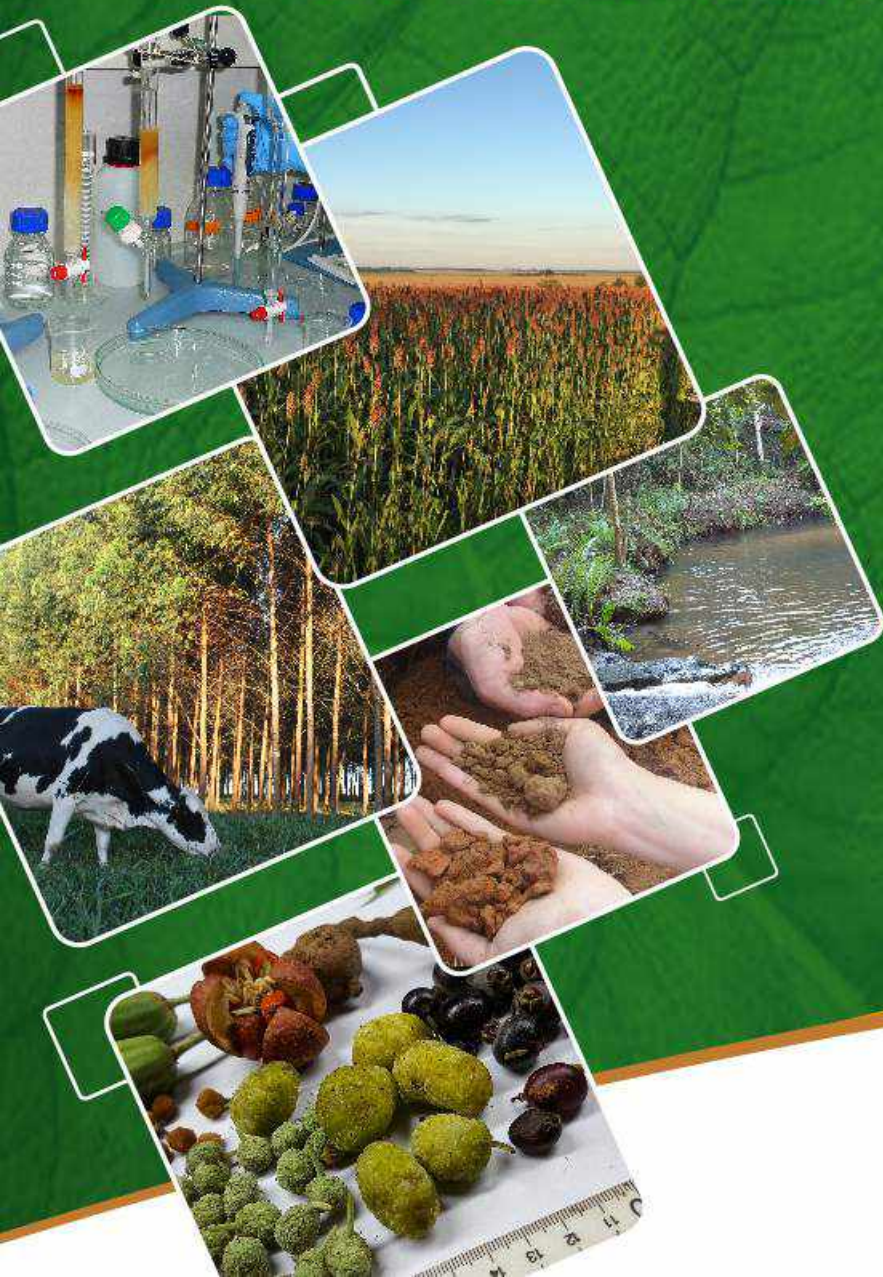
- Barrero, JM; Cavanagh, C; Verbyla, KL; Tibbits, JFG; Verbyla, AP; Huang, BE; Rosewarne, GM; Stephen, S; Wang, P; Whan, A; Rigault, P; Hayden, MJ; Gubler, F. 2015. Transcriptomic analysis of wheat near-isogenic lines identifies *PM19-A1* and *A2* as candidates for a major dormancy QTL. *Genome Biol Londres* 16(1):93.
- Black, M. 2006. *The Encyclopedia of seeds science, technology and uses*. Wallingford, UK, CABI Publishing. 528 p.
- Doyle, JJ; Doyle, JL. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus, Madison* 12:13-15.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics División). 2016. Cultivos (en línea, sitio web). Consultado 16 ene. 2016. Disponible en <http://www.faostat.fao.org>
- Kohli, M; Cubilla, LE. 2007. Primer seminario nacional del trigo Del grano al pan. Asunción, Paraguay, CAPECO. 120 p.
- Liu, S; Sehgal, SK; Li, J; Lin, M; Trick, HN; Yu, J; Gill, BS; Bai, G. 2013. Cloning and characterization of a critical regulator for preharvest sprouting in wheat. *Genetics Bethesda* 195(1):263-273.
- Mares, D; Mrva, K; Cheong, J; Williams, K; Watson, B; Storlie, E; Sutherland, M; Zou, Y. 2005. A QTL located on chromosome 4A associated with dormancy in white- and red-grained wheats of diverse origin. *Theor Appl Genet Alemania* 111(7):1357-1364.
- Munkvold, J; Tanaka, J; Benscher, D; Sorrells, ME. 2009. Mapping quantitative trait loci for preharvest sprouting resistance in white wheat. *Theor Appl Genet Alemania* 119(7):1223-1235.
- Nakamura, S; Abe, F; Kawahigashi, H; Nakazono, K; Tagiri, A; Matsumoto, T; Utsugi, S; Ogawa, T; Handa, H; Ishida, H; Mori, M; Kawaura, K; Ogihara, Y; Miura, H. 2011. A wheat homolog of mother of FT and TFL1 acts in the regulation of germination. *Plant Cell* 23(9):3215-3229.



IV CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS

"Conocimiento e innovación para el desarrollo sostenible"

Trabajos Presentados en la Sesión de Póster



Evaluación de pérdida de masa y análisis sensorial de frutos de frutilla en función a la vernalización

Moisés Cabral¹, Victoria Rossmary Santacruz Oviedo^{1*}, Cipriano Ramón Enciso-Garay¹, Graciela Cabrera²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Centro de Investigación Hernando Bertoni, IPTA, Caacupé, Paraguay.

*Autor para correspondencia: vrossmary@agr.una.py

Introducción

En el Paraguay se cultivaron aproximadamente 210 hectáreas de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch), con una producción de 2.011 toneladas y rendimiento promedio de 9.574 kg ha⁻¹ en el año agrícola 2014/15 (MAG 2015). Las variedades más cultivadas son Dover y Sweet Charlie, esta última se prefiere por su dulzura, mientras que Dover es agrídulce y por ello posee mayor aptitud para el procesamiento. Ambas variedades son cultivadas en el país desde el año 2001/2, sin reposición por otras variedades, lo cual acarrea problemas de plagas en el cultivo, que incide en la producción y calidad de frutos.

En Paraguay los inviernos son muy irregulares y muchas veces, las plantas no completan las horas de frío requerido o los fotoperiodos son muy cortos para cubrir las necesidades que, en el caso de la frutilla, requieren acumular 400 horas con temperaturas menores a 7°C (Lavin y Moureira 2000). La vernalización de las mudas de frutilla consiste en suministrar a las plantas de manera artificial condiciones de temperatura para que ocurra la diferenciación de yemas en los botones florales en la época en que tales condiciones no ocurren naturalmente (Baldini 1997).

Esta investigación tuvo como objetivo, evaluar la pérdida de masa y realizar un análisis sensorial de frutos de genotipos de frutilla provenientes de mudas vernalizadas.

Metodología

El experimento a campo se llevó a cabo entre los

meses de abril a septiembre de 2015, en el Centro de Investigación “Hernando Bertoni” (CIHB)-IPTA, Caacupé, situado entre las coordenadas geográficas 25°23'16.38" y 57°11'22.24", a 228 msnm.

Las variables evaluadas fueron la pérdida de masa en poscosecha y evaluación sensorial. Los tratamientos para la evaluación sensorial provinieron de mudas vernalizadas y no vernalizadas, cuya producción se evaluó a campo, totalizando 28 tratamientos. Las evaluaciones se realizaron en el Laboratorio de Calidad del CIHB. Para la pérdida de masa de frutos en poscosecha fue considerada la cosecha del mes de septiembre cuando los frutos presentaron 75% de coloración roja. Se determinaron dos condiciones diferentes: a) Frutos almacenados a temperatura ambiente (20°C ± 8°C). b) Frutos almacenados en cámara a 5°C y 90% de humedad relativa.

La evaluación en ambos casos se realizó por diferencia entre el peso inicial (PI), el peso final (PF) dividido el peso inicial (PI) multiplicado por cien y los resultados se expresaron en porcentaje de pérdida acumulada. El pesaje de frutos se realizó con una balanza digital, expresándose en gramos. Para la evaluación del análisis sensorial se utilizaron cuatro genotipos vernalizados: Festival, Dover x Oso Grande, Floriada Eliane y Camino Real. Participaron de la cata, diez evaluadores del CIHB/IPTA con edades comprendidas entre 19 y 60 años (edad promedio 35,4 años). Los consumidores se distribuyeron de acuerdo al sexo de la siguiente forma: 20% mujeres y 80% hombres. Los frutos fueron presentados a los consumidores

en bandejas plásticas incoloras, codificadas con números aleatorios.

Las características sensoriales evaluadas fueron: a) Color (me gusta, no me gusta o me es indiferente) b) Forma (me gusta, no me gusta o me es indiferente) c) Dulzura (muy dulce, dulce, poco dulce) d) Acidez (muy ácido, ácido, poco ácido) e) Sabor (me gusta, no me gusta o me es indiferente). Los resultados fueron expresados en porcentajes, considerándose como el 100% las 10 personas que efectuaron la cata. Los datos, a excepción del análisis sensorial fueron sometidos al análisis de varianza, y las medias fueron comparadas entre sí por el test de Tukey al 5 % de probabilidad de error (Infostat® versión 2013).

Resultados y discusión

Pérdida de masa de frutos en poscosecha a temperatura ambiente (20°C ± 8 °C)

Los análisis estadísticos mostraron que, analizados individualmente los factores, no se

encontraron diferencia estadística significativa para genotipos; sin embargo, la vernalización tuvo efecto significativo sobre los genotipos. En el primer día posterior a la cosecha, la pérdida de masa osciló entre 8,93% (Camino Real) y 17,62% (Dover x Esplendida), en el segundo día entre 15,92% (Camino Real) y 27,83% (IAC Guaraní), mientras que en el tercer día entre 24,53% (Camino Real) y 40,07% (Dover x Esplendida), sin que existan diferencias significativas (Tabla 1). En cuanto a la vernalización, las menores pérdidas se obtuvieron en los frutos provenientes de mudas vernalizadas, con medias de 11,32%, 19,18% y 21,41%, difiriendo significativamente de las no vernalizadas (Tabla 1). Esto indica que los frutos de plantas no vernalizadas tienen mayor pérdida de masa que los frutos provenientes de mudas vernalizadas. De acuerdo a Bringhurst et al. (1960) y Durner et al. (1986) el vigor de las mudas de frutilla está asociado con el número de horas frío y fotoperiodo.

Tabla 1. Valores medios de pérdida de masa del fruto durante tres días después de la cosecha, a temperatura ambiente (20°C ± 8°C), de 14 genotipos de frutilla en función a la vernalización. CIHB/IPTA. Caacupé, 2015.

Factores	Pérdida de masa (%)		
	Día 1	Día 2	Día 3
Genotipos			
Camino Real	8,93 ^{*ns}	15,92 ^{*ns}	24,53 ^{*ns}
Festival	9,98	17,65	26,70
Florida Eliane	10,01	20,75	29,95
Sweet Charlie FP	14,08	23,62	32,77
Sweet Charlie	13,13	23,15	34,75
Dover	10,65	25,28	34,65
IAC Guaraní	18,45	27,83	38,78
Corea	14,13	22,63	32,25
Early Bright	10,73	19,03	31,98
Dover x Rosalinda (1)	10,01	17,42	26,17
Dover x Rosalinda (4)	15,42	24,20	35,43
Dover x Oso Grande	12,70	20,02	29,08
Dover x Espléndida	17,62	27,72	40,07
Dover x Aichi	9,98	17,55	26,37
No Vernalizado	13,81 A	24,08 A	33,95 A
Vernalizado	11,32 B	19,18 B	29,41 B
Coeficiente de Variación	44,92 %	36,53 %	4,29 %
Media	12,55 %	21,62 %	31,68 %

*ns=: No significativo por la prueba de F al 5% de probabilidad de error.

Pérdida de masa de frutos en poscosecha a 5°C de temperatura y 90% de humedad

En la primera evaluación realizada dos días posteriores a la cosecha, la pérdida entre los genotipos varió entre 3,62% (Camino Real) y 6,55% (Corea), en la segunda evaluación entre 6,90% (Festival) y 10,13% (Corea) y en la última a los siete días, entre 10,27% (Florida Eliane) y 13,97% (Sweet Charlie) sin presentar diferencias significativa (Tabla 2).

Kader (1992) afirma que las principales pérdidas en poscosecha se deben principalmente a la presencia de daños físicos. Terrazan et al. (2006) trabajando con la variedad Oso Grande encontraron que los frutos perdieron entre 5 y 10% de masa, hasta el sexto día de almacenamiento y de 10 a 15% después de ese periodo, resultados similares al promedio de este experimento al séptimo día (11,75%) y mencionan que después de ese periodo los frutos pierden las características sensoriales como color, brillo y turgencia. En este experimento la pérdida de masa al séptimo

día posterior a la cosecha de todos los genotipos evaluados estuvo entre 10,27% y 13,97%.

Análisis sensorial

Los resultados indican que el color del fruto de Florida Eliane (100%) tuvo la mayor aceptación entre los consumidores, seguidos por Camino Real (90%), Dover x Oso Grande (90%) y por último Festival (70%) (Tabla 3). Chitarra y Chitarra (1990), afirman que el atributo más importante de calidad a ser evaluado, considerando las exigencias del consumidor a la hora de la compra es la apariencia, que se puede describir a través del color.

Con respecto a la forma, los cuatro genotipos evaluados obtuvieron el 90% de la aprobación indicando que la forma de los frutos no fue limitante para la selección, coincidiendo con los resultados obtenidos por Lado et al. (2012), quienes encontraron que el término 'forma de fruto' en frutilla fue la menos importante para los consumidores a la hora de elegir.

Tabla 2. Valores medios para pérdida de masa de fruto en pos cosecha a 5°C de temperatura con 90% de humedad relativa de 14 genotipos en función a la vernalización. CIHB/IPTA. Caacupé, 2015.

Factores Genotipos	Pérdida de masa (%)		
	Día 2	Día 5	Día 7
Camino Real	3,62 *ns	7,67 *ns	10,35 *ns
Festival	3,87	6,90	10,47
Florida Eliane	3,63	7,98	10,27
Sweet Charlie FP	5,32	9,58	13,43
Sweet Charlie	4,67	10,03	13,97
Dover	4,37	8,18	11,93
IAC Guaraní	4,75	8,87	12,52
Corea	6,55	10,13	13,02
Early Bright	3,57	7,80	11,23
Dover x Rosalinda (1)	4,48	8,65	11,15
Dover x Rosalinda (4)	4,22	8,42	11,30
Dover x Oso Grande	4,82	9,58	12,97
Dover x Espléndida	5,15	8,63	11,18
Dover x Aichi	4,40	8,78	12,92
No Vernalizado	4,49	8,58	11,45
Vernalizado	4,57	8,74	12,06
Coefficiente de Variación	40,84%	9,84%	24,35 %
Media	4,53%	8,66 %	11,75 %

*ns= No significativo por la prueba de F al 5% de probabilidad de error.

En cuanto a la dulzura, Florida Eliane obtuvo el 20% de la respuesta Muy Dulce, 60% la opción Dulce y 20% de poco Dulce. Festival tuvo 10%, 30% y 60% de respuesta para las opciones Muy Dulce, Dulce y Poco Dulce, respectivamente. Las variedades Dover x Oso Grande y Camino Real obtuvieron calificación de 0% para la opción Muy Dulce. Para acidez de frutos, Florida Eliane

obtuvo 80% de la respuesta Poco Acido, seguido de Camino Real (70%), Dover x Oso Grande (60%) y Festival (50%). Respecto al sabor, Florida Eliane y Festival obtuvieron el 70% de la opción Me Gusta, diferenciándose de Dover x Oso Grande y Camino Real que obtuvieron el 50% de la misma opción (Tabla 3).

Tabla 3. Promedios de la encuesta del análisis sensorial de frutos de cuatro genotipos frutilla. CIHB/IPTA. Caacupé, 2015.

Característica	Dover x Oso Grande	Festival	Camino Real	Florida Eliane
Color				
Me gusta	90 %	70 %	90 %	100%
No me gusta	10 %	30 %	10%	0%
Indiferente	0%	0%	0%	0%
Forma				
Me gusta	90%	90%	90%	90%
No me gusta	0%	10%	0%	10%
Indiferente	10%	0%	10%	0%
Dulzura				
Muy Dulce	0%	10%	0%	20%
Dulce	40%	30%	50%	60%
Poco Dulce	60%	60%	50%	20%
Acidez				
Muy Ácido	0%	0%	10%	10%
Ácido	40%	50%	20%	10%
Poco Ácido	60%	50%	70%	80%
Sabor				
Me gusta	50%	70%	50%	70%
No me gusta	30%	20%	50%	10%
Indiferente	20%	10%	0%	20%

Conclusión

En condiciones de refrigeración a 5°C con 90% de humedad relativa, la pérdida de masa en poscosecha de los frutos no es afectada por la vernalización de las mudas ni por los genotipos. Por otro lado, los frutos provenientes de mudas vernalizadas tienen menos pérdida de masa en poscosecha a temperatura ambiente (20°C ± 8°C). Festival sin vernalización y Florida Eliane son genotipos con aptitud para consumo en fresco, debido al color uniforme, buena dulzura y baja acidez de los frutos según evaluación sensorial.

Referencias bibliográficas

- Baldini, EM. 1997. Vernalização de duas cultivares de morango, produção e análise econômicas. Tesis M Sc. Fitotecnia. Sao Paulo, BR, Universidade de Sao Paulo Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz. 54 p.
- Bringhurst, RS; Voth, V. 1960. Larger strawberries through plant breeding. California Agriculture 14(8).
- Chitarra Fernandes, MI; Chitarra Bosco, A. 1990. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras, BR, ESAL/FAEPE. 320 p.



- Durner, EF; Poling, EB; Albregst, EA. 1986. Early season yield responses of selected strawberry cultivars to photoperiod and chilling in a Florida winter production system. *Journal of the American Society for Horticultural Science* (112):53-56.
- Kader, AA. 1992. *Postharvest technology of horticultural crops*. Oakland, California, USA, University of California Division of Agricultural and Natural Resources. 296 p. (Publication 3311).
- Lado, J; Vicente, E; Manzzi, A; Ghelfi, B; Ares, G. 2012. Evaluación de calidad de fruta y aceptabilidad de diferentes cultivares de frutilla. *Agrociencia Uruguay* 16(1):51-58.
- Lavin, A; Moureira, M. 2000. La frutilla chilena de fruto blanco. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias* 39(1):34.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2015. Frutilla: superficie, producción y rendimiento por departamento (en línea). Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias. Consultado 23 may. 2015. Disponible en <http://www.mag.gov.py/Censo/temporales/FRUTILLA.pdf>

Crecimiento y fructificación de ocho cultivares de naranja tardía (*Citrus sinensis*) en la región sur del Paraguay

Carlos Roberto Wlosek Stañgret^{1,2*}, Daniel Prichodiuk², Cesar Venialgo²,
Manuel Arzamendia Duarte²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Filial Santa Rosa Misiones. Paraguay.

²Departamento de fruticultura, Trociuk & Cía., Fram Itapúa Paraguay.

*Autor para correspondencia: cwlosek@hotmail.com

Introducción

La introducción del cultivo de la naranja en el Paraguay se remonta a la época de la llegada de los misioneros Jesuitas, a mediados del siglo XVI, quienes realizaron las primeras plantaciones a partir de semillas de la naranja ‘Criolla’ y, en la antigüedad el país fue conocido por su buena producción y como abastecedor de este fruto a las grandes ciudades de países vecinos (Wlosek 2013). Este mismo autor menciona que el cultivo de los cítricos ha tenido un incremento muy importante en las últimas dos décadas, alcanzando las 15.000 hectáreas el cultivo de naranjas, siendo los departamentos de Itapúa y Caazapá los de mayor producción.

La naranja es una especie que se encuentra distribuida en gran parte de la región oriental del país (Armadans 2003). Actualmente la citricultura paraguaya se caracteriza mayoritariamente por tener un desarrollo a nivel familiar, abasteciendo a las empresas que se dedican a la industrialización de jugos concentrados, aceites esenciales y otros subproductos. Paraguay reúne las características edafoclimáticas apropiadas para la explotación de cítricos, teniendo en cuenta que en los últimos años la demanda de frutas cítricas ha aumentado considerablemente, motivo por el cual la correcta elección de la variedad debería estar sujeta al destino de la cosecha (Wlosek 2013).

En el país, a pesar de que la citricultura se encuentra en crecimiento y sobre todo el cultivo de la naranja, es aún muy escasa la información sobre el comportamiento de los distintos cultivares comerciales disponibles en el mercado.

Por lo mencionado, esta investigación tiene como objetivo generar información científica con relación al crecimiento y la fructificación de cultivares de naranjas de maduración tardía cultivadas comercialmente en el Paraguay.

Metodología

En esta investigación se compararon ocho cultivares de naranja de maduración tardía (“Folha Murcha”, “Natal”, “Pera IAC”, “Valencia Late Sambiasi”, “Valencia Seedless”, “Valencia Delta Seedless”, “Valencia Rhode Red” y “Valencia Midnight”), injertados sobre limón “Rugoso” (*Citrus jambhiri* Lush), producidas en el vivero cítrico de la empresa Trociuk & Cía., todas de origen certificada, libres de enfermedades. Esta investigación fue realizada en la parcela experimental de la Empresa Trociuk & Cía. En el distrito de Fram, departamento de Itapúa, Paraguay, localizada a 27° 03’ 38 79’’ latitud Sur, implantada en el año 2003 y la evaluación se realizó en el periodo 2006 – 2015. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones por cultivar, dos árboles por cada repetición y una densidad de 286 árboles por ha (7x5 m).

El suelo es de origen basáltico, profundo, de color rojo y correspondiente a los latosoles. La región cuenta con una temperatura media de 21°C, siendo la mínima de -2°C y 39°C de máxima, con un promedio anual de precipitaciones de 1.700 milímetros, y una altitud de 169 msnm. En la investigación, se evaluó el crecimiento de los árboles por medio de la superficie de la

sección transversal del tronco ($SSTT = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$) realizada a los 30 cm del nivel del suelo, en dos mediciones tanto de norte a sur, como de este a oeste (Wlosek 2001) durante el periodo de reposo de los árboles de cada año (mayo a julio) y se procedió a restar con la SSTT del año anterior, para obtener el incremento de la superficie de la sección transversal del tronco (ISSTT), así como la fructificación, donde se determinó la producción por árbol y por hectárea, para posteriormente calcular el Coeficiente de Intensidad de Fructificación ($CIF = \text{Producción por árbol por dado periodo} / \text{Superficie de la sección transversal del tronco del último año de crecimiento}$) (Wlosek 2001). Los datos fueron analizados estadísticamente con la ayuda del análisis de varianza, utilizando el programa

estadístico INFOSTAT-Statistical Software para Windows. La comparación de medias fue realizada por el test de Tukey, adoptándose un nivel de significancia del 5% de probabilidad.

Resultados y discusión

La producción por árbol en los primeros cuatro años de cosecha varió de 0 a 52 kg (Tabla 1), con una tendencia de mejor fructificación por parte del cultivar “Valencia Delta Seedless”. A partir del quinto año de cosecha, dicho cultivar redujo la producción, al igual que los cultivares “Valencia Midknight” y “Valencia Seedless”, comportamiento que se mantuvo por todo el periodo de estudio y en especial para el cultivar “Valencia Midknight”. En cuanto a los arboles

Tabla 1. Producción por árbol de ocho cultivares de naranja en función a la edad (3 a 12 años), en el periodo 2006 - 2015. Fram. Paraguay.

Cultivar	Producción por árbol (kg)									
	3 años	4 años	5 años	6 años	7 años	8 años	9 años	10 años	11 años	12 años
Folha Murcha	2ab	12bc	20ab	41ab	22cd	69ab	24bc	57a	48bc	47abc
Natal	2ab	8 c	31a	37abc	25bcd	61ab	26ab	41ab	74abc	29abcd
Pera IAC	5a	21a	16ab	41ab	15de	30cd	6e	49ab	26c	55ab
Valencia Late Sambiasi	2ab	14abc	30a	33bc	42a	79a	40a	59a	116a	67a
Valencia Seedless	0b	0 d	19ab	38abc	14de	54bc	9de	33ab	59abc	18bcd
Valencia Delta Seedless	5a	13bc	27a	52a	20de	78ab	22bcd	47ab	33c	10cd
Valencia Rhode Red	2ab	19ab	19ab	30bc	36abc	67ab	35ab	42ab	114a	55ab
Valencia Midknight	0b	0 d	9 b	21c	8e	14d	11cde	24b	19c	3d

Letras distintas en las columnas representan diferencias significativas al 0,05 de probabilidad de error por el test de Tukey.

de mejor producción, a partir del séptimo año (quinta cosecha) se destacó el cultivar “Valencia Late Sambiasi”, seguido de “Valencia Rhode Red”, quienes no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí.

El mayor rendimiento por hectárea se obtuvo en el cultivar “Valencia Late Sambiasi” estabilizándose a partir del quinto año de fructificación, similar comportamiento presentaron los arboles del cultivar “Valencia Rhode Red” durante todo el periodo de fructificación (Tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento por hectárea de ocho cultivares de naranja en función a la edad en el periodo 2006 - 2015. Fram. Paraguay.

Cultivar	Rendimiento (t ha ⁻¹) de acuerdo a la edad de los árboles									
	3 años	4 años	5 años	6 años	7 años	8 años	9 años	10 años	11 años	12 años
Folha Murcha	0,5ab	3,3bc	5,7ab	11,8ab	6,4cd	19,7ab	6,8bcd	16,2a	13,7ab	13,3abc
Natal	0,6ab	2,4c	9,0a	10,5abc	7,2bcd	17,5ab	7,5abc	11,7ab	21,2ab	8,3abcd
Pera IAC	1,4a	6,1a	4,6ab	12,6ab	4,2de	8,6cd	1,8e	14,0ab	9,3ab	15,8ab
Valencia Late Sambiasi	0,6ab	4,0abc	8,6a	9,4bc	12,0a	22,7a	11,4a	17,0a	26,1a	19,2a
Valencia Seedless	0,1b	0,0d	5,4ab	10,9abc	3,9de	15,5bc	2,6de	9,6ab	17,0ab	5,2bcd
Valencia Delta Seedless	1,3a	3,8bc	7,6a	14,8a	5,8de	22,4ab	6,3bcd	13,5ab	9,5ab	2,7cd
Valencia Rhode Red	0,5ab	5,4ab	5,5ab	8,5bc	10,2ab	19,1ab	9,3ab	11,8ab	26,2a	13,0abc
Valencia Midnight	0,0b	0,0d	2,4b	6,1c	2,2e	3,9d	3,2cde	7,0b	5,3b	0,8d

Letras distintas en las columnas representan diferencias significativas al 0,05 de probabilidad de error por el test de Tukey.

Los árboles del cultivar “Valencia Midnight” presentaron el rendimiento más bajo durante todo el periodo de evaluación.

Durante el periodo de investigación, el mayor incremento de crecimiento ISSTT (cm²) tuvieron los arboles del cultivar “Valencia Delta Seedless”(Tabla 3), difiriendo estadísticamente

Tabla 3. Promedios del Incremento de la Superficie de la Sección Transversal del Tronco (ISSTT), producción por árbol, rendimiento por ha y Coeficiente de Intensidad de Fructificación (CIF) de ocho cultivares de naranja de maduración tardía en el periodo de producción 2006-2015. Fram. Paraguay.

Cultivar	ISSTT (cm ²) (2006-2015)	Producción/árbol (2006-2015) kg	Rendimiento/ha. (2006-2015) t	CIF (kg cm ²) (2006-2015)
Folha Murcha	220,0 ab	341 bcd	97,4 abcd	1,50 abc
Natal	177,0 ab	335 bcde	94,6 abdc	1,85ab
Pera IAC	138,1 b	267 de	77,5 cd	1,82 ab
Valencia Late Sambiasi	235,5 ab	463 a	126,6 a	1,98 a
Valencia Seedless	195,9 ab	245 e	67,7 d	1,20 bcd
Valencia Delta Seedless	368,2 a	306cde	87,7 bcd	1,07 cd
Valencia Rhode Red	227,6 ab	414 ab	119,0 ab	1,77 abc
Valencia Midnight	211,0 ab	108 f	31,0 e	0,5 d

Letras distintas en las columnas representan diferencias significativas al 0,05% de probabilidad de error por el test de Tukey .

del cultivar “Pera IAC”, no presentando diferencias significativas con los demás cultivares. Estos resultados permiten tener una mejor idea del vigor de los árboles de cada cultivar estudiado, teniendo en cuenta que el ISSTT (cm²) está estrechamente relacionado con el incremento de crecimiento anual y el tamaño de los árboles, lo cual permite tener una mejor apreciación en el momento de decidir a qué densidad se debe implantar cada cultivar.

En cuanto a la producción acumulada por árbol y rendimiento por hectárea, el cultivar “Valencia Late Sambiasi” registró los índices más altos (Tabla 3), sin diferir estadísticamente de “Valencia Rhode Red”, pero superior a los demás cultivares. La producción más baja se obtuvo con “Valencia Midnight”. En cuanto al CIF, el valor más alto presentaron los árboles del cultivar “Valencia Late Sambiasi”, seguido de los cultivares “Natal”, “Pera IAC”, “Valencia Rhode Red” y “Folha Murcha”; mientras que el CIF más bajo se obtuvo en los árboles del cultivar “Valencia Midnight”, que no difirió de “Valencia Delta Seedless” y “Valencia Seedless”. El Coeficiente de Intensidad de Fructificación (CIF), permite tener una idea de la relación de fructificación de los árboles, con el incremento de crecimiento de los mismos, siendo utilizado en el momento de decidir a qué densidad de plantación deberían ser instalados los cultivos.

Conclusión

Los cultivares “Valencia Late Sambiasi” y “Valencia Rhode Red” sobresalieron por su producción y CIF, mientras que “Valencia Midnight” y “Valencia Seedless” presentaron el menor CIF y baja productividad. Es importante destacar que estos cultivares y en menor grado “Valencia Delta Seedless”, al ser injertados sobre limón “Rugoso” no presentan aptitudes sobresalientes en cuanto a productividad, por lo que se debería investigar su desenvolvimiento sobre otros portainjertos de menor vigor. Para el cultivar “Pera IAC”, se recomienda incrementar la densidad de plantación por su alto CIF y bajo incremento de crecimiento de los árboles.

Referencias bibliográficas

- Armadans, A. 2003. Cultivo de cítricos. San Lorenzo, Paraguay, FCA-CIA UNA. 71 p.
- Wlosek, CR. 2001. Comparación de diferentes portainjertos para el cultivar de manzano Jonagold. Varsovia, Polonia, Universidad Agraria de Varsovia-Facultad de Horticultura, Biotecnología y Arquitectura de Paisajismos.
- Wlosek, CR. 2013. Principales variedades de naranjas en el Paraguay. Encarnación, Paraguay, Centro Gráfico. 60 p.

Distribución del sistema radicular del naranjo “Valencia Limeira” sobre diferentes portainjertos

Carlos Roberto Wlosek Stañgret^{1*}, Sergio María Duarte Chamorro¹, Robert Ariel Paredes Flor¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Nacional de Itapúa, Gral. Artigas. Paraguay.

*Autor para correspondencia: cwlosek@hotmail.com

Introducción

El Paraguay reúne características favorables en cuanto a clima y suelo para la explotación de cítricos, el potencial productivo de este cultivo está estrechamente relacionado al material empleado y la fertilización (Wlosek y Canteros 2012). Como portainjertos son utilizados el limón “Rugoso”, lima “Rangpur”, limón “Volkameriano”, mandarina “Cleopatra”, citrange (“Troyer”, “C35”, “C84”, “Rubidox”), citrumelo “Swingle” y otros de menor relevancia (Wlosek 2013).

El conocimiento de la distribución del sistema radicular de los portainjertos de cítricos puede facilitar el manejo adecuado del cultivo, ya sea la fertilización, el control de malezas, laboreo, sistemas de implantación, manejo, o cualquier actividad que pueda afectar al correcto desarrollo de los árboles.

El objetivo de éste trabajo de investigación, fue determinar la distribución del sistema radicular de los árboles de la variedad de naranja “Valencia Limeira” injertado sobre cinco portainjertos, a través del perfil del suelo, tanto vertical en profundidad, como horizontal en distancia a partir del tronco de los árboles.

Metodología

La investigación se ejecutó en la parcela experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad Nacional de Itapúa, localizada en la compañía Albardón kué del distrito de General Artigas, Itapúa, Paraguay, localizada a 26° 56′ latitud sur y 56° 14′ longitud oeste, con una altura de 142 msnm. El suelo es franco arenoso, del tipo

“Rhodic Paleudult”, con 2,2% de materia orgánica, profundo, con buen drenaje y un régimen de lluvias de 1.600 a 1.800 m anuales.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar para cinco portainjertos (Lima “Rangpur”, Limón “Rugoso”, Citrumelo “Swingle”, Citrange “Troyer” y Limón “Volkameriano”) con tres repeticiones (1 árbol por repetición). El estudio fue realizado en la primavera del año 2014 en árboles de la variedad “Valencia Limeira” de seis años de edad, plantadas a una densidad de 7 x 6 m. Fue determinado el número de raíces por capas en profundidad en el perfil vertical del suelo y en forma horizontal a tres distancias del tronco. La determinación fue realizada por medio del método del perfil vertical o de pared elaborada por Oskamp y Batjer (1932).

El descubierto del suelo abarcó 100 cm, tanto en profundidad como de ancho (horizontal). El ancho fue determinado siempre en forma concéntrica al tronco del árbol estudiado. La excavación comenzó en el centro de los corredores entre hileras y prosiguió con dirección al árbol estudiado, fueron analizados tres perfiles por árbol (1, 2 y 3 m del tronco). Las observaciones fueron realizadas en distintas profundidades, siendo divididas en 10 capas de 10 cm de profundidad.

Los datos fueron procesados a través del Análisis de Varianza (ANAVA) y comparados los promedios con el test de Duncan al 5% de nivel de significancia.

Resultados y discusión

Al evaluar los arboles injertados sobre lima “Rangpur” (Tabla 1), la mayor concentración

Tabla 1. Número total de raíces por capas en el perfil de suelo con relación a la profundidad y distancia a los troncos del naranjo “Valencia Limeira” injertado sobre lima “Rangpur”. General Artigas. Paraguay. 2014.

Profundidad del suelo (cm)	Distancia de 3 m	Distancia de 2 m	Distancia de 1 m
10	0,0 g	34,3 a	115,0 a
20	19,0 a	26,7 bc	91,7 b
30	17,0 b	31,7 a	64,7 c
40	18,3 a	32,3 a	48,0 d
50	9,0 dc	28,7 a	47,7 de
60	12,3 c	30,0 a	37,3 e
70	8,0 e	15,7 c	20,7 f
80	5,0 f	21,3 bc	18,0 fg
90	8,0 cd	12,0 c	11,3 gh
100	0,0 g	8,7 c	6,7 h
Promedio	9,60 g	24,13	46,10

Letras distintas en las columnas representan diferencias significativas al 0,05% de probabilidad de error por la prueba de Duncan.

de raíces se obtuvo a 1 m de distancia del tronco y a una profundidad de 10 a 60 cm. La cantidad de raíces fue disminuyendo a medida que se incrementaba la profundidad y la distancia del tronco de los árboles, a pesar de esta tendencia, a los 3 m de distancia del tronco y una profundidad entre 20 a 60 cm, todavía se encontró una importante cantidad de raíces.

Cuando los arboles fueron injertados sobre limón “Rugoso” (Tabla 2), las raíces se concentraron

entre los 10 y 70 cm de profundidad en la distancia de 1 m del tronco, siendo superior en número con relación a los 2 y 3 m de distancia del tronco y disminuyendo al alejarse del mismo. A 2 m de distancia del tronco, la concentración de raíces también fue superior entre los 10 y 70 cm de profundidad, no así a los 3 m de distancia, donde se encontró mayor concentración de raíces a una profundidad de 50 a 80 cm y hallándose raíces en todo el perfil vertical del suelo, lo que podría estar relacionado con el vigor y tamaño de la copa

Tabla 2. Número total de raíces por capas en el perfil de suelo con relación a la profundidad y distancia a los troncos del naranjo “Valencia Limeira” injertado sobre el portainjerto limón “Rugoso”. General Artigas. Paraguay.

Profundidad del suelo (cm)	Distancia de 3 m	Distancia de 2 m	Distancia de 1 m
10	11,7 e	41,7 a	104,0 a
20	13,7 e	29,0 b	73,3 b
30	26,7 c	34,0 b	57,3 c
40	17,0 d	30,3 b	54,7 d
50	33,0 c	38,7 a	47,7 de
60	33,3 c	20,3 c	45,0 e
70	44,7 a	17,0 c	27,0 f
80	38,7 b	10,7 d	21,7 fg
90	19,7 d	16,3 c	13,0 gh
100	12,7 e	9,7 d	13,3 h
Promedio	25,10	24,77	45,70

Letras distintas en las columnas representan diferencias significativas al 0,05% de probabilidad de error por la prueba de Duncan.

de los árboles. Al evaluar el efecto del citrumelo “Swingle” sobre el número de raíces (Tabla 3), se verificó que fue superior a 1 m de distancia del tronco en los primeros 50 cm de profundidad, con similar tendencia en distancias superiores del tronco (2 y 3 m).

En este portainjerto los árboles presentaron el mayor número de raíces a los 10 cm de profundidad, tanto a los 1 y 2 m de distancia del tronco. Esta tendencia también se reflejó a los 3 m de distancia, a pesar de que la mayor concentración de raíces se dio entre los 10 y 50 cm de profundidad, pero en menor proporción en número que a 1 y 2 m de distancia.

Tabla 3. Número total de raíces por capas en el perfil de suelo con relación a la profundidad y distancia a los troncos del naranjo “Valencia Limeira” injertado sobre citrumelo “Swingle”. General Artigas. Paraguay. 2014.

Profundidad del suelo (cm)	Distancia de 3 m	Distancia de 2 m	Distancia de 1 m
10	13,0 c d	43,0 a	100,3 a
20	16,3 b	25,0 b	88,3 b
30	17,0 b	25,0 b	60,3 c
40	20,7 a	23,7 b	48,3 c
50	18,3 b c	28,0 b	36,0 d
60	9,3 d e	19,0 c	24,3 e
70	13,0 b c	19,7 c	20,7 e f
80	10,7 c d	17,0 c	17,7 e f
90	8,3 e	12,3 d	15,3 f g
100	0,0 f	12,0 d	12,0 g
Promedio	12,67	22,47	42,33

Letras distintas en las columnas representan diferencias significativas al 0,05% de probabilidad de error por la prueba de Duncan.

El número de raíces de los árboles injertados sobre citrange “Troyer” (Tabla 4) fue mayor en los primeros 60 cm de profundidad. A 1 m de distancia del tronco, la concentración de raíces fue superior en comparación a los 2 y 3 m, donde el número fue muy bajo, sobre todo en este último perfil, no superando los 80 cm de profundidad.

Al evaluar la distribución de raíces de los árboles injertados sobre el limón “Volkameriano”, se verificó la existencia de una cantidad importante en todo el perfil vertical, pero con mayor concentración en la parte superficial, principalmente entre los 10 y 60 cm (Tabla 5). La distribución de raíces se dio en mayor cantidad a los 1 m de distancia del tronco, disminuyendo a medida que se alejaba del mismo. En la distancia de 3 m del tronco, el número de raíces fue distribuido en forma más uniforme en el perfil vertical, desde

los 20 cm hasta los 80 cm de profundidad.

El conocimiento de la distribución del número de raíces en profundidad y en la distancia horizontal del tronco de los diferentes portainjertos, permite tener una mejor apreciación del efecto de los portainjertos sobre el desarrollo de la copa de los árboles del naranjo “Valencia Limeira”, por lo que pueden resultar útiles en el momento de realizar el manejo de la parcela. Al comparar los resultados obtenidos en esta investigación para la distancia de 3 m del tronco de los árboles injertados sobre los portainjertos de mayor crecimiento de copa (limón “Rugoso” y limón “Volkameriano”), se observa que presentaron mayor número de raíces en dicha distancia, concordando con Rogers y Vyvyan (1934) quienes mencionan que el sistema radicular de los árboles de manzano fue proporcional al tamaño de la planta.

Tabla 4. Número total de raíces por capas en el perfil de suelo con relación a la profundidad y distancia a los troncos del naranjo “Valencia Limeira” injertado sobre citrange “Troyer”. General Artigas. Paraguay. 2014.

Profundidad del suelo (cm)	Distancia de 3 m	Distancia de 2 m	Distancia de 1 m
10	3,0 f	19,7 c	91,0 a
20	5,3 d	27,0 b	72,0 b
30	6,3 c	21,7 b c	64,0 b
40	8,7 b	15,7 d	42,3 c
50	26,0 a	31,7 a	29,0 d
60	1,7 e f	21,3 b c	28,3 d
70	3,3 e	16,3 d	18,0 e
80	3,3 e f	8,7 d	16,0 e f
90	0,0 f	7,7 d e	13,3 f
100	0,0 f	4,3 e	8,3 g
Promedio	5,77	17,40	38,23 a

Letras distintas en las columnas representan diferencias significativas al 0,05% de probabilidad de error por la prueba de Duncan.

Tabla 5. Número total de raíces por capas en el perfil de suelo con relación a la profundidad y distancia a los troncos del naranjo “Valencia Limeira” injertado sobre limón “Volkameriano”. General Artigas. Paraguay. 2014.

Profundidad del suelo (cm)	Distancia de 3 m	Distancia de 2 m	Distancia de 1 m
10	0,0 c	34,3 ab	76,0 a
20	21,0 a	28,0 abc	57,0 b
30	21,7 a	29,0 cd	58,0 b
40	21,0 a	35,0 a	57,7 bc
50	9,3 b	32,7 ab	49,7 c
60	22,7 a	29,7 bc	35,0 d
70	20,0 a	25,3 de	19,0 e
80	19,3 a	22,0 e	18,0 e
90	11,7 b	17,3 f	18,7 ef
100	10,7 b	13,0 f	12,0 f
Promedio	15,73	26,63	40,10

Letras distintas representan diferencias significativas al 0,05% de probabilidad de error por la prueba de Duncan.

Conclusiones

El número de raíces de los árboles del naranjo “Valencia Limeira” injertado sobre la lima “Rangpur”, limón “Rugoso”, citrumelo “Swingle”, citrange “Troyer” y limón “Volkameriano” fue superior en la distancia de

1 m del tronco. Considerando la profundidad del suelo, el mayor número de raíces se observó en los primeros 60 cm para todos los portainjertos.

Es importante destacar que una gran cantidad de raíces se encuentran a partir de los 10 cm de profundidad, sobre todo a los 1 y 2 m de distancia

del tronco, no así a los 3 m de distancia, donde el número de raíces además de ser reducido, presenta una distribución más variable en todo el perfil vertical, siendo los árboles injertados sobre los portainjertos de mayor crecimiento de copa (limón “Rugoso” y limón “Volkameriano”) los que presentaron mayor número de raíces a esa distancia del tronco.

Referencias bibliográficas

Oskamp, J; Batjer, LP. 1932. Soils in relation to fruit growing in New York II Size, production and rooting habit of apple trees on different soil types in Hilton and Morton areas, Monroe Country. New York, Bull, Cornell Univ Agric St, Ithaca. 550 p.

Rogers, WS; Vyvyan, MC. 1934. Root studies: V rootstock and soil effect on apple root systems. J Pom Hort Sci 12:110-150.

Wlosek, CR; Canteros, BI. 2012. Behaviour of Parana grapefruit in the southeastern region of Paraguay. *In* International Citrus Congress. Valencia, España.

Wlosek, CR. 2013. Principales variedades de naranjas en el Paraguay. Encarnación, Paraguay. 60 p.

Comportamiento agronómico de diferentes variedades de poroto en el Departamento Central

César Arnaldo Caballero Mendoza^{1*}, Cipriano Ramón Enciso Garay¹, Gisselle Decoud Cabrera¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay.

*Autor para correspondencia: ceacaballero@gmail.com

Introducción

El poroto es una leguminosa muy importante en la agricultura familiar en el Paraguay, siendo considerado como rubro de autoconsumo y de renta familiar. La producción se destina principalmente para el consumo humano, además de utilizarse como forraje en la alimentación animal, como abono verde y en asociación con otros cultivos. Se cultiva en todos los departamentos del país; en el año agrícola 2014/15, el MAG/DCEA (2015), estimó una superficie de siembra 70.088 ha, con rendimiento promedio de 817 kg ha⁻¹ y un volumen total de producción de 57.294 t.

Los granos del poroto son muy apreciados en forma fresco o seco por su elevado contenido de proteína y carbohidratos, razón por la cual constituye fuente de alimentos muy importante para el consumo humano (Enciso Garay et al. 2015). En el país, existe un gran número de variedades de poroto cultivada por los productores de generación a generación, utilizando sus propias granos para la siembra; generalmente utilizan tecnologías tradicionales y los rendimientos son bajos, razón por la cual es necesaria la utilización de técnicas mejoradas y variedades más productivas. Considerando la importancia de este rubro y la escasa información científica sobre el comportamiento agronómico de las diferentes variedades de poroto, fue desarrollada esta investigación con el objetivo de evaluar las características agronómicas de cinco variedades, de tal forma a seleccionar la más productiva.

Metodología

El experimento fue realizado en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias

de la Universidad Nacional de Asunción (FCA, UNA) en un suelo del orden Ultisol durante los meses de noviembre de 2015 a mayo de 2016. Fueron evaluados cinco variedades de poroto (T1= San Francisco í, T2= San Francisco guazú, T3= Pytá í, T4= Crema japonés, T5= Moteado). El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones y cada unidad experimental estuvo constituida por 12 m².

El suelo fue preparado en forma convencional; la primera arada y rastreada se efectuó 30 días antes de la siembra (DAS) y la segunda 10 DAS, aplicándose estiércol de bovino al voleo a razón de 10.000 kg ha⁻¹, antes de realizar la segunda arada. La siembra se realizó utilizando un espaciamiento de 0,70 m entre hileras y 0,25 m entre plantas, dejando dos plantas por hoyo después del raleo. La fertilización química se realizó a los 30 días después de la siembra con la formulación 30-40-30 (N-P-K) a razón de 15 g m⁻¹ y el control de malezas se efectuó mediante carpidas manuales.

La parcela útil estuvo representada por 60 plantas de las dos hileras centrales y la cosecha se inició a los 65 días después de la siembra y en total se realizaron tres cosechas, a causa de la madurez asincrónica de las vainas del poroto. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de granos secos, longitud de las vainas, número de granos por vaina y peso de 100 granos. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de varianza y cuando se detectaron diferencias significativas se aplicó la comparación de medias por la prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error. Los datos fueron procesados con el programa estadístico InfoStat® versión 2013.

Resultados y discusión

Las variedades en estudio presentan diferencias significativas en cuanto al peso de granos secos como así también en la longitud de la vaina (Tabla 1).

En cuanto al peso de granos secos, la variedad San Francisco'í presentó la mayor media, con 2.609 kg ha⁻¹, difiriendo de las variedades San Francisco Guazú y Pytá'í que registraron los menores rendimientos con 2.034 y 1.950 kg ha⁻¹,

Tabla 1. Rendimiento promedio de granos secos (kg ha⁻¹) y longitud de vaina (cm) en diferentes variedades de poroto. FCA, UNA, San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Variedades	Masa de granos secos (kg ha ⁻¹)	Longitud de vaina (cm)
1. San Francisco'í	2.609 a*	18,83 b
2. San Francisco Guazú	2.034 b	18,76 b
3. Pytá'í	1.950 b	21,08 a
4. Crema japonés	2.420 a b	18,93 b
5. Moteado	2.328 a b	19,36 b
Coeficiente de Variación (%)	13,30	3,10

*Medias seguidas por la misma letra en las columnas no difieren entre sí por el test de Duncan al 5% de probabilidad.

respectivamente. El hecho de encontrar diferencias estadísticas en el rendimiento total de granos secos entre las variedades evaluadas coincide con lo reportado por León et al. (2013), quienes también encontraron diferencias significativas en el rendimiento de granos secos en las variedades estudiadas en la localidad Reubicación, Calabozo, Estado Guárico, Venezuela.

El rendimiento logrado con la variedad San Francisco'í de 2.609 kg ha⁻¹ es similar al obtenido por Enciso Garay et al. (2015) quienes al evaluar la misma variedad en dos localidades del Chaco Central obtuvieron una media de 2.500 kg ha⁻¹. Esos mismos autores en su investigación reportaron rendimiento de 2.970 kg ha⁻¹ de la variedad Pytá'í, que es superior al obtenido en este trabajo que fue de 1.950 kg ha⁻¹.

La variedad Pytá'í presentó la mayor longitud de la vaina, difiriendo estadísticamente de las demás variedades evaluadas, las que a su vez no fueron diferentes entre sí (Tabla 1). Las medias de esta investigación estuvieron entre 21,08 cm (Pytá'í) y 18,76 cm (San Francisco Guazú). Estos resultados concuerdan con lo expresado por Da Silva et al. (2011) que en sus investigaciones con variedades de poroto obtuvieron medias entre 15,50 a 20,91 cm. Sin embargo, son inferiores a los encontrados

por Oliveira et al. (2002) quienes al evaluar 13 genotipos de poroto encontraron medias entre 17 y 26 cm de longitud de vainas.

Para el número de granos por vaina (Tabla 2), la variedad Pytá'í (18) obtuvo la mayor media, difiriendo de Moteado (15) y San Francisco Guazú (16), pero sin diferir de San Francisco'í (17) y Crema Japonés (17). Estos resultados coinciden con lo señalado por León et al. (2013), quienes mencionan que en evaluaciones realizadas con 14 de cultivares de poroto en Calabozo, estado Guárico, Venezuela, encontraron diferencias significativas en el número de granos por vaina. Por su parte Flores et al. (2005), evaluando seis genotipos de poroto encontraron rangos de número de granos por vainas entre 8,23 y 10,97, que son inferiores al de esta investigación.

En referencia a la masa de 100 granos se puede observar en la Tabla 2, que hubo diferencias estadísticas significativas, siendo la variedad San Francisco Guazú la que presentó el mayor valor (22,74 g), difiriendo de las demás, mientras que San Francisco'í con media de 12,35 g obtuvo la menor media. En investigaciones realizadas por Enciso Garay et al. (2015) con las mismas variedades en dos localidades del Chaco Central reportaron medias de 20,05 y 11,68 g, respectivamente.

Tabla 2. Promedio de número de granos por vaina y masa de 100 granos (g) de diferentes variedades de poroto. FCA, UNA, San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Variedades	Número de Granos vaina ⁻¹	Masa de 100 (g)
1. San Francisco'í	17 a	12,35 e
2. San Francisco Guazú	16 b	22,74 a
3. Pytái	18 a	17,46 b
4. Crema japonés	17 a	13,53 d
5. Moteado	15 c	14,35 c
Coefficiente de Variación (%)	2,80	3,10

*Medias seguidas por la misma letra en las columnas no difieren entre sí por el test de Duncan al 5% de probabilidad.

Conclusión

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten concluir que la variedad San Francisco'í presentó el mayor rendimiento de granos secos; que la mayor longitud de la vainas y mayor número se granos por vaina se obtuvieron con la variedad Pytái. La variedad San Francisco Guazú presentó el mayor peso de 100 granos.

Referencias bibliográficas

Da Silva, EF; Barros, AP; Da Silveira LM; Santana FM; Dos Santos, MG. 2011. Avaliação de cultivares de feijão-caupi irrigado para produção de grãos verdes em Serra Talhada – PE. Revista Caatinga 26(1):21-26.

Enciso Garay, CR; Caballero, CA; González, JD; Duck, Y; González, JM; Oviedo, VRS; Ruiz, FP. 2015. Producción de variedades de poroto en dos localidades del Chaco Central. Investigación Agraria 17(1):18-26.

Flores M, CM; Madriz I, PM; Warnock de Parra, Trujillo de L, R. 2005. Evaluación de altura de plantas y componentes del rendimiento de seis genotipos del género *Vigna* en dos localidades de Venezuela. Rev Fac Agron (LUZ) 22:351-364.

León, O; Torrealba, G, Higuera, A, Reina, Y, Sáez, T. 2013. Evaluación agronómica y participativa de cultivares de frijol [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en Calabozo, estado Guárico, Venezuela. Rev Cient UDO 13(1):25-31.

MAG/DCEA (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY); DCEA (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias). 2015. Síntesis estadísticas: producción agropecuaria 2014/2015. San Lorenzo, Paraguay, MAG/DCEA. 46 p.

Oliveira, AP d; Sobrinho; JT; Nascimento; JT; Alves; AU; Albuquerque; IC de; Bruno, GB. 2002. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia, PB. Horticultura Brasileira 20(2):180-182.

Rendimiento de mandioca con diferentes dosis de polvo de roca

Oscar J. Duarte Alvarez¹, Cipriano Ramón Enciso Garay¹, César Arnaldo Caballero Mendoza^{1*}, Giovanni Abraham Bogado¹, Viviana Vaneza Cabrera¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: ceacaballero@gmail.com

Introducción

La mandioca *Manihot esculenta* Crantz es una de las principales fuentes de carbohidratos en la dieta de lapoblación paraguaya. Además se utilizan las ramas y raíces para la alimentación animal. La superficie cultivada en el Paraguay en el año agrícola 2014/15 fue de 182.000 ha y rendimiento medio por hectárea de 17.407 t (MAG/DCEA 2015). La mandioca por cada tonelada de raíz fresca cosechada extrae de N 4,42 kg; de P, 0,67 kg; de K, 3,58 kg; de Ca, 0,82 kg y de S 0,42 kg (Cadavid 2002).

En el Paraguay, gran parte de los suelos donde se produce el cultivo de la mandioca son ácidos y de baja fertilidad, razón por la cual el uso de fertilizantes naturales como el polvo de roca puede ser una alternativa para mejorar los rendimientos. Al respecto, Amparo (2003) mencionan que el uso de polvo de roca como fertilizante presenta ventajas en comparación a los fertilizantes solubles como el efecto residual prolongado, no acidifica el suelo y en cambio puede corregir la acidez, además no saliniza el suelo.

En cuanto a la utilización del polvo de roca como fertilizante en investigaciones realizadas por Santos et al. (2014) en papa obtuvieron los mejores resultados con la aplicación de 2,51 t ha⁻¹. Del mismo modo Souza et al. (2013) comparando el rendimiento del cultivo de la mandioca con la fertilización en base a polvo de roca y fertilizante químico obtuvieron mayores rendimientos con el fertilizante elaborado con polvo de roca. Considerando que en el país se comercializa este tipo de fertilizante es necesario realizar investigaciones para conocer la dosis correcta que se debe aplicar.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el uso de diferentes dosis de polvo de roca sobre los componentes de producción y rendimiento de la mandioca.

Metodología

La investigación se llevó a cabo entre los meses de setiembre de 2014 a mayo de 2015, en la finca de un productor en el distrito de Caazapá, Departamento de Caazapá, Paraguay (26°08'31,15" latitud sur, y 56°23'02,39" longitud oeste y altitud de 150 m). La precipitación media anual es 1264 mm. El suelo utilizado para el experimento según el análisis realizado en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción presenta una textura franco arenoso, color marrón rojiza opaco, con 1,83% de materia orgánica, pH 5,1, fósforo con 6,69 ppm, calcio, magnesio, potasio y sodio intercambiable igual a 1,54; 0,61; 0,17 y 0,03 cmol_c kg⁻¹, respectivamente. El material genético utilizado fue la variedad "Chara", que es de ciclo medio (9 a 18 meses) y de buen potencial de rendimiento, utilizado para consumo humano, animale industriales (GTZ/MAG 2004).

Los tratamientos aplicados fueron: testigo absoluto sin fertilización, fertilización química basado en el resultado del análisis de suelo y diferentes dosis de polvo de roca (0,4; 0,6; 0,8; 1,0 y 1,4 t ha⁻¹). Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Los principales componentes del polvo de roca de origen basáltico utilizado son: P=3,52 ppm; K=6,13; Ca²=45,16, Mg=12,89, Fe=23,41 y Si=54,02 cmol_c kg⁻¹, respectivamente.

Cada unidad experimental estuvo constituida por cuatro hileras de 3,5 m de longitud espaciadas entre sí 1,0 m y a 0,7 m entre plantas. La parcela útil consistió en las dos hileras centrales, descartando dos plantas de cada cabecera. La preparación de suelo se realizó en forma convencional con aradas y rastreadas.

La aplicación de los diferentes tratamientos se efectuó 45 días después de la brotación de las ramas semillas. Los cuidados culturales consistieron en tres carpidas manuales y un aporque que se realizó con la primera carpida.

La cosecha se realizó en el mes de mayo de 2015, ocho meses después de la plantación. Las variables evaluadas fueron rendimiento total ($t\ ha^{-1}$), rendimiento comercial ($t\ ha^{-1}$), número total y comercial de raíces por planta. Como raíces comerciales fueron consideradas aquellas con diámetro superior a 4 cm y longitud a 20 cm.

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza y las medias fueron comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error. El programa informático utilizado fue Infostat® versión 2013.

Resultados y discusión

El análisis estadístico aplicado al rendimiento total y comercial de raíces frescas, demuestra diferencias

significativas entre los tratamientos. En la Tabla 1 se observa que aplicando $1,4\ t\ ha^{-1}$ de polvo de roca se obtuvo el mayor rendimiento total de raíces ($37,91\ t\ ha^{-1}$), sin diferir del testigo experimental, pero superior a los demás tratamientos. El testigo absoluto presentó la menor media ($21,01\ t\ ha^{-1}$) y fue diferente de todos los tratamientos.

Para rendimiento comercial de raíces, nuevamente el testigo experimental ($28,98\ t\ ha^{-1}$) y la dosis más elevada de polvo de roca (T7) con $28,33\ t\ ha^{-1}$ generaron las mayores medias y fueron estadísticamente superiores a los otros tratamientos en estudio. Cabe destacar que a partir de la aplicación de $0,40\ t\ ha^{-1}$ de polvo de roca, ya se observa una respuesta favorable de aumento del rendimiento de raíces comerciales en relación al testigo (Tabla 1).

Con relación a las dosis de polvo de roca, en trabajos realizado en el cultivo de tomate por Enciso – Garay et al. (2016) también obtuvieron los rendimientos más altos con las dosis más elevadas ($1,5$ a $2,0\ t\ ha^{-1}$ de polvo de roca), coincidiendo con esta investigación. Theodoro et al. (2006) mencionan que la utilización de polvo de roca silicática como fuente de nutrientes aumenta la productividad de cultivos semiperemnes como la mandioca y que la productividad obtenida con la utilización de dicha roca es semejante a la del fertilizante químico; coincidiendo en cierta forma con los resultados de este trabajo.

Tabla 1. Rendimiento de raíces comerciales y totales de mandioca con diferentes dosis de polvo de roca. FCA-UNA, Caazapá, Paraguay. 2015.

Tratamiento	Rendimiento total de raíces ($t\ ha^{-1}$)	Rendimiento comercial de raíces ($t\ ha^{-1}$)
T1= Testigo absoluto	21,01 e	14,39 d
T2= Testigo experimental (210 kg ha^{-1} de 50-30-40 + 20 $t\ ha^{-1}$ de estiércol)	36,54 a b	28,98 a
T3= $0,4\ t\ ha^{-1}$ de polvo de roca	26,84 d	21,31 b c
T4= $0,6\ t\ ha^{-1}$ de polvo de roca	30,59 c d	19,76 c
T5= $0,8\ t\ ha^{-1}$ de polvo de roca	31,54 c	21,01 bc
T6 = $1\ t\ ha^{-1}$ de polvo de roca	32,67 b c	23,45 b
T7= $1,4\ t\ ha^{-1}$ de polvo de roca	37,91 a	28,33 a
Coefficiente de Variación (%)	8,86	7,44

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Por otro lado, Souza et al. (2013) evaluando el uso de polvo de roca en dos variedades de mandioca en el Brasil (Japonesinha y Amarelo rio) obtuvieron mayores rendimientos con la variedad Japonesinha con la aplicación de polvo de roca, comparado a la fertilización química. Los resultados obtenidos con la combinación de fertilizante químico y materia orgánica son similares a los reportados por Espínola y Caballero (2012) quienes obtuvieron incrementos en los rendimientos de la mandioca con la combinación de materia orgánica y fertilizante químico. La respuesta positiva obtenida con las dosis altas de polvo de roca pueden ser debidas a su elevado contenido en fósforo y potasio, que favorecieron la expresión del potencial de rendimiento de la variedad en estudio.

El número de raíces por planta (Tabla 2) no presentó diferencias significativas entre plantas, lo cual indica que no hubo efectos significativos de los tratamientos estudiados. Esto demuestra que el número de raíces por planta es una característica varietal que no varía, mismo cuando las variedades reciben cuidados diferentes. Las medias estuvieron entre 5,58 raíces por planta (testigo absoluto) y 7,17 raíces por planta (1,4 t ha⁻¹ de polvo de roca). Respecto al peso de raíces por planta, la comparación de medias por la prueba de Tukey detectó efectos significativos de los tratamientos evaluados. Se observó que la dosis más elevadas de polvo de roca (1,4 t ha⁻¹) obtuvo el mayor rendimiento (2,65 kg planta⁻¹), sin diferir del testigo experimental (Tabla 2).

Tabla 2. Peso y número de raíces por planta de mandioca con diferentes dosis de polvo de roca. FCA-UNA, Caazapá, Paraguay. 2015.

Tratamiento	Número de raíces por planta	Peso de raíces por planta (kg)
T1= Testigo absoluto	5,58 a	1,47 e
T2= Testigo experimental (210 kg/ha de 50-30-40 + 20 t ha ⁻¹ de estiércol)	6,91 a	2,55 ab
T3= 0,4 t ha ⁻¹ de polvo de roca	6,71 a	1,87 d
T4= 0,6 t ha ⁻¹ de polvo de roca	6,29 a	2,14 cd
T5= 0,8 t ha ⁻¹ de polvo de roca	6,37 a	2,21 c
T6 = 1 t ha ⁻¹ de polvo de roca	6,46 a	2,28 bc
T7= 1, 4 t ha ⁻¹ de polvo de roca	7,17 a	2,65 a
Coeficiente de Variación (%)	9,11	8,86

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el teste de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Conclusión

Se encontró una respuesta positiva del cultivo de la mandioca a la aplicación de dosis polvo de roca, resultando en un incremento del rendimiento comercial y total de raíces por planta y por área; siendo la dosis de 1, 4 t ha⁻¹ la que arrojó los rendimientos agronómicos más altos.

Referencias bibliográficas

- Amparo, A. 2003. Farinha de rocha e biomassa. *Agroecologia Hoje, Botucatu* (20):10-12.
- Cadavid, LF. 2002. Suelo y fertilización para la yuca. In Ospina, B; Ceballos, H. (eds). *La yuca para el tercer milenio*. Cali, Colombia. p. 76-103. (Publicación CIAT N° 327).
- Enciso-Garay, CR; Duarte, OJ; Bogado, Oviedo, VRS. 2016. Dosis de polvo de roca y sus efectos sobre el rendimiento del tomate. *Revista Verde de Agroecología e Desenvolvimento Sustentável* 1(11):37-42.
- Espínola, V; Caballero, C. 2012. Fertilización química y orgánica y su efecto en el rendimiento de la mandioca. In II Congreso Nacional de



- Ciencias Agrarias. III Seminario Nacional de Energías Renovables: Trabajos presentados. San Lorenzo, Paraguay, ERVAZ. 704 p.
- GTZ (Cooperación Técnica Alemana, Alemania); MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay). 2004. Sistema de producción sostenible para los Departamentos de Caazapá y Guaira. Asunción, Paraguay, GTZ-MAG. 154 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY). 2010. Programa de Apoyo a la Producción y Comercialización de Hortalizas del Paraguay 2010 – 2014. Asunción, PY. 58 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay); DCEA (Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias). 2015. Síntesis estadísticas: producción agropecuaria: año Agrícola 2014/15. San Lorenzo, Paraguay, MAG-DCEA. 489 p.
- Santos, JF dos; Silva, EB; Beserra, AC. 2014. Produção agroecológica de batata em relação à doses de pó de rocha. *Tecnol & Ciên Agropec* 8(1):29-35.
- Souza, FP de; Martins, ES; Krahl, LL; Vieira, EA; Freitas Fialho, J; Ribeiro,GS. 2013. Avaliação do uso do pó de rocha no desempenho de duas variedades de mandioca de mesa. *In II Congresso Brasileiro de Rochagem. Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil.* p. 109 -114.
- Theodoro, SH; Leonardos, OE; Rocha, EL; Rego, KG. 2006. Experiencia do uso de rochas silicáticas como fonte do nutriente. *Espacio & Geografia* 9(2):263-292.

Vida útil de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad bruma (repollada) mínimamente procesada bajo tres sistemas de envasado

Mónica Gavilán Jiménez^{1*} y Claudio Moreno Gavilán¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: monica.gavilan@agr.una.py

Introducción

El consumidor demanda cada vez más productos listos para su consumo, en este sentido, la tecnología del mínimo proceso nos da la posibilidad de llegar a un mercado consumidor con un producto hortícola de buena calidad sanitaria y con un mayor valor agregado a los productos. Este tipo de producto permite reducir el tiempo en la preparación de las comidas, satisfacer el gusto por lo crujiente y nutritivo, y sobre todo que sean fáciles de consumir. Asimismo, el consumidor espera productos que requieran poco esfuerzo de preparación y conserven las mismas propiedades de un producto recién cosechado, lo que implica una vida útil muy corta y elevadas pérdidas de los productos que no consumidos en las góndolas.

Las frutas y hortalizas forman parte de una dieta equilibrada ya que, no sólo contribuyen a prevenir trastornos ocasionados por la falta de nutrientes, sino que también reducen el peligro de padecer enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT). Además del aspecto de la salud, otros factores sociales y demográficos, como el cambio del estilo de vida de los consumidores y la incorporación de la mujer al mundo laboral, influyen positivamente en la demanda de los productos de IV Gama, resultando en un rápido aumento de su producción y consumo. La IV Gama incluye vegetales, frutas y hortalizas frescas, sin tratamiento térmico; preparados, lavados y envasados que han podido ser objeto de pelado, troceado, corte o cualquier otra operación relativa a la integridad del producto, y que están listos para consumir y/o elaborar; y destinados al consumo humano. La vida útil comercial de estos productos viene determinada principalmente por la temperatura de conservación. Para obtener la

frescura, calidad y seguridad óptima, la cadena de frío (entre 0 y 6°C) debe mantenerse a lo largo de toda la vida útil, ya que son productos frescos que continúan respirando y son altamente susceptibles a la alteración metabólica y microbiológica. La vida útil depende del rubro, pero en general las mismas se mantienen entre 3 a 12 días.

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es ampliamente conocida y cultivada en todo el mundo, a través de numerosos tipos y variedades, siendo la planta más importante entre las hortalizas de hojas que se consumen crudas, y una de las 5 hortalizas más consumidas en Paraguay, por lo tanto, la relevancia para el estudio de su vida útil. La variedad repollada asimismo es altamente demandada por los servicios de restauración colectiva, así como por el consumo doméstico y tiene muy buenas cualidades para la elaboración de productos de larga duración.

Los productos hortícolas por su naturaleza, están expuestos a una serie de deterioro, en especial entre la cosecha y la comercialización, debido principalmente a procesos fisiológicos, ataques microbiológicos y daños físicos (Kitinoja y Kader 2003). Es así, como durante la cosecha y comercialización de frutas y hortalizas se pierden entre un 25 a 80% de la producción a nivel mundial (HLPE/FAO 2014). De ahí la importancia de desarrollar el cultivo cerca de los grandes centros de consumo o implementar técnicas que permitan disminuir las pérdidas poscosecha.

Estas necesidades han propiciado el objetivo de la presente investigación, el cual fue evaluar la vida útil de lechuga repollada mínimamente procesada bajo 3 sistemas de almacenamiento, que permita a los productores obtener un producto con valor

agregado y vida útil que facilite su ingreso a los mercados de consumo por un período de al menos 4 días manteniendo la cadena de frío.

Metodología

Los productos desarrollados para esta investigación fueron diseñados y elaborados en el Laboratorio de Calidad Agroalimentaria de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA/UNA).

El tipo de investigación fue experimental, se seleccionó evaluar lechuga repollada debido a que es la de mayor valor comercial, así como que es una de las variedades más demandadas por las cadenas de comida rápida. La misma fue proveída por la Granja hortícola, ubicada a 90 km de Asunción en la localidad de Valenzuela. La producción se realiza bajo sistema de riego y media sombra, las cuales son condiciones favorables para la calidad precosecha del cultivo y su consecuente efecto en poscosecha.

Se procedió a la preparación de las muestras según el siguiente Flujoograma (Figura 1):



Figura 1. Flujoograma de preparación de las muestras

- Selección de la parte comestible a emplear.
- Lavado y sanitación con hipoclorito de sodio al 1%.
- Troceado de hojas en aproximadamente 2 cm de corte, eliminando los extremos.
- Llenado de las bolsas de almacenaje.
- Pesaje del producto hasta 200 g (+/- 1 g)

A continuación, se emplearon las hojas cortadas según los 3 tratamientos propuestos (Tabla 1), con 3 repeticiones cada una, según tipo de envasado.

Tabla 1. Tratamientos desarrollados

Formulación	Sistema de envasado	Peso (g)
T0	Envasado en bolsas plásticas convencional	200
T1	Envasado bolsas plásticas al vacío	200
T3	Envasado en bandeja y cubierta con film comestible	200

Posterior al sellado de las bolsas fueron almacenadas en refrigeración a una temperatura de entre 4 a 6°C.

Para la evaluación sensorial de los tratamientos se establecieron descriptores de color, olor, sabor, crujencia y flavor específicos para este tipo de producto, que se evaluaron según escala de 5 puntos. Se analizaron las muestras a las 0, 24, 48 y 72 horas de procesadas, periodo mínimo establecido para productos de IV gama.

Resultados y discusión

La lechuga empleada provenía de una explotación que cuenta con fertirriego y cobertura de suelo, procesada fue cosechada antes de las 8:30 de la mañana y acondicionada en cajas de cosecha, transportadas al punto de procesamiento en camioneta cubierta para evitar la exposición directa al medio, siendo procesadas dentro de las 27 horas posteriores. Casp et al. (2014) sugieren que cuando el cultivo se cosecha a cierta distancia de la empacadora o punto de venta, el producto debe acondicionarse antes de ser transportado.

Como los productos mínimamente procesados no emplean ningún tratamiento térmico que garantice

la eliminación de todos los microorganismos presentes, es de uso prioritario el empleo de agentes desinfectantes en la etapa de lavado, ya que es la única etapa donde se puede reducir la carga microbiana. El producto fue sanitizado con hipoclorito al 1%, que es actualmente el desinfectante más utilizado en la industria de frutas y hortalizas frescas a unas concentraciones de 50-200 ppm con un tiempo de contacto de 1-2 minutos. Es un método de bajo costo, fácil de preparar, aplicar y monitorear, y está permitida por la legislación actual.

Tal como puede observarse en la Figura 2, en la evaluación de la evolución del color, el T0 fue

el que presentó mejor comportamiento durante el período de seguimiento, ya que los T1 y T2 presentaron coloración parda a las 72 horas de evaluación. Por su parte para el indicador de sabor, el T1 conservó mejor sus cualidades de dulzor, característico de esta variedad de lechuga en fresco. Esto se pudo dar mejor en este tratamiento, ya que al eliminar el oxígeno (tratamiento de vacío), hace que la fructosa no se deteriore.

En cuanto a la textura, todos los tratamientos se comportaron de manera similar, conservando su condición de turgencia en condiciones óptimas hasta las 48 horas de evaluación, sin embargo, en el día 3 (72 horas) los T1 y T2 presentaron textura pastosa (Figura 3).

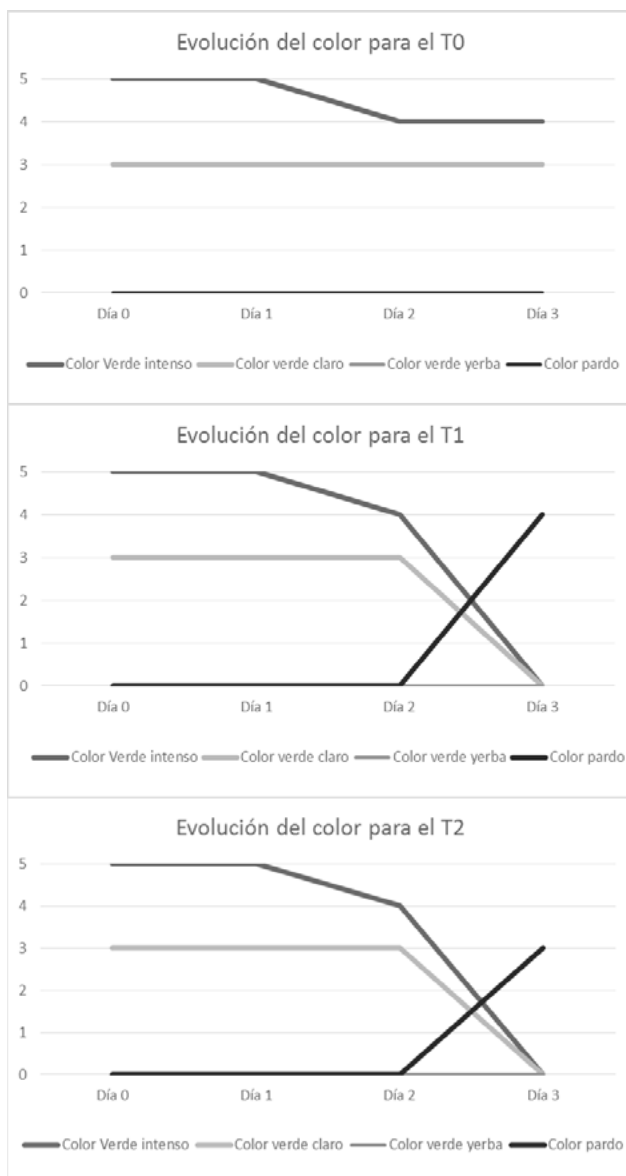


Figura 2. Evolución del color para los 3 tratamientos.

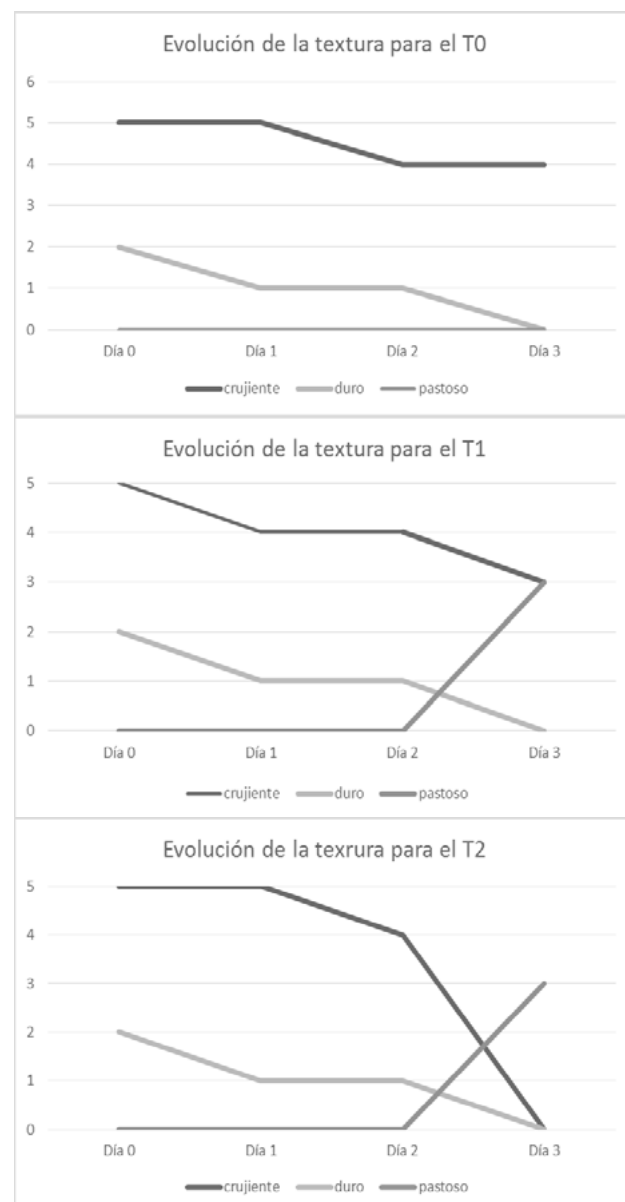


Figura 3. Evolución de la textura para los 3 tratamientos

La corta vida útil en poscosecha especialmente en el caso de las lechugas, está dada por la deshidratación, la cual se manifiesta en una pérdida de turgencia y amarillamiento, debido a la degradación de la clorofila. Uno de los aspectos más importante tiene relación con el pardeamiento de tipo enzimático, el cual empobrece la apariencia de la lechuga (Namesny 1993). Para el caso evaluado, estos factores de deterioro se presentaron recién en el tercer día posterior al procesado, lo cual indica un potencial seguro de 72 horas de vida útil.

El envasado en atmósfera controlada permitió ralentizar el metabolismo ya que en particular suele ser muy eficaz modificar y controlar la composición de la atmósfera alrededor del producto conservado en una cámara refrigerada estanca, por la eliminación de gases respecto del aire (Artés Calero 2006), como en el caso del tratamiento en vacío.

Conclusión

El tratamiento que logró mejor performance durante las 72 horas de evaluación del producto fue el T0, almacenado en bolsas plásticas para alimentos y sellado convencional. El tratamiento T1 presentó una ligera condensación en la evaluación del día 3. Por su parte el T3 manifestó también apariencia deshidratada en el día 3.

Esta evaluación permitió establecer que de los 3 tratamientos analizados el T0 sería el más recomendable, desde el punto de vista comercial ya que el factor crítico de comercialización del producto es la vida de poscosecha y la conservación de sus características sensoriales.

Referencias bibliográficas

- Casp, A. 2014. Tecnología de los alimentos de origen vegetal. Madrid, ES: Síntesis. 1:16–56.
- Artés Calero, F. 2006. El envasado en atmósfera modificada mejora la calidad de consumo de los productos hortofrutícolas intactos y mínimamente procesados en fresco. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, Hermosillo, MX. 7 (2): 61-85.
- Kitinoja L.; Kader A. 2003. *Técnicas de Manejo Poscosecha a Pequeña Escala: Manual para los Productos Hortofrutícolas*. California. USA: Universidad de California. 270 p.
- HLPE/FAO, 2014. *Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles: un informe del grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial*. Roma, IT: FAO. 133 p.
- Namesny, A. 1993. *Post-colección de hortalizas. Horticultura*, Reus, España. v. 1 Hortalizas de hoja, tallo y flor. 330 p.

Producción de habilla negra con aplicación de fertilización foliar

Florencio David Valdéz Ocampo^{1*}, Wilfrido Daniel Lugo Pereira¹, Eulalio Morel López¹, Rubén Alejandro Ovelar Centurion¹, Adolfo Leguizamón Resquín¹, Oscar Caballero Casuriaga¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay.

*Autor para correspondencia: david89agronomia@gmail.com

Introducción

La habilla (*Phaseolus vulgaris* L.), es una leguminosa de mucha importancia en la alimentación humana por su elevado contenido de proteínas. Se cultiva preferentemente a nivel de pequeños productores, cuya producción es destinada parte al consumo familiar y parte a la comercialización, tanto en estado verde como seco.

En el proceso de absorción foliar, se deben considerar varios factores, para la máxima eficiencia de la práctica de suplementación de nutrimentos mediante aplicaciones foliares. Los factores que influyen en la fertilización foliar pueden clasificarse en tres grupos; aquellos que corresponden a la planta, el ambiente y la formulación foliar (Chonay 1990).

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto.

La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo (Eibner 1986).

El objetivo del experimento fue evaluar la influencia de dosis crecientes de fertilizante foliar sobre el rendimiento de granos de habilla negra

Metodología

El experimento fue realizado en la parcela experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción en el Departamento de Concepción, circunscrita en las coordenadas geográficas 23° 24' 33.1" de latitud sur y 57° 24' 48.2" de longitud oeste con altura de 200 msnm.

El suelo de la región pertenece al Orden Alfisol (López et al. 1995), se extrajo una muestra para el análisis correspondiente, cuyas características físicas y químicas fueron; pH agua= 5,53; M.O. dag kg⁻¹=1,19; Al³⁺ cmol⁺ kg⁻¹ = 00; P mg kg⁻¹ =29,52; K cmol⁺ kg⁻¹= 0,19; Ca cmol⁺ kg⁻¹= 3,74; Mg cmol⁺ kg⁻¹= 0,65; S mg kg⁻¹=12,66; Fe mg kg⁻¹= 79,97; Cu mg kg⁻¹= 0,32; Zn mg kg⁻¹= 2,76; B mg kg⁻¹= 0,22; mg kg⁻¹= Mn mg kg⁻¹= 4,00; Tex=17% arcillosa. Las condiciones climáticas mensuales durante el experimento fueron: temperatura media 30,25°C, humedad relativa del aire media 86,75% y una precipitación media de 81,05 mm (FECOPROD 2015).

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones. El experimento se realizó posterior a la siembra de maní en el lugar. El delineamiento experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos fueron T1 el testigo sin aplicación de fertilizante, T2, T3, T4, T5 y T6 son los que recibieron 1, 2, 3, 4 y 5 kg ha⁻¹ respectivamente con aplicación foliar, las recomendaciones del fertilizante utilizado fue de 1 a 3 kg ha⁻¹, utilizado para la concentración de las dosificaciones en los tratamientos y en base a la

recomendación del análisis de suelo. La siembra se realizó el 10 de abril del 2015, se utilizó semillas de los productores de la región, para cada tratamiento se utilizó la dimensión de 9 m², con un distanciamiento de 0,25 m/plantas y 0,50 m entre hileras, dejando dos plantas por hoyo llegando a la densidad poblacional de 160.000 plantas ha⁻¹.

La primera aplicación del fertilizante se realizó a partir de los 20 días después de la siembra llegando a aplicar tres veces antes de la floración del cultivo. Las dosis utilizadas se calcularon para tres oportunidades, la segunda aplicación se realizó a los 20 días después de la primera aplicación y la tercera a los 60 días después de la siembra.

A los 110 días establecidos el cultivo se realizó la trilla para cosechar los granos. En todos los casos se utilizó 4 m² metros de cada unidad experimental.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza ANAVA, y las medias comparadas por el Test de Duncan al 5%. Para el efecto se utilizó el paquete estadístico ESTAT.

Resultados y discusión

Rendimiento de habilla negra

Considerando los resultados del test de Fisher al 5%, se verifica que no existe diferencia significativa a nivel estadístico entre las medias para la variable rendimiento. Se constata que el T1 (testigo) obtuvo el menor valor en media con un rendimiento de 976 kg ha⁻¹ de habilla, cuando el mismo es comparado con los demás tratamientos en estudio, y el tratamiento que presentó el mayor valor fue el T5 con un rendimiento de 951,85 kg ha⁻¹ (Figura 1).

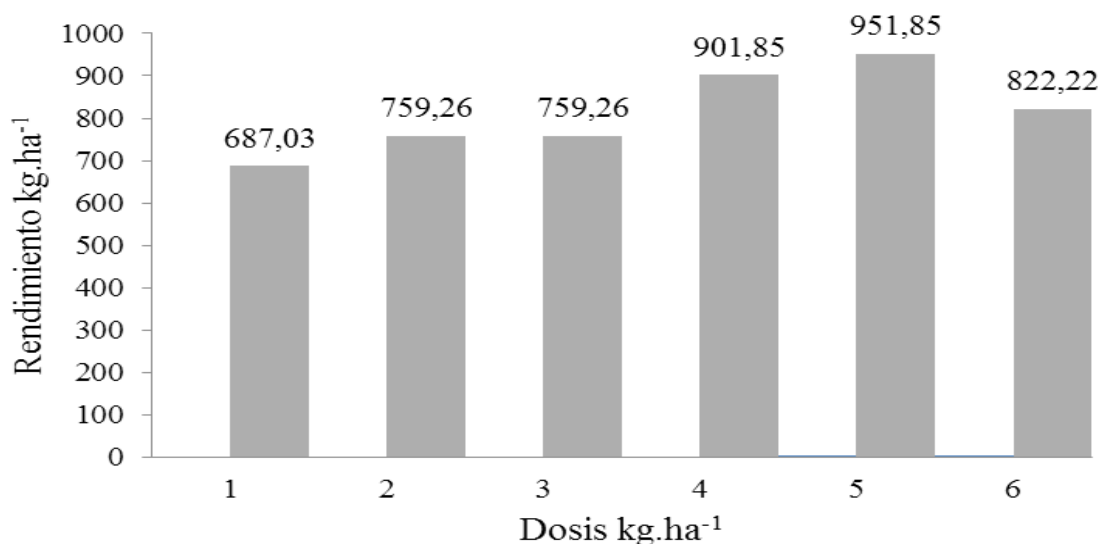


Figura 1. Rendimiento de habilla negra con fertilización foliar a base de micronutrientes Concepción 2015.

Bulisani et al. (1973), señalan que las aplicaciones vía foliar, en habilla, sólo tienen efecto positivo en el rendimiento cuando no se ha fertilizado a través del suelo, en la cual coincide con este trabajo ya que no se realizó

fertilización edáfica.

Pérez (1988), reportó un incremento promedio de 17,7% de granos de habilla al aplicar tres dosificaciones de NPK empleadas foliarmente

a partir de una fórmula con 21% de N, 3% de P, 3% de K, y 26,7% más de micronutrientes, en este estudio se logró el aumento de 72% de rendimiento de habilla superior a lo mencionado por el autor, lo que se atribuye a una respuesta positiva la aplicación foliar de elementos menores.

García y Hanway (1976), en soja, quienes hallaron que los mejores rendimientos se presentan cuando se hace la aplicación foliar de fertilizantes en el estado en que las vainas comienzan a llenarse, sin embargo en este estudio se realizó un poco antes de la aparición de las inflorescencias.

Se puede recalcar, que la fertilización foliar es una realidad en la nutrición de los cultivos y que esta práctica, utilizada convenientemente, optimiza la capacidad productiva de las cosechas. La fertilización foliar, entonces, es realmente complementario para la nutrición de las plantas para sobrepasar los rendimientos normales.

Conclusión

La fertilización foliar no influyó sobre la productividad de habilla negra.

Referencias bibliográficas

FECOPROD (Federación de Cooperativas de Producción Ltda. 2015. Agroclimate Fecoprod (en línea, sitio web). Consultado 1 mar. 2015. Disponible en http://fecoprod.agroclimate.org/?page_id=133

Bulisani, EA, Almeida, LD; Dematte, YJD. 1973. Observações preliminares sobre adubação foliar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). *Bragantia* 32:1216.

Chonay, JJ. 1990. Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por *Rhizobium phaseoli* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Mag. México, Universidad de Chapingo. 107 p.

Eibner, R. 1986. Foliar fertilization, importance and prospects in crop production. In Alexander, A. (Ed.). Foliar fertilization: proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlín. p. 3-13.

Fatecha, A. 1999. Guía de la fertilización de cultivos anuales y perennes de la Región Oriental del Paraguay, Caacupé. PY, MAG, SSEA, DIA. 23 p.

García, RL; Hanway JL. 1976. Foliar fertilization of soybeans during the seedfilling period. *Agron Jour* 68(5):653-657.

López, OE; González, E; De Llamas, PA; Molinas, AS.; Franco, ES; García, S; Ríos, E. 1995. Reconocimientos de suelos y capacidad de uso de las tierras; Región Oriental. Paraguay, MAG, DOA. 28 p. (Proyecto de Racionalización de Uso de la Tierra, Convenio 3445, PAR-Banco Mundial).

Comportamiento productivo de variedades de papa

Eulalio Morel López^{1*}, Wilfrido Daniel Lugo Pereira¹, Oscar Caballero Casuriaga¹, Modesto Osmar Da Silva¹, Florencio David Valdéz Ocampo¹, Adolfo Leguizamón Resquin¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay.

*Autor para correspondencia: lopezeulalio@hotmail.com

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta de la familia solanáceas, cultivada en casi todo el mundo por su tubérculo comestible, es originaria del altiplano andino en un área que coincide aproximadamente con el Sur del Perú (Spooner 2005). Este vegetal constituye el cuarto alimento de mayor consumo en el mundo (RAP-L 2008). Se cultiva por sus tubérculos comestibles que también se utilizan para la obtención de almidón y, por fermentación, de alcohol (Agrolanzarote 2012).

Las razones de la limitada expansión de este cultivo a nivel nacional se deben principalmente a la indisponibilidad de material vegetativo y a la alta dependencia a los diferentes insumos tales como fertilizantes y productos fitosanitarios importados, que elevan sobre manera los costos de producción (Niiuchi 1994). En el Paraguay, la superficie cultivada en el año agrícola 2012/13 fue de apenas 237 ha y producción de 3.500 t (MAG/DCEA 2013), lo cual es insuficiente para cubrir la demanda interna.

Es uno de los cultivos con mayor diversidad genética, las 5.000 variedades de papa que se cultivan en el mundo dan testimonio del papel crucial desempeñado por la biodiversidad en dicho cultivo (Moreno 1985). Cada material genético de papa puede expresarse de manera diferente de acuerdo al ambiente, es por ello que en la presente investigación se tuvo como objetivo evaluar el comportamiento productivo de diferentes variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en el distrito de Concepción.

Metodología

El presente trabajo de investigación se realizó en el Campus de la Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias ubicada a 2,5 km, Ruta V, Bernardino Caballero. El clima de la zona presenta una temperatura promedio de 14°C y 26°C con máximas que pueden llegar a 45°C en verano, mínimas de hasta 4°C en invierno, con leves incidencias de heladas (DINAC 2015). El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones totalizando 20 unidades experimentales. Los tratamientos fueron las variedades (Catucha, Serrana, Atlantic, Ana y Eliza). La preparación de suelo para la siembra consistió en remoción de suelo con la maquina motocultor y levantamiento de camellón de 50 cm de ancho y 25 cm de alto, posteriormente se realizó la aplicación de estiércol bovino con una dosis de 5 kg m². Para la siembra se seleccionaron tubérculos semillas de buena calidad, depositando en pequeños hoyos de 10 cm de profundidad, colocando los brotes hacia arriba cubriendo con una capa de tierra. La siembra se realizó el 29 de abril de 2016. Los espaciamientos para cada variedad utilizados fueron (Tabla1).

El cultivo se mantuvo libre de malezas mediante carpadas manuales y el aporque se realizó a los 40 días de plantación. Las fertilizaciones básicas se realizaron aplicando 50 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 140 kg ha⁻¹ de Fósforo y la fertilización de cobertura se realizó a los 35 días después de la siembra, aplicando en total 45 kg ha⁻¹ de Nitrógeno y 120 kg ha⁻¹ de Potasio. La parcela experimental

Tabla 1. Espaciamiento y densidad utilizada para cinco variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). Concepción- Paraguay, 2016.

Variedad	Distancia entre hilera y plantas	Densidad poblacional
Catucha	1m – 0,3 m	33.333
Serrana	1m – 0,2 m	50.000
Atlantic	1m – 0,2 m	50.000
Ana	1m – 0,15 m	66.666
Eliza	1m – 0,15 m	66.666

recibió riego por goteo. El curado se efectuó durante tres días a sol y siete días a sombra en un lugar con buena ventilación. Para la colecta de datos se seleccionaron al azar 10 plantas de cada unidad experimental. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK) al 5%. Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el paquete estadístico Assistat 7.7.

Resultados y discusión

Se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las cinco variedades en estudio, tanto para rendimiento como peso promedio de tubérculos por planta de papa (Figuras 1 y 2).

La variedad Serrana presentó el mejor desempeño en relación al rendimiento de

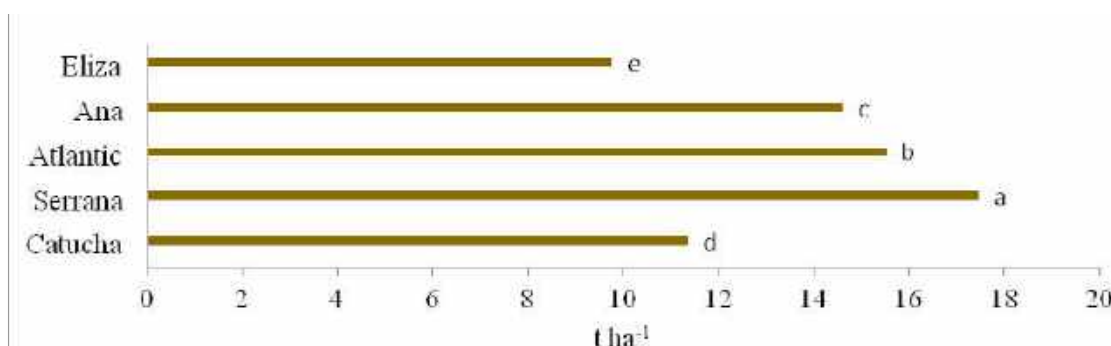


Figura 1. Rendimiento (t ha⁻¹) de cinco variedades de papa. Concepción- Paraguay, 2016. Letras iguales no difieren entre sí estadísticamente, fue aplicado el test de SNK al 5% de probabilidad. Coeficiente de Variación: 2,63%

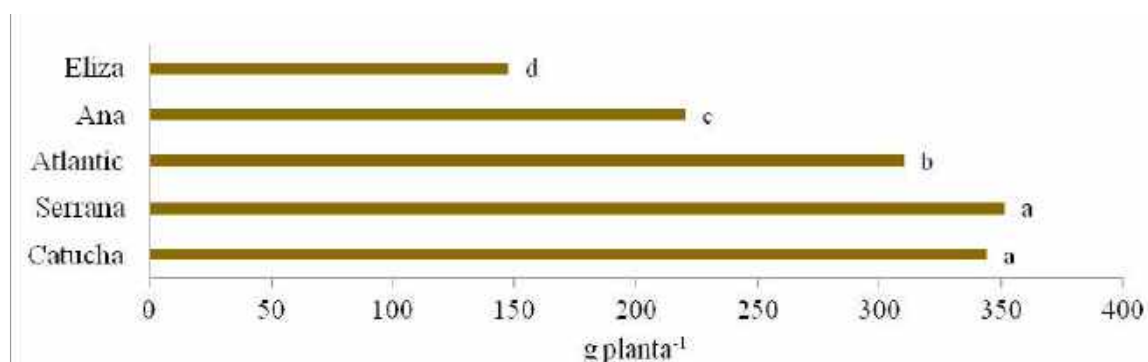


Figura 2. Masa media de tubérculos por planta de cinco variedades de papa. Concepción- Paraguay, 2016. Letras iguales no difieren entre sí estadísticamente, fue aplicado el test de SNK al 5% de probabilidad. Coeficiente de Variación: 2,09%

tubérculos alcanzando una producción de 17,42 t ha⁻¹, seguido de Atlantic con 15,52 t ha⁻¹, luego la variedad Ana con 14,62 t ha⁻¹, finalmente las variedades Catucha y Eliza con productividades de 11,35 y 9,75 t ha⁻¹ respectivamente.

Es relevante destacar que la variedad Serrana y Atlantic, presentaron buena adaptación a las condiciones locales quedando evidenciada en sus respectivas productividades. Además poseen buen desenvolvimiento en condiciones de temperaturas elevadas (Hayashi s.f).

Los rendimientos promedios conseguidos en las variedades Atlantic y Ana (Figura 2) se encuentran dentro de la media de productividad de papas en Paraguay las cuales varían normalmente de 12 a 15 toneladas por hectárea (Gómez 2016). El rendimiento de la variedad Serrana destacó con un rendimiento superior a la media, en contrapartida las variedades Catucha y Eliza se encuentran por debajo de la media nacional. Para el peso promedio de tubérculos por planta de papa la variedad destacada fue Serrana con 351,2 g planta⁻¹, seguido de Catucha 343,7 g planta⁻¹, Atlantic 310,2 g planta⁻¹, Ana 220,2 g planta⁻¹ y con el peor rendimiento se encuentra la variedad Eliza con 147,5 g planta⁻¹. Las variedades Catucha y Eliza son de ciclo medio y de potencial productivo similar (EMBRAPA 2008), sin embargo, en el peso promedio de tubérculos por planta la primera supera a la variedad Eliza situación que demuestra mejor adaptación a las condiciones de cultivo.

Conclusiones

Las variedades utilizadas en el presente experimento expresan rendimientos y comportamientos diferentes en el departamento de Concepción, no obstante basados en las evaluaciones la variedad más prometedora es Serrana, tanto para rendimiento y masa media de tubérculos.

Agradecimientos

A KOPIA Paraguay Center e IPTA por el financiamiento que hizo posible esta investigación.

Referencias bibliográficas

- Agrolanzarote. 2012. Servicio insular agrario: fichas técnicas de los cultivos de Lanzarote, papa (en línea). Lanzarote, ES. Consultado 12 feb. 2017. Disponible en http://www.agrolanzarote.com/sites/default/files/Agrolanzarote/02Productos/documentos/agrolanzarote._ficha_papas.pdf
- EMBRAPA (Empresa Brasileña de Pesquisa Agrícola). 2008. Catálogo de cultivares de batata. Pelotas, BR. 39 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 247).
- Gómez, B. 2016. Papas: en busca de variedades adaptadas (en línea, sitio web). Consultado 13 feb. 2017. Disponible en www.campoagropecuario.com.py/460/papas-en-busca-de-variedades-adaptadas
- Hayashi, P. s.f. Variedades de batata atlantic (en línea, sitio web). Consultado 10 feb. 2017. Disponible en http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista11_009.htm
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY); DCEA (Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias). 2013. Síntesis estadísticas: producción agropecuaria año agrícola 2012/2013. San Lorenzo, PY, DGEA, MAG. 47 p.
- Moreno, U. 1985. Environmental effects on growth and development of potato plants. *In* Li, PH (De.) Potato Physiology. US, Academic Press.
- Niiuchi, K. 1994. Hortalizas del Paraguay: informe técnico. Caacupé, PY, MAG/IICA. 134 p.
- RAP-L (Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina). 2008. La papa un alimento básico: posibles impactos frente a la introducción de papa transgénica. UY. 11 p.
- Spooner, MD. 2005. Origen de la papa (en línea). US. Consultado 30 ene. 2017. Disponible en <http://myslide.es/documents/origen-de-la-papa.html>

Producción de seis variedades de cebolla (*Allium cepa* L.), en el distrito de Concepción

Adolfo Leguizamón Resquín^{1*}, Wilfrido Daniel Lugo Pereira¹, Eulalio Morel López¹,
Modesto Da Silva Oviedo¹, Florencio David Valdéz Ocampo¹, Oscar Caballero Casuriaga¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay.

*Autor para correspondencia: adolfo_leguizamon@hotmail.es

Introducción

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una planta que pertenece a la familia de las liliáceas, considerándose originaria de Asia. Es una de las hortalizas más importantes en muchos países a nivel mundial dado su uso en la preparación de muchos tipos de comida, así como por la recomendación que hacen los nutricionistas de incorporar su consumo en la dieta alimenticia del hombre (Galmarini 2001). Según FAOSTAT (2010), la cebolla ocupa el segundo lugar en superficie cultivada entre las especies hortícolas después del tomate. Es cultivada en todo el mundo y dado que es un cultivo sensible a la longitud del día, existen diferentes tipos dependiendo de la latitud en la que se encuentre (Shigyo y Kik 2008).

Posee una buena adaptación a las diferentes condiciones de clima del país produciéndose mejor en los cálidos templados, con ambiente seco y luminoso, pues la falta de suficiente luz del día afecta los rendimientos, debido a que la cebolla necesita períodos de luz más largos para poder formar bulbos. El fotoperiodo influye en la velocidad de bulbificación y también sobre los calibres que se pueden lograr (Castagnino 2009).

Las variedades de cebolla plantadas en condiciones climáticas que no satisfacen las exigencias del cultivo desencadena como principal consecuencia bajos rendimientos (Resende et al. 2003).

En nuestro país aún son escasas las publicaciones sobre el desenvolvimiento productivo de variedades introducidas de cebollas; sin embargo,

debe ser prioritario debido a la diversidad de los climas y suelos, situación que puede causar un comportamiento diferente de las variedades en función a la región de siembra. Por tal motivo el presente estudio tuvo como objetivo determinar el potencial productivo de seis variedades de cebolla bajo las condiciones climáticas y edáficas del Departamento de Concepción.

Metodología

El trabajo de investigación se realizó en el Campus de la Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, ubicada a 2,5 km de la ciudad de Concepción sobre la ruta V Bernardino Caballero. El clima de la zona se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 26°C y 14°C con máximas que pueden llegar a 45°C en verano y mínimas de hasta 4°C en invierno, con leves incidencias de heladas (Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección de Aeronáutica Civil Paraguay 2015).

El diseño experimental para distribuir los tratamientos fue de bloques completos al azar, con 6 tratamientos y 4 repeticiones totalizando 24 unidades experimentales. Los tratamientos fueron las variedades: Dourada, Milan, Alborada, Baia Periforme, Caete y Mercosul.

La producción de mudas se realizó en almácigos, donde fue aplicado estiércol vacuno a una dosis de 4 kg m⁻². La siembra se realizó el 03 de mayo del 2017, a chorrillo en surcos con profundidad de 1 cm separados cada 10 cm. Los cuidados culturales en ésta etapa consistieron en riego manual con regadera de 10 litros y eliminación

de malezas. La preparación de suelo para el trasplante en lugar definitivo consistió en remoción de suelo con la maquina motocultor con dos pasadas. Posteriormente, se procedió a preparar los tablones de 1 m de ancho y 20 cm de altura, donde se aplicó estiércol bovino a una dosis de 5 kg m⁻².

Cada tablón estuvo separado por un caminero de 50 cm. Las mudas fueron trasplantadas a raíz desnuda al lugar definitivo, el 28 de Junio de 2016 cuando presentaron 5 mm de diámetro de tallo al nivel del suelo y 15 cm de altura. El cultivo se mantuvo libre de malezas mediante carpidas manuales. Las fertilizaciones de cobertura se realizaron a los 25 y 55 días después del trasplante, aplicando en total 130 kg.ha⁻¹ de Nitrógeno, 90 kg ha⁻¹ de Fosforo y 170 kg ha⁻¹ de Potasio. En la primera aplicación se utilizó el 30% de la dosis total de fertilizantes, y el restante (70%) en la segunda aplicación. La parcela experimental recibió riego por aspersión.

La cosecha se realizó en el mes de Noviembre del 2016, cuando más del 80% de las plantas presentaron señales de maduración, caracterizadas por el amarillamiento de las hojas y doblado del cuello. El curado se efectuó durante tres días mediante exposición al sol y siete días a sombra, en un lugar con buena ventilación.

Para la evaluación se seleccionaron al azar 20 plantas de la hilera central de cada unidad

experimental midiéndose el peso promedio de bulbos expresado en gramos, para lo cual se pesaron los bulbos utilizando balanza de precisión y el rendimiento de bulbos expresado en t ha⁻¹.

Los datos obtenidos fueron sometidos al Análisis de Varianza y al Test de Fisher; posteriormente las medias fueron comparadas por el Test de SNK (Student-Newman-Keuls) al 5%. Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el paquete estadístico Assisat 7.7.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los valores de rendimiento y peso promedio de bulbos de seis variedades de cebolla; en ambas características fue determinada que existe diferencia significativa a nivel estadístico al 5% de probabilidad por test de Fisher; además se puede observar los resultados arrojados por la comparación de medias mediante el test de SNK (Student-Newman-Keuls), al 5%.

La comparación de medias por el método SNK 5% evidencio diferencias estadísticas para el peso medio de bulbos, formando cuatro grupos diferentes. La variedad más destacada es Baia Periforme con 176,1 g pl⁻¹, seguida de Dourada 162,9 g pl⁻¹, luego Alborada 155,1 g pl⁻¹, y posteriormente las variedades Caete 147,6 g pl⁻¹, Milan 146,7 g pl⁻¹, y Mercosul 144 g pl⁻¹. Estas últimas tres variedades alcanzaron los menores

Tabla 1. Valores promedios de rendimiento en t ha⁻¹ y peso de bulbos de seis variedades de cebolla. Concepción, Paraguay.

Variedades	Rendimiento (**) (t ha ⁻¹)	Peso de bulbo (**) (g pl ⁻¹)
Dourada	35,95 b	162,9 b
Milan	32,40 d	146,7 d
Alborada	34,18 c	155,1 c
Baia Periforme	39,11 a	176,1 a
Caete	32,77 d	147,6 d
Mercosul	31,92 d	144 d
Media general	34,39	155,45
Coefficiente de variación (%)	1,94	2,13

Medias con letras iguales en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí

valores; la misma tendencia fue encontrada en el rendimiento en $t\ ha^{-1}$. El peso medio de bulbos de todas las variedades en estudio se encuentra dentro del rango comprendido entre 126 - 252 g reportado por CETAPAR (1998).

La variedad Baia Periforme, en rendimiento, es estadísticamente superior a los demás materiales alcanzando una productividad de $39,11\ t\ ha^{-1}$, seguida por Dourada y Alborada con $35,95$ y $34,18\ t\ ha^{-1}$, quedando las variedades Milan, Caete y Mercosul con productividades de $32,4$; $32,77$ y $31,92\ t\ ha^{-1}$ respectivamente. Enciso y Román (2007), evaluando tres variedades de cebolla en cuatro épocas de siembra encontraron en media $31,9\ t\ ha^{-1}$ en la variedad Baia Periforme. En esta investigación se consigue una productividad superior conduciendo al indicio que las condiciones climáticas del departamento de Concepción favorecen a la mencionada variedad.

Las productividades medias encontradas en los materiales genéticos en estudio son superiores a la media nacional del año 2015 que fue de $12,80\ t\ ha^{-1}$ y a la media de producción brasileña que fue de $20,98\ t\ ha^{-1}$ según IBG (2014).

Conclusiones

Bajo las condiciones climáticas del departamento de Concepción la variedad “Baia Periforme” obtuvo el mejor rendimiento por hectárea. Entre tanto se considera la necesidad de mayores investigaciones introduciendo otras variables de producción.

Referencias bibliográficas

- Castagnino, AM. 2009. Manual de cultivos hortícolas innovadores. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 356 p.
- CETAPAR (Centro Tecnológico Agropecuario en Paraguay). 1998. Evaluación de las características propias de las variedades introducidas de cebolla. In Resultados de ensayos realizados año 1996: cultivo invernal. Yguazú, Paraguay, CETAPAR-JICA. p. 5-7.
- Enciso Garay, CR; Román Galeano, CA. 2011. Épocas de plantación y sus efectos sobre el rendimiento y calidad de bulbos de tres variedades de cebolla (en línea). *Investig Agrar* 2011; 13(1):19-25. Consultado 3 feb. 2017. Disponible en <http://scielo.iics.una.py/pdf/ia/v13n1/v13n1a03.pdf>
- Galmarini, CR. 2001. Cebolla: efectos benéficos. *Diario Uno*. 1 mar. 2001. Mendoza, Argentina, La Consulta.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasil). 2014. Levantamiento sistemático de la producción agrícola. Consultado 12 feb. 2017. Disponible en <http://www.ibge.gov.br/home/>
- Resende GM; Chagas, SJR; Pereira, LV. 2003. Características productivas de cultivares de cebola no Sul de Minas Gerais. *Horticultura Brasileira* 21:722-725.
- Shigyo, M; Kik, C; Prohens, J; Nuez, F, (eds). 2008. Cebolla. In *Vegetables: manual de mejoramiento de plantas*. Berlin, Alemania, Springer Verlag. 21:21-162.

Desempeño agronómico de híbridos de maíz sembrados en zafra alternativa del ciclo 2015 en la zona Este de la Región Oriental de Paraguay

Guillermo Andrés Enciso Maldonado^{1*}, Carlos María Valdez López^{1*}, Mónica Elizabeth Bogado Rotela¹, Elvio Joel López Ranoni¹, Francisco Fernández Riquelme¹, Lorena Raquel Marini Benítez¹

¹Fundación Nikkei-Cetapar, Km 45 - Ruta N° 7 Dr. José G. R. de Francia. Yguazú, Paraguay.

*Autor para correspondencia: gui77eenciso@hotmail.com, valcarlitos@gmail.com

Introducción

La siembra de maíz en zafra alternativa o “zafriña” se realiza en el Paraguay en sucesión al cultivo de verano, que generalmente es la soja (Quintana 1978). La productividad obtenida en esta zafra es menor comparada con la obtenida en la de verano, pero trae constituye una fuente de renta para los productores en el ciclo otoño-invierno. Según la Cámara Paraguaya de Comercializadores y Exportadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO 2016), en 2015/2016 fueron sembradas 838.768,34 ha de maíz en zafra alternativa con un rendimiento promedio de 4.768 kg ha⁻¹. La siembra en zafra alternativa de este cultivo trae beneficios económicos para los actores de la cadena de valor que participan en el rubro, por otro lado, el maíz ocupa el segundo lugar en superficie cultivada en el país y, por otro lado, es el cereal mayormente exportado en un total de 3.392.032 toneladas, siendo los principales mercados Chile y Brasil (CAPECO 2015).

La productividad obtenida del maíz de zafra alternativa se debe tanto a factores edafo-climáticos como tecnológicos. Actualmente, los productores tienen acceso a híbridos de alto potencial productivo, súper-precoces a semi-precoces, con o sin resistencia a algunas plagas y enfermedades, lo que permitirían alcanzar altos rendimientos, siempre que las condiciones ambientales se manifiesten a favor. Bajo esta consideración, en el presente estudio se seleccionaron híbridos de maíz, de distintas empresas, que se ofertan para su siembra en entre zafra con el objetivo evaluar su desempeño a través de algunas características agronómicas.

Metodología

El experimento fue realizado en una de las parcelas experimentales de la Fundación Nikkei-CETAPAR, Yguazú, Alto Paraná (coordenadas geográficas 24°29'38”S, 56°48'14”O y altitud de 260 msnm), sobre un suelo con 69 % de arcilla, 2,22 % de materia orgánica y 70,35 % de saturación de bases. El experimento se realizó entre enero y junio de 2015, meses en los que se registró una temperatura media de 23,05 °C y una precipitación total de 646,7 mm.

Los tratamientos estuvieron constituidos por siete híbridos de maíz comercializados para su siembra en zafra alternativa (Tabla 1). Se utilizó el diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones. La superficie total del experimento fue de 481,4 m² (29 m x 16,6 m), dividida en 28 unidades experimentales de 1,8 m de ancho y 5 m de largo. El área útil de cada unidad experimental se constituyó por las dos hileras centrales, descontando 1 m de cada borde de las cabeceras. La distancia entre bloques fue de 3 m y la distancia entre unidades experimentales dentro de cada bloque fue de 0,5 m.

El trabajo de campo se inició con la medición y delimitación del área experimental y de las unidades experimentales. La siembra se realizó el 27 de enero de 2015, llevada a cabo de forma manual, depositándose las semillas a 3 cm de profundidad. La densidad poblacional fue de 55.000 plantas por hectárea, distanciadas a 0,45 m entre hileras y 0,4 m entre plantas. Se aplicó 150 kg ha⁻¹ de N-P-K de formulación 8-20-10 al momento de la siembra y a los 45 días después de la emergencia (DDE) se aplicaron 50 kg ha⁻¹ de

Tabla 1. Características de los híbridos de maíz utilizados como tratamiento en el experimento. Fundación Nikkei-Cetapar, Yguazú, PY. 2015.

Tratamiento	Nombre comercial	Híbrido ^a	Ciclo ^b
T1	DK 919	Simple	Súper Precoz
T2	DK 910 VTPRO	Simple	Súper precoz
T3	DKB 390 VT3PRO	Simple	Semi-precoz
T4	DOW 2B587 Hx	Simple	Precoz
T5	AS 1590 YG	Triple	Súper precoz
T6	Fórmula TL	Simple	Súper precoz
T7	Status TL	Simple	Precoz

^aDirección de Semillas – Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (DISE - SENAIVE 2014).

^bEmpresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA 2013).

urea (45-00-00). El control de malezas se realizó a través de dos carpidas manuales a los 20 y 45 DDE.

Las variables evaluadas para cada tratamiento y repetición fueron la duración de la fase vegetativa, reproductiva y el momento de maduración fisiológica de los híbridos, el peso de grano, el número de granos/m², el número de hileras/espiga, el número de granos/hilera y el rendimiento por hectárea.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y se utilizó el test de comparación de medias de Tukey con 5 % de probabilidad de error cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Resultados y discusión

Los híbridos evaluados presentaron diferencias significativas en la duración de las fases vegetativas, reproductivas y el momento en el que ocurre la madurez fisiológica (Tabla 2).

Tabla 2. Inicio de la fase reproductiva, su duración y momento de madurez fisiológica de híbridos de maíz cultivados en zafra alternativa. Fundación Nikkei-CETAPAR. Yguazú, PY. 2015.

Tratamiento	Duración de la fase vegetativa (DDS)	Duración de la fase reproductiva (días)	Momento de madurez fisiológica (DDS)
T1	50,5 a	73,0 c	123,5 b
T2	48,4 cd	70,0 e	118,5 c
T3	50,5 a	78,0 b	128,5 a
T4	49,0 bc	79,0 a	128,0 a
T5	51,3 a	71,8 d	123,0 b
T6	47,3 d	56,0 f	103,3 d
T7	50,3 ab	78,0 b	128,3 a
CV (%)	1,22	0,26	0,46

*Medias con una letra en común no son significativamente diferentes al 5 % de probabilidad de error. CV: Coeficiente de variación

El tratamiento T6 presentó la floración más temprana, a los 47 DDS, finalizando así su fase vegetativa. De igual manera, el tratamiento T6 resultó ser el más precoz, manifestando su madurez fisiológica a los 103 DDS.

Se verificó diferencia significativa entre las medias de la masa del grano (Tabla 3). Esta variable forma parte de los componentes del rendimiento del maíz y está determinada por la tasa y por la duración del periodo de llenado de granos (Wang

1999). En este trabajo se constató que T7 alcanzó el mayor peso con 416 mg y el menor peso del grano se observó en T6 con 327 mg. El número de granos/m² está asociado a la tasa de crecimiento de la planta en el periodo que abarca entre antes y después del panojamiento, el cual depende de las condiciones ambientales (Otegui y Andrade 2000). En el experimento se verificó que el mayor número de granos obtuvo T6 con 2.686 granos m⁻² y el menor valor obtuvo T2 con 1.832 granos m⁻² (Tabla 3).

En cuanto al número de hileras/espiga se registran diferencias significativas entre las medias de los tratamientos (Tabla 3). El híbrido con mayor número de hileras/espiga fue T6 con 18 a 20 hileras/espiga y 18,8 hileras/espiga en promedio, mientras que los híbridos con menor número de hileras/espiga fueron T1, T2 y T5, que presentaron 14 a 16 hileras/espiga (Tabla 3). El número de hileras/espiga siempre es par y su valor disminuye a medida que aumenta el número de mazorcas por planta (Magalhães et al. 2002). En el

Tabla 3. Peso de grano, número de granos/m², número de hileras/espiga, número de granos/hilera y rendimiento. Fundación Nikkei-Cetapar. Yguazú, PY. 2016.

Tratamiento	Peso de grano (mg)	No. granos/m ²	No. hileras/espiga	No. granos/hilera	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
T1	378 abc *	2.245,0 b	15,5 c	26,4 ^{NS}	8.472 a
T2	359 bcd	1.831,2 c	14,8 c	22,7	6.516 b
T3	407 ab	2.298,9 b	16,8 abc	24,9	9.339 a
T4	377 abcd	2.336,3 ab	16,5 bc	25,8	8.791 a
T5	344 cd	2.124,0 bc	15,3 c	25,2	7.322 b
T6	327 d	2.686,4 a	18,8 a	25,9	8.792 a
T7	416 a	2.119,4 bc	18,2 ab	21,2	8.806 a
CV (%)	5,83	7,30	5,52	9,77	5,08

*Medias seguidas por la misma letra en las columnas no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

NS = No significativo al 5 % de probabilidad de error

CV: coeficiente de variación.

número de granos/hilera no existieron diferencias significativas (Tabla 3). Según Magalhães et al. (1994) el número de hileras de granos en las espigas es definido en el estadio V12, mientras que el número de granos por hilera es definido una semana antes de la floración, aproximadamente, en el estadio V17. Ritchie et al. (1986) señalan que el periodo en el que se definen estas variables es sumamente crítico debido a que la presencia de factores adversos puede reducir seriamente el número potencial de granos y el tamaño de la espiga cosechada.

Se observan diferencias significativas entre las medias de los tratamientos en la variable rendimiento. El tratamiento T3 alcanzó el mayor valor con 9.339 kg ha⁻¹, mientras que T2 con 6.516 kg ha⁻¹, resultó ser el tratamiento con menor

rendimiento. El rendimiento final depende del número de granos por unidad de área y por el peso individual de los granos (Richards 2000). El tratamiento T6, que además resultó ser el más precoz, alcanzó un rendimiento estadísticamente igual a T1, T3, T4 y T7. Fassio et al. (1998) mencionan que la floración temprana podría beneficiar el aumento del rendimiento debido al prolongamiento del número de días disponibles para el llenado del grano.

Conclusión

Los híbridos evaluados alcanzaron rendimientos por encima de la media nacional por los que se consideran que son aptos para su utilización en la siembra de época alternativa por parte de los agricultores. Los híbridos DK 919, DKB 390

VT3PRO, DOW 2B587 Hx, Formula TL y Status TL se destacaron por presentar los mayores rendimientos, sin embargo, Formula TL presenta además la ventaja de ser súper-precoz, lo que trae consigo el beneficio de protegerse de heladas y la liberación temprana del campo para su próximo aprovechamiento.

Referencias bibliográficas

- CAPECO (Cámara Paraguaya de Comercializadores y Exportadores de Oleaginosas). 2016. Área de siembra, producción y rendimiento (en línea). Asunción, Paraguay, CAPECO. Consultado 7 ago. 2016. Disponible en <http://capeco.org.py/>
- DISE-SENAVE (Dirección de Semillas – Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas). 2014. Dirección de demillas: departamento de protección y uso de variedades (en línea). Boletín Nacional Cultivares Protegidos y Comerciales 14(7). Consultado 7 ago. 2016. Disponible en <http://www.senave.gov.py/>
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 2013. Milho cultivares para 2013/2014 (en línea, sitio web). Consultado 7 ago. 2016. Disponible en <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/>
- Fassio, A; Carruquiry, AI; Tojo, C; Romero, R. 1998. Maíz: aspectos sobre fenología. La Estanzuela, Uruguay, INIA. 51 p. (Serie Técnica 101).
- Magalhães, PC; Resende, M; Oliveira, AC. de; Durães, FOM; Sans, LMA. 1994. Caracterização morfológica de milho de diferentes ciclos. *In* Congreso Nacional de Milho e Sorgo, 20, Goiânia. Centro Oeste-cinturao do milho e do sorgo no Brasil: resumos. Goiânia, ABMS, 1994. 190 p.
- Magalhães, PC; Durães, FOM; Portilho, N; Paiva, E. 2002. Fisiologia do milho. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS. 23 p. (Circular Técnica, 22).
- Otegui, M; Andrade, FH. 2000. New relationships between light interception, ear growth, and kernel set in maize. *In* Westate, ME; Boote, KJ (Eds.). Physiology and modeling kernel set in maize. Madison, Crop Science Society of America. p. 89-102.
- Quintana, F. 1978. El cultivo del maíz. San Lorenzo, Paraguay, MAG-SEAG. 12 p.
- Richards, RA. 2000. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *Journal of Experimental Botany* 51:447-458.
- Ritchie, SW; Hanway, JJ; Benson, GO. 1986. How a corn plant develops. Ames, Iowa, State University. 21 p. (Special report no. 48).
- Wang, G; Kang, MS; Moreno, O. 1999. Genetic analyses of grain-filling rate and duration in maize. *Field Crops Research*, Amsterdam 61:211-222.

Caracterización morfológica y de producción de mudas de frutilla

Victoria Rossmary Santacruz Oviedo^{1*}, Diego Garcia¹, Cipriano Ramón Enciso-Garay¹,
Virgilio Delgado², Oscar Guillen²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Centro de Investigación Hernando Bertoni, IPTA, Caacupé, Paraguay.

*Autor para correspondencia: vrossmary@fca.una.py

Introducción

La frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.) es una planta que posee gran aceptación e importancia social y económica entre los horticultores ubicados principalmente en los alrededores de los centros urbanos, donde son comercializados en forma fresca. Este cultivo se destaca por su alta rentabilidad por área y los frutos pueden ser destinados al mercado de fruta fresca y la industrialización.

En el Paraguay se cultivan aproximadamente 210 ha, con una producción de 2.000 t anuales y rendimiento promedio de 9.500 kg ha⁻¹ (MAG 2015), destacándose como principales productores los municipios de Areguá, Itauguá, J. A. Saldivar e Ypacaraí, situados en el Departamento Central. Generalmente se cultiva a nivel de pequeño y mediano productor, y permite a los mismos la obtención de ingresos económicos en el periodo de invierno.

Anualmente un gran número de productores de los municipios mencionados anteriormente adquieren plantas madres libres de virus, del Centro de Investigación Hernando Bertoni (CIHB), mejorando de esta manera la calidad de las mudas. Los genotipos utilizados en el CIHB son el Dover y Sweet Charlie por ser estar más adaptadas a las condiciones locales. Estos materiales se cultivan desde el 2002 en el Paraguay, siendo necesario realizar investigaciones para seleccionar nuevos genotipos y de esa forma reducir el ataque de plagas y enfermedades que normalmente aumentan con la utilización de materiales genéticos por largos periodos de tiempo.

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar las características de morfología y de producción de mudas de diferentes genotipos de frutilla de la colección del CIHB.

Metodología

Este trabajo fue desarrollado en el Centro de Investigación Hernando Bertoni (CIHB) situado en el municipio de Caacupé ubicado sobre la Ruta 2, km 48,5 en el Departamento de Cordillera entre las coordenadas geográficas 25°23'16.38" latitud Sur, 57°11'22.24" longitud Oeste, entre los meses de octubre del 2014 a mayo del 2015 en el interior de una casa de vegetación.

Las plantas madres provinieron del CIHB y fueron trasplantadas en macetas plásticas de 3 L, posteriormente fueron ubicadas en el interior de una casa de vegetación sobre mesadas de madera de 1 m de altura y separadas entre sí 0,5 m. A medida que los estolones emitieron raíces fueron colocados en macetas plásticas de 0,5 L cargadas con sustrato proveniente de una mezcla de estiércol bovino y arena gorda en proporción 1:1.

Los tratamientos fueron constituidos por los genotipos Sabrina, Rosalinda, Camino Real, Festival, Florida Eliane, Sweet Charlie (BT), Sweet Charlie (FP), Dover, Esplendida, IAC, Yeobang, Corea y Early Bright. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones. Cada unidad experimental estuvo representada por una maceta con una planta madre.

Las variables evaluadas en las mudas fueron: número de hojas, altura de la parte aérea, diámetro de la corona, longitud de raíz, área foliar y número de estolones emitidos por planta madre. La evaluación de las variables se realizó en siete mudas, a los 110 días a partir de la fecha de trasplante de las plantas madres. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Para la altura de planta, diámetro de corona, longitud de raíz, área foliar y número de estolones no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los genotipos estudiados (Tabla 1). En la variable número de hojas se encontró diferencias estadísticas

destacándose Sweet Charlie (FP), con el mayor valor promedio de hojas (7,65), difiriendo de los genotipos Sabrina, Camino Real, Sweet Charlie (BT), Festival, Esplendida IAC, siendo similares a Rosalinda, Florida Eliane, Dover, Yeobang y Early Bright. Festival presentó la menor media (4,65). El número de hojas acumuladas es considerada como parámetro de medición del desarrollo de la planta (Streck et al. 2005).

En otros cultivares de frutilla, como Chandler y Oso Grande, Sharma et al. (2013) encontraron en las mudas número de hojas de 7,02 y 7,08; diámetro de corona de 10,52 y 10,90 mm; longitud de raíz de 9,50 y 9,25 cm; área foliar de 68,91 y 61,86 cm², respectivamente. De acuerdo a Rosa et al. (2011) el desarrollo de nuevas hojas esta relacionado con el índice de área foliar de una planta, que afecta la interceptación

Tabla 1. Número de hojas, altura de planta, diámetro de corona, longitud de raíz, área foliar y número de estolones de 13 genotipos de frutilla. Centro de Investigación Hernando Bertoni, Caacupé, 2015.

Genotipos	Número de hojas	Altura de planta (cm)	Diámetro de Corona (mm)	Longitud de raíz (cm)	Área Foliar (cm ²)	¹ Número de estolones
Sabrina	5,50 bc	17,44 *ns	11,10 *ns	13,25 *ns	27,45 *ns	27,00 *ns
Rosalinda	5,75 abc	18,30	12,30	13,20	13,85	49,50
Camino Real	5,25 bc	22,15	10,55	11,40	23,77	76,50
Festival	4,65 c	18,25	10,35	13,35	20,54	57,50
Florida Eliane	5,75 abc	21,75	11,0	12,55	62,7	94,00
Sweet Charlie (BT)	4,85 bc	22,65	9,65	13,80	23,78	75,00
Sweet Charlie (FP)	7,65 a	18,70	12,50	12,65	32,00	85,50
Dover	6,75 ab	17,70	10,55	13,25	24,88	70,50
Esplendida	5,55 bc	19,40	9,70	13,35	30,15	34,50
IAC	5,25 bc	19,85	10,50	12,00	24,32	52,00
Yeobang	5,60 abc	19,85	9,15	12,95	24,45	58,00
Corea	6,85 ab	18,85	10,10	11,55	25,00	82,00
EarlyBright	6,90 ab	17,30	12,50	13,30	28,40	43,50
Media	5,86	21,30	10,76	12,81	27,79	61,88
Coefficiente de Variación (%)	8,79	12,47	7,02	8,52	47,72	33,90

*ns= no significativo por la prueba de F al 5% de probabilidad de error. ¹ Datos transformados en $\sqrt{x + 0,5}$

Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren significativamente entre sí, por la prueba de Tukey, al 5% de probabilidad de error.

de la radiación solar usada en la fotosíntesis y producción de biomasa, el cual define la productividad del cultivo.

Para el número de estolones (Tabla 1) no hubo diferencias estadísticas significativas entre los diferentes genotipos. Esta variable indica la productividad de la planta madre para obtener mudas, es decir su prolificidad. El coeficiente de variación registrado fue de 33,90%, el cual fue alto debido a que se registraron una amplia diferencia en las medias de las repeticiones por tratamiento, condición por la cual no permite que haya una significancia estadística para esta variable. Teixeira et al. (2016) encontraron que la emisión de estolones es favorecida por temperaturas superiores a 24°C. Según los trabajos de Oliveira y Scivittaro (2006) la variedad Dover presentó elevada cantidad de estolones por planta madre (34). Schmitt et al. (2016) obtuvieron con Camino Real 48,9 estolones por planta con la utilización de solución nutritiva, valores inferiores a los resultados en este sistema de producción. Pereira (2010) resalta que la mayor o menor producción de estolones depende del cultivar.

Conclusión

Entre los genotipos introducidos en el CIHB, Camino Real, Rosalinda y Florida Eliane presentan buen potencial para la producción de mudas, por el número de hojas y estolones producidos que indican alta calidad de mudas y de plantas madres prolíficas respectivamente, sin embargo se recomienda realizar investigaciones de rendimiento en campo.

Referencias bibliográficas

- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY). 2015. Frutilla: superficie, producción y rendimiento por departamento (en línea). Asunción, PY, Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias. Consultado 18 may. 2015. Disponible en <http://www.mag.gov.py/Censo/temporales/FRUTILLA.pdf>
- Oliveira, RP de; Scivittaro, WB. 2006. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28(3):520–522.
- Pereira, A. 2010. Estabilidade genética de plantas de diferentes genótipos de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) micropropagadas submetidas a diferentes números de subcultivos. Seropédica, Rio de Janeiro, BR, UFRRJ/IDA. Curso de Pós-graduação em Fitotecnia. 80 p.
- Rosa, HT; Walter, LC; Streck, NA; Andriolo, JL; Silva, MR da K; Langner, JA. 2011. Temperatura-base de emissão de folhas e filocrono de algumas cultivares de morangueiro em ambiente subtropical. *Bragantia* 70(4):939-945.
- Schmitt, OJ; Andriolo, JL; Schultz, E; Lerner, Ma; Souza, JM; Dal Picio, M. 2016. Yield of strawberry runner tips under different electrical conductivity of the nutrient solution. *Horticultura Brasileira* 34(2):294–301.
- Sharma, RM; Singh, AK; Sharma, S; Masoodi, FA; Shankar, U. 2013. Strawberry regeneration and assessment of runner quality in subtropical plains. *Journal of Applied Horticulture* 15(3):191–194.
- Streck, NA; Tibola, T; Lago, I; Buriol, GA; Heldwein, AB; Schneider, FM; Zago, V. 2005. Estimating the plastochron in muskmelon (*Cucumis melo* L.) grown inside plastic greenhouse at different planting dates. *Ciência Rural Santa Maria* 35(6):1275–1280.
- Teixeira, CKL; Schmidt, D; Caron, BO; de Souza, V Q; Fontana, D C; de Paula, GM. 2016. Estimated phyllochron in low tunnel cultivated strawberry cultivars. *Ciência Rural* 46(9):1546–1552.

Evaluación de progenie de soja para característica de vainas con cuatro semillas proveniente de semillas irradiadas con rayos gamma

Evelyn Alice Marín Torres¹, Héctor David Nakayama², Rosa María Oviedo de Cristaldo^{2*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay.

²Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMIT), Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay.

*Autor para correspondencia: rosa.cristaldo@gmail.com

Introducción

La soja cultivada *Glycine max* (L.) Merr., es una planta anual, herbácea y presenta una amplia variabilidad genética y morfológica debido al gran número de variedades existentes. Dentro de los caracteres morfológicos, algunos son constantes y otros variables, los cuales son afectados por las condiciones ambientales y de la interacción del genotipo con el ambiente (Cubero 2013). Las semillas de soja se forman en vainas, cada una de las cuales contiene de una a tres semillas. Su forma varía desde casi esférica a achatada y alargada.

Existe una amplia variación de tamaños y de pesos (EMBRAPA 1995, Guamán et al. 2005). Número de vainas, granos por vaina, planta por metro cuadrado y peso de semillas, son características varietales que definen el rendimiento (Satorre et al. 2003). Mutaciones inducidas han sido utilizadas para producir variabilidad en numerosas especies cultivadas para la obtención de genotipos mejor adaptados a diferentes condiciones ambientales y aumentos en la calidad y el rendimiento. Las características

heredables producidas durante un proceso de inducción de mutaciones serán observables fenotípicamente en la progenie (Maluszynski et al. 2009).

El objetivo del trabajo fue evaluar la progenie de plantas de soja que presentaban vainas con cuatro semillas obtenidas de plantas M₄ descendientes de semillas sometidas a irradiación.

Metodología

El ensayo se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, sede San Lorenzo. Se utilizaron semillas de la generación M₄, provenientes de un ciclo de inducción a mutación en el cual fueron irradiadas con rayos gamma⁶⁰Co semillas de una variedad de soja convencional. El material fue provisto por el Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas. El experimento se instaló en un diseño Completamente al Azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos se consignan en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de tratamientos evaluados considerando la cantidad de semillas por vaina y la dosis de rayos gamma utilizada. San Lorenzo, 2014.

Tratamientos	Dosis (Gy)*
T1, sin irradiación (Testigo)	0
T2, irradiación gamma, progenie de vainas con tres semillas	150
T3, irradiación gamma, progenie de vainas con cuatro semillas	150
T4, irradiación gamma, progenie de vainas con tres semillas	200
T5, irradiación gamma, progenie de vainas con cuatro semillas	200

*Gy (Gray). Unidad de medida que denomina la dosis absorbida de radiaciones ionizantes por un material determinado.

Las variables evaluadas fueron: número de plantas con vainas con cuatro granos, número de vainas por planta, número de granos por planta y peso de 1.000 granos. Las medias resultantes fueron comparadas utilizando la prueba de Tukey al 5%.

Resultados y discusión

No se observaron diferencias estadísticas significativas para las variables evaluadas (Tabla 2). Plantas con vainas con cuatro granos se encontraron tanto en los tratamientos sin irradiación y como en los irradiados, a diferencia

de lo observado por Leiva (2013) quien señala diferencias significativas entre el tratamiento sin irradiar y los irradiados con 150 y 200 Gy, que produjeron 25 y 16% más de vainas con cuatro granos respectivamente. El número de granos por vaina es uno de los componentes del rendimiento considerado de gran interés, debido a que es un mecanismo simple y sencillo que permite identificar las distintas unidades numéricas que contribuyen con el rendimiento. Sin embargo, es una variable que depende no solo de factores genéticos sino que resulta fuertemente influenciada por factores ambientales (Cubero 2013, Satorre et al. 2003).

Tabla 2. Número de plantas con vainas con cuatro semillas, número de vainas por planta, número de granos por planta y peso de 1.000 granos. San Lorenzo, 2014.

Tratamientos	N° de plantas con vainas con cuatro semillas	N° de vainas/planta	N° de granos/planta	Peso de 1.000 granos (g)
T1: Sin irradiación	6,0	218,6	442,3	129,7
T2: 150 Gy progenie de vainas de 3 semillas	6,0	216,0	399,1	130,8
T3: 150 Gy progenie de vainas de 4 semillas	5,4	186,7	362,4	122,0
T4: 200 Gy progenie de vainas de 3 semillas	5,5	163,1	525,5	124,9
T5: 200 Gy progenie de vainas de 4 semillas	6,1	168,5	506,2	119,4
Medias	5,8	190,8	447,1	125,36
CV (%):	11,31	21,88	22,18	6,37
Valor de F Calculada ($p \leq 0,05$)	1,05 ns	2,26 ns	2,43 ns	2,31 ns

ns: no significativo, CV: coeficiente de variación.

En relación a la variable número de vainas por planta, Fe et al. (2000), tampoco observaron disminución en la producción de vainas por planta procedentes de semilla irradiadas hasta una dosis de 360 Gy. Sin embargo, Ibarra (2012) observó reducción en el número de vainas por planta en tratamientos con dosis de 200 Gy. Para la variable número de granos por planta, Ramírez-Calderón et al. (2003) observaron aumento en el número de granos por planta en triticale *Triticum secale* Wittmack, así como Leiva (2013), quien indicó aumentos significativos en el número de granos por planta para plantas de soja procedentes de semillas irradiadas con 150 y 200 Gy, contrariamente a lo observado en este ensayo. Por otro lado, los resultados de este experimento concuerdan con Mudibu et

al. (2012); Patil et al. (2011) y Leiva (2013) en cuyos trabajos demostraron que la soja cuando sometida a irradiación no presenta diferencias significativas en relación a peso de 1.000 granos.

Conclusión

Plantas de soja con vainas con cuatro semillas se observan tanto en la progenie de plantas derivadas de semillas irradiadas generación M_4 como de semillas sin irradiar. Los componentes de rendimiento evaluados presentan comportamiento similar tanto en el testigo sin irradiar como en las progenies provenientes de plantas irradiadas sean estas con tres o cuatro semillas.

Referencias bibliográficas

- Cubero, JI. 2013. Introducción a la mejora genética vegetal. 2 ed. Madrid, España, Mundi-Prensa. 569 p.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria). 1995. El cultivo de la soja en los trópicos: mejoramiento y producción. Roma, Italia, FAO. 254 p.
- Fe, C; Romero, M; Ortiz, R; Ponce, M. 2005. Radiosensibilidad de semillas de soja los rayos gamma ⁶⁰Co. Cultivos Tropicales 21(2):43-47.
- Guamán, R; Andrade, C; Triviño, C; Arias, M; Espinoza, A; Peña, L; Valdiviezo, E; Mite, F; Ampuño, S; Viteri, G. 2005. Manual del cultivo de soja: Programa Nacional de Oleaginosas. Guayaquil, Ecuador, Raíces. 157 p.
- Ibarra Duarte, LN. 2012. Variabilidad fenotípica de la soja (*Glycine max* L. Merrill) en la generación M₂ de soja irradiada. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, Paraguay, Universidad Nacional de Asunción Facultad de Ciencias Agrarias. 66 p.
- Leiva, C. 2013. Variabilidad fenotípica de generación M₃ de soja irradiada. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, Paraguay, Universidad Nacional de Asunción Facultad de Ciencias Agrarias. 49 p.
- Maluszynski, M; Szarejko, I; Bhatia, CR; Nichterlein, K; Lagoda, P.JL. 2009. Methodologies for generating variability part 4: mutation techniques. In Ceccarelli, S; Guimaraes, EP; Weltsein, E. (eds.). Plant breeding and farmer participation. Roma, Italia, Food and Agriculture Organization of the United Nations. p. 159-194.
- Mudibu, J; Nkongolo, K; Kalonji-Mbuyi, A; Kizungu, R. 2012. Effect of gamma irradiation on morpho-agronomic characteristics of soybeans (*Glycine max* L.). American Journal of Plant Sciences 3(3):331-337.
- Patil, GP; Wakode, MM. 2011. Induced genetic variability for quantitative traits in M₂ generations in soybean by mutagens. Current Botany 2(1):10-14.
- Ramírez-Calderón, J; Cervantes-Santana, T; Villaseñor-Mir, H; López-Castañeda, C. 2003. Selección para componentes de rendimiento de grano en triticale irradiado (en línea). Agrociencia 37:595-603. Consultado 25 jul. 2013. Disponible en <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2003/nov-dic/art-5.pdf>
- Satorre, E; Benech, R; Slafer, G; De La Fuente, E; Miralles, D; Otegui, M; Savin, T. 2003. Producción de Granos: bases funcionales para su manejo. Buenos Aires, Argentina, Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. 783 p.

Resistencia de soja *Glycine max* (L.) Merr. generación M₅ al glifosato

Carlos Martín Alarcón Baruja¹, Héctor David Nakayama², Rosa María Oviedo de Cristaldo^{2*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay.

²Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMIT), Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay.

*Autor para correspondencia: rosa.cristaldo@gmail.com

Introducción

La soja *Glycine max* (L.) Merr., como cultivo de mayor importancia en Paraguay, representa uno de los principales productos de exportación (CAPECO 2014). Ante la escasa variabilidad genética en los cultivares más importantes para la resistencia a herbicidas provenientes de métodos no recombinantes, diversas técnicas se han implementado para generar cambios en el ADN que permitan opciones en un programa de mejoramiento genético.

Una de ellas es la mutación inducida por rayos gamma, donde se someten las semillas a frecuencias de rayos que modifican el ADN aleatoriamente, originando cambios en la expresión fenotípica, de modo a seleccionar aquellos genotipos de interés agronómico (Maluszynski et al. 2009, Prina et al. 2010, Cubero 2013). Genotipos resistentes al glifosato obtenidos por métodos no recombinantes aportarán a los programas de mejoramiento materiales nuevos para realizar selección evitando los inconvenientes y las controversias derivadas de los materiales generados por las técnicas de ingeniería genética.

El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento frente al herbicida glifosato de plantas de soja derivadas de semillas irradiadas en la generación M₅.

Metodología

El ensayo fue instalado en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, sede San

Lorenzo. Se sembraron tres poblaciones con 5.000 plantas cada una con los siguientes tratamientos T₁: Semillas convencionales, T₂: Semillas irradiadas con rayos gamma ⁶⁰Co con dosis de 150 Gy y T₃: Semillas transgénicas (RR) con resistencia al glifosato. Se utilizaron semillas de una variedad de soja convencional correspondientes a la generación M₅, quinta generación de un ciclo de mutación por irradiación, cosechadas en forma masal de plantas de la generación M₄ proporcionadas por el Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas. También se usaron semillas de la misma variedad convencional sin irradiar como testigo negativo y semillas transgénicas portadores del gen “RR”, responsable de la resistencia al glifosato como testigo positivo.

La variable analizada fue la resistencia al glifosato de plantas provenientes de semillas irradiadas con rayos gammas. Glifosato al 48% en dosis de 4 L ha⁻¹, fue aplicado en la fase V₄ de crecimiento, cuando la tercera hoja trifoliolada estaba completamente desarrollada. Los datos fueron analizados con la prueba de Chi Cuadrado (χ^2) al 5% de probabilidad de error. Para el testigo negativo se esperaba la supervivencia de plantas hasta 1%, mientras que para el testigo positivo una supervivencia hasta 99%, atendiendo que la soja tiene flores cleistógamas con porcentajes de cruzamientos naturales inferiores al 1% y que ambos testigos eran variedades derivadas de líneas puras. Para la población derivada de semillas irradiadas se estableció una supervivencia esperada de plantas hasta 5%, debido a la variabilidad dentro de la población (Ibarra 2012).

Luego de 10 días de la aplicación del herbicida se realizó la evaluación de las parcelas a fin de identificar y contabilizar aquellas plantas que presentaban síntomas de resistencia y/o tolerancia al herbicida. Al finalizar, se realizó la cosecha de las vainas, manteniendo la individualidad de las plantas que no sufrieron los efectos del herbicida para siembra y observación de la resistencia en la siguiente generación y en forma masal las vainas de las plantas de las parcelas testigos.

Resultados y discusión

Los resultados del análisis de Chi Cuadrado (χ^2) realizado utilizando las proporciones observadas y esperadas de plantas sobrevivientes en las poblaciones con diferentes tratamientos sometidas a la aplicación del glifosato se reportan en la Tabla 1.

En la población de plantas de soja convencional (testigo negativo) se esperaba que de las 5.000 plantas de la población sobrevivieran por lo menos 50 plantas que representan el 1%. Cuando fueron comparadas las proporciones esperadas con las observadas no se evidenciaron diferencias significativas entre las mismas, indicando que en la soja convencional se produjo una mortandad de plantas de 99% como era esperado.

Por otro lado, cuando se compararon las proporciones esperadas y observadas para la población de plantas transgénicas (RR) resistentes al glifosato (testigo positivo), en la cual se esperaba una supervivencia

de 4.950 plantas (99%), tampoco se observaron diferencias estadísticas significativas, con la población observada de 4.983 plantas (99,66%); evidenciando la soja transgénica resistencia al glifosato. Sin embargo, en la población de plantas provenientes de semillas irradiadas con 150 Gy generación M_5 , se observaron 332 (6,64%) plantas que sobrevivieron a la aplicación del glifosato con diferencias altamente significativas con la proporción esperada de 250 plantas, equivalentes al 5% de la población, porcentaje fijado antes del ensayo. En el tratamiento correspondiente a las soja irradiada, se observaron dos plantas sin efectos del glifosato, en las restantes 330 se observó leve marchitez de las hojas en los 10 días siguientes a la aplicación del herbicida, sin embargo completaron su ciclo generando hojas nuevas. Croughan (2004), exponiendo lotes de arroz a rayos gamma a dosis 25 Krad (250 Gy), encontró luego de la aplicación del herbicida imazethapyr a dosis de 0,125 libras de ingrediente activo por acre, (0,140 kg ha⁻¹) una planta sin síntomas del herbicida, subsiguientes ensayos en el invernadero y en el campo demostraron que la progenie de esta planta de arroz poseía resistencia a varios herbicidas que inhibían la enzima acetohidroxiácido sintasa (AHAS). Así mismo, se identificaron cambios en la coloración de la flor en las dos plantas sin signos de efecto del herbicida. Salmerón et al. (1995) utilizando la inducción a mutación con dosis de 20 Krad (200Gy) en soja, encontraron en la generación M_3 cambios en el color de la flor, observando flores blancas en un material de flores moradas.

Tabla 1. Análisis de χ^2 para resistencia de la soja generación M_5 al glifosato y sus controles respectivos. San Lorenzo, 2015.

Trat.	1	2	3
Número de plantas			
Obs.	46	332	4.983
Esp.	50	250	4.950
χ^2	0,32ns	26,896**	0,22ns

Tratamiento 1: convencional; Tratamiento 2: irradiado 150 Gy; Tratamiento 3: transgénico (RR), $\chi^2(0,05) = 2,920$; ** altamente significativo; ns no significativo

Conclusión

En la población de plantas de soja irradiada generación M5 se observó 6,64% de plantas que sobrevivieron a la aplicación del glifosato, demostrando la existencia de variabilidad genética en dicha población ante el efecto del herbicida. Se considera el uso de la irradiación gamma como una herramienta válida para inducir variabilidad genética en el cultivo de soja.

Referencias bibliográficas

- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comerciantes de Cereales y Oleaginosas). 2014. Estadísticas (en línea). Asunción, Py. Consultado 31 mar. 2014. Disponible en <http://www.tera.com.py/capeco/index.php?id=area-de-siembra-produccion-y-rendimiento>
- Croughan, T. 2004. Arroz resistente a herbicidas (en línea). Madrid, Oficina Española de Patentes y Marcas. Consultado 11 feb. 2015. Disponible en http://www.oepm.es/pdf/ES/0000/000/02/31/88/ES-2318857_T3.pdf
- Cubero, JI. 2013. Introducción a la mejora genética vegetal. 2 ed. Madrid, ES, Mundi-Prensa. 569 p.
- Ibarra, LN. 2012. Variabilidad fenotípica de la soja (*Glycine max* (L.) Merr.) en la generación M2 de soja irradiada. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. 66 p.
- Maluszynski, M; Szarejko, I; Bhatia, CR; Nichterlein, K; Lagoda, PJL. 2009. Methodologies for generating variability part 4: mutation techniques. In Ceccarelli, S; Guimaraes, EP; Weltsein, E. eds. Plant breeding and farmer participation. Roma, IT, Food and Agriculture Organization of the United Nations. p. 159-194.
- Prina, A; Landau, A; Pacheco, MG; Hopp, E. 2010. Biotecnología y mejoramiento vegetal II (en línea). Argentina, INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Consultado 30 ago. 2013. Disponible en http://intainforma.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2010/09/bio_WEB.pdf
- Salmerón, J; Cervantes, T; Valencia, M. 1995. Mejoramiento genético de soja por irradiación y selección. In I Simposio Internacional sobre Mutagénesis en Agricultura y V Seminario Nacional sobre el uso de la Irradiación en Fitomejoramiento (I, V, Colegio de Posgraduados). Montecillo, MX. 12 p.

Incidencia del momento y frecuencia de control de malezas sobre la productividad y calidad de raíces de la zanahoria

Larissa María Fátima Melgarejo Paniagua^{1*} y Pedro Aníbal Vera Ojeda¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay.

*Autor para correspondencia: larissamelgarejopa@gmail.com

Introducción

La zanahoria (*Daucus carota* L.) constituye uno de los rubros hortícolas de mayor consumo a nivel nacional, de acuerdo a los datos del MAG (2014), la superficie de siembra es de 1.011 ha, con una demanda diaria a nivel nacional de 65 t. Las malezas son plantas consideradas indeseables y constituyen una de las causas principales que limitan la producción de la zanahoria, debido a la gran capacidad que presentan las mismas para competir con el cultivo por los recursos del medio, ejerciendo un efecto negativo sobre la productividad y calidad de las raíces (Coelho et al. 2009). A nivel país, publicaciones respecto al efecto del momento oportuno y frecuencia de control de malezas sobre la productividad y calidad de raíces, son escasas, razón por la cual, es necesaria la realización de investigaciones que proporcionen conocimientos que puedan ser implementados en un sistema de manejo.

Por lo mencionado, este trabajo tiene como objetivos: evaluar los componentes fitosociológicos de la comunidad infestante de malezas, determinar el efecto del momento y frecuencia del control de malezas sobre la productividad y calidad de raíces del cultivo de zanahoria y, determinar la eficiencia económica de los tratamientos.

Metodología

El experimento se ejecutó entre los meses de junio y octubre de 2015, en la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), San Lorenzo, Departamento Central, Paraguay (25° 20' Sur y 57° 31' Oeste) a una altitud de 125 msnm. La parcela experimental

presenta una textura areno franco; pH 5,7; Materia Orgánica 1,1%; Fósforo 48,2 ppm; Potasio 0,04 cmol_c kg⁻¹; Calcio 1,89 cmol_c kg⁻¹; Magnesio 0,63 cmol_c kg⁻¹; Sodio 0,10 cmol_c kg⁻¹ y Al³⁺ + H 0,00 cmol_c kg⁻¹. El experimento fue conducido con un diseño de bloques completos al azar, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 36 unidades experimentales. Los tratamientos estuvieron constituidos por un testigo mantenido con control de malezas durante todo el ciclo, control de malezas a los 15 días después de la siembra (DDS); a los 15 y 30 DDS; a los 15, 30 y 45 DDS; a los 15, 30, 45 y 60 DDS; a los 15 y 45 DDS; a los 30 y 45 DDS; a los 30 DDS; y a los 45 DDS.

Las unidades experimentales estuvieron constituidas de cuatro hileras de cultivo de zanahoria, de la variedad New Kuroda, de dos metros de longitud con separación de 0,20 m entre hileras. El área útil estuvo constituida por las dos hileras centrales del cultivo, descartando las laterales y 0,5 m de los extremos. La preparación del suelo fue realizada por el método convencional y la siembra se realizó el 05/06/15. Se efectuaron dos raleos, el primero 20 DDS y el segundo a los 40 DDS, dejando una población de 20 plantas por metro.

El riego se llevó a cabo mediante microaspersión, de acuerdo los requerimientos del cultivo. La cosecha se efectuó 120 días después de la emergencia del cultivo, considerando dos metros de las hileras centrales dentro del área útil. Para la evaluación de fitosociología de la comunidad infestante de malezas, se realizaron muestreos aleatorios, previo a las carpidas correspondientes a cada tratamiento, con un cuadro de madera de 0,5 m², en el área útil de cada unidad experimental.

Las variables evaluadas fueron: identificación de malezas encontradas en el experimento y la importancia relativa de acuerdo al método sugerido por Carvalho (2011). Además, se determinó la longitud y diámetro de la raíz, masa seca de hojas, rendimiento total de raíces y la eficiencia económica de los tratamientos mediante la relación beneficio-coste. Los datos obtenidos en el experimento fueron sometidos a análisis de varianza al 5% de error experimental.

Resultados y discusión

Se han identificado 18 especies de malezas (13 familias), destacándose la familia Asteraceae con tres especies: *Gamochaeta coarctata* (Willd.) Kerguelen; *Galinsoga parviflora* Cav.; *Sonchus oleraceus* L.; Poaceae con dos especies: *Eleusine indica* (L.) Gaertn; *Cenchrus echinatus* L.; Amaranthaceae con dos especies: *Amaranthus hybridus* (Betol.) Thell; *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb; Brassicaceae con

dos especies: *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop; *Coronopus didymus* (L.) Sm; Portulacaceae: *Portulaca oleraceae* L.; Cyperaceae: *Cyperus rotundus* L.; Rubiaceae: *Richardia brasiliensis* Gomes; Apiaceae: *Cyclospermum leptophyllum* (Pers.) Sprague; Malvaceae: *Sida rhombifolia* L.; Euphorbiaceae: *Chamaesyce hirta* (L.) Millsp.; Commelinaceae: *Commelina erecta* L.; Polygonaceae: *Polygonum hydropiperoides* Michx. y Oxalidaceae: *Oxalis corniculata* L., con una especie cada una. Las malezas con mayor IR registradas en las cuatro evaluaciones fueron: *A. hybridus* (19,2 a 32,1%), *A. philoxeroides* (7,1 a 36,6%), *C. didymus* (10,7 a 30,8%) y *G. coarctata* (19,1 a 38,3).

En relación a las variables correspondientes al comportamiento productivo del cultivo, de acuerdo a los resultados del análisis de varianza, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 1).

Tabla 1. Valores medios de longitud de raíz (LR), diámetro de raíz (DR), masa seca de hojas (MSH) y rendimiento total (RT), en función a los tratamientos. San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Tratamientos	LR (cm)	DR (cm)	MSH (g)	RT (t ha ⁻¹)
T1 (Testigo limpio)	12,11 a	3,81 a	43,38 a	43,28 a
T2 (15 DÍAS)	12,03 a	3,60 a	43,75 a	41,00 a
T3 (15, 30 DÍAS)	11,70 a	3,57 a	36,46 a	37,37 a
T4 (15,30, 45 DÍAS)	11,50 a	3,51 a	34,93 a	40,31 a
T5 (15, 30, 45, 60 DÍAS)	12,30 a	3,55 a	46,90 a	37,67 a
T6 (15, 45 DÍAS)	11,93 a	3,75 a	36,94 a	40,19 a
T7 (30, 45 DÍAS)	12,09 a	3,71 a	38,44 a	40,10 a
T8 (30 DÍAS)	11,62 a	3,62 a	39,88 a	42,08 a
T9 (45 DÍAS)	11,78 a	3,45 a	33,23 a	35,45 a
Media General	11,9	3,62	39,32	39,72
CV (%)	9,32	9,88	13,93	16,7

CV: Coeficiente de variación

Para la longitud de raíz se obtuvo una media general de 11,9 cm, valor similar a lo obtenido por Villalba (2011), quien determinó una longitud de 11,88 cm y próximo al reportado por Villalba (2015), quien obtuvo una media de 12,62 cm, para la misma variedad. Respecto al diámetro de raíz encontrado en este experimento, concuerda con la media obtenida por Ortiz et al. (2007), quienes

obtuvieron un valor de 3,72 cm, mientras que Vera y Enciso (2014) presentaron valores entre 2,59 cm y 4 cm. No se registraron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable masa seca de hojas y rendimiento total de raíces, determinándose una media general de 39,32 g y 39,72 t ha⁻¹, respectivamente, medias superiores a lo reportado por Villalba (2015) y Ortiz et al. (2007).

En relación a la eficiencia económica de los tratamientos, se encontró que el tratamiento con control permanente de malezas, así como el tratamiento con cuatro carpidas en diferentes períodos, presentaron pérdidas económicas, considerando que a mayor número de carpidas, mayor es el costo de la mano de obra, sin embargo, el tratamiento con carpida a los 30 días arrojó un índice de relación Beneficio/Costo de 1,42,

indicando que cuando se efectúa la limpieza en una sola oportunidad y a los 30 DDS, se obtiene el mejor ingreso neto, con 42% de rentabilidad, concordando con lo relatado por Coelho et al. (2009). Freitas et al. (2009) y Fontes et al. (2012) establecen que el cultivo de zanahoria necesita al menos un control de malezas hasta los 42 días desde la siembra.

Tabla 2. Relación Beneficio/ Costo para las nueve modalidades de control de malezas en el cultivo de zanahoria. San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Tratamientos	Relación Beneficio/Costo*
T1 (TESTIGO LIMPIO)	0,71
T2 (15 DÍAS)	1,36
T3 (15,30 DÍAS)	1,05
T4 (15, 30, 45 DÍAS)	1,1
T5 (15, 30, 45, 60 DÍAS)	0,88
T6 (15, 45 DÍAS)	1,2
T7 (30, 45 DÍAS)	1,19
T8 (30 DÍAS)	1,42
T9 (45 DÍAS)	1,04

*Relación Beneficio-Costo = Ingreso Neto/Costo Total

Conclusiones

Las malezas con mayor Importancia Relativa en el experimento son: *A. hybridus*, *A. philoxeroides*, *C. didymus* y *G. coarctata*. Las variables longitud y diámetro de la raíz, masa seca de hojas y rendimiento total de raíces del cultivo de zanahoria, no son afectadas por el momento y la frecuencia de control de malezas. La limpieza efectuada a los 30 días después de la siembra, proporciona la mayor viabilidad económica, con una rentabilidad del 42%.

Referencias bibliográficas

Coelho, M; Bianco, S; Carvalho, LB. 2009. Interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura (*Daucus carota*) (en línea). Planta Daninha 27:913-920. Consultado 14 jul. 2015. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pd/v27nspe/v27nspe04.pdf>

Fontes, L; Dos Santos, AP; Morais, PG; Sales, PG; Sales, VF; Fernandes, R. 2012. Manejo de plantas daninhas na cultura da cenoura

em monocultura e consorciada com rabanete. Revista Verde 7:162-169.

Freitas, FCL; Almeida, MEL; Negreiros, MZ; Honorato, ARF; Mesquita, HC; Silva, SVOF. 2009. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura em função do espaçamento entre fileiras (en línea). Planta Daninha 27(3):473-480. Consultado 14 jul. 2015. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pd/v27n3/07.pdf>

Ortiz, W; Enciso, CR; Ríos, R. 2007. Comparación del rendimiento de cinco variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.). Revista Investigación Agraria 9(1):15-20.

Vera, PA; Enciso, CR. 2014. Interferencia de malezas y sus efectos en la calidad de la zanahoria (en línea). III Congreso Nacional de Ciencias Agrarias. Consultado 14 jul. 2015. Disponible en <http://www.agr.una.py/descargas/publicaciones/IIICNCA2014.pdf>

Villalba, DR. 2015. Caracteres productivos de cuatro cultivares de zanahoria (*Daucus carota*



L.) en el sistema de cama alta a base de mantillo.
Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, Carrera de
Ingeniería Agronómica, FCA, UNA. 60 p.

Villalba, FR. 2011. Rendimiento y calidad de dos
variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.)
en verano en función a cobertura del suelo y
media sombra. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo,
PY, Carrera de Ingeniería Agronómica, FCA,
UNA. 55 p.

Enraizamiento de rosa mosqueta blanca (*Rosa moschata*) en diferentes tipos de sustratos

Alma María Torres^{1*}, Juan José Vera Samaniego¹, Cinthia Carolina Scappini Cardozo¹,
María de Jesús Duarte Kleiner¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Caazapá. Paraguay.

*Autor para correspondencia: suelofcaz@hotmail.com

Introducción

La rosa mosqueta es una planta medicinal que viene siendo muy apreciada por sus propiedades medicinales, y una gran variedad de usos como infusiones aromáticas, productos cosméticos, mermeladas, jaleas, sopas, medicamentos, alimentación animal (como pigmento, principalmente), aceite medicinal, combustible y afrecho, entre otros (Carmona 2008). Su comercialización se ve limitada por la dificultad en su propagación, así como otras interrogantes como la época propicia de enraizamiento, que constituye un problema en el momento de obtener mudas para su reproducción, otro motivo de preocupación es la falta de información referente a los sustratos más favorables para el enraizamiento normal. USAID (2010), señala que es reconocido que las plantas medicinales y aromáticas constituyen un mercado cada vez más promisorio para los países iberoamericanos, en parte por el surgimiento en el ámbito mundial del “consumo verde”, que reconoce la unidad del hombre con la naturaleza y busca fuentes terapéuticas en ésta; y, en gran medida por la necesidad creciente de recuperar nuestras raíces, nuestra cultura y nuestra identidad.

El cultivo de la rosa mosqueta puede adquirir importancia, puede ser promocionada como un rubro alternativo para las familias que se dedican a la agricultura, así como la posibilidad de la utilización de subproductos de la industria como la cascarilla de arroz respalda la realización de investigaciones que aporten informaciones acerca de los sustratos más indicados para su propagación y que asegure la obtención de plantas sanas y vigorosas.

Con el objetivo de evaluar el efecto de la utilización de diferentes tipos de sustratos en el enraizamiento de la rosa mosqueta blanca se realizó el ensayo experimental.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el predio de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicada en la compañía 20 de Julio del distrito de Caazapá, Región Oriental del Paraguay. El diseño utilizado fue completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos evaluados consistieron en los siguientes sustratos: T1: estiércol vacuno; T2: cascarilla de arroz tostada; T3: aserrín; T4: mantillo. Todos los sustratos fueron preparados en proporción 1:1 con tierra agrícola. El proceso de tostado de la cascarilla de arroz se realiza sobre una plancha de hierro caliente hasta presentar una coloración negra uniforme. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 10 macetas completando un total de 200 macetas para el experimento, las cuales fueron colocadas bajo malla media sombra. La experimentación tuvo una duración de dos meses (marzo a mayo de 2014).

Se utilizó esquejes de 10 cm de longitud con tres yemas. Se realizó riego dos veces al día y durante la ejecución del experimento no se observaron presencia de plagas y enfermedades. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de esquejes enraizados, cantidad de raíces emitidas, longitud de las raíces emitidas.

Se realizó el análisis de varianza al 5% de probabilidad de error y las medias comparadas

por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Los diferentes sustratos evaluados han presentado un efecto significativo sobre el porcentaje de enraizamiento de esquejes de la rosa mosqueta

(Tabla 1). Se verificó que el sustrato con cascarilla de arroz tostada presentó un porcentaje de enraizamiento superior a los demás, con 84% esquejes enraizados. Con el sustrato que contiene estiércol vacuno se obtuvo 72%, no presentando diferencia significativa con la cascarilla y los demás sustratos estudiados (aserrín y mantillo + tierra agrícola), que han presentado 60% de enraizamiento, respectivamente.

Tabla 1. Porcentaje de enraizamiento, cantidad de raíces emitidas y longitud de raíces de esquejes de rosa mosqueta blanca (*Rosa moschata*) en diferentes sustratos. FCA, UNA, Caazapá. 2014.

Sustratos	Porcentaje de enraizamiento	Cantidad de raíces emitidas	Longitud de raíces (cm)
Estiércol Vacuno	72 ab	9	12,38
Cascarilla de arroz tostada	84 a	11	11,45
Aserrín	60 b	9	10,4
Mantillo	60 b	8	12,2
Test F 5%	*	ns	ns
Coefficiente de Variación (%)	14,61	16,30	14,20

^{a, b, c} Promedios seguidos por letras minúsculas diferentes en la misma columna, para la misma característica, difieren entre sí ($p < 0,05$) por el test de Tukey; ns= no significativo según ANAVA $p < 0,05$ y * Efecto significativo de tratamientos según análisis de varianza 0,05 de probabilidad de error.

La cantidad y la longitud de raíces emitidas por esqueje, no varió estadísticamente con respecto a los sustratos evaluados. Esto indica que con la utilización del mantillo, aserrín, estiércol vacuno y cascarilla de arroz se obtienen un promedio 9,25 raíces emitidas y 12,38 cm de longitud, respectivamente.

Los resultados muestran que la cascarilla de arroz tostada puede ser una alternativa válida para sustituir el estiércol vacuno, en vista que de que no presenta diferencia estadística entre sí sobre las variables evaluadas. Encontrar alternativas para sustituir este sustrato es importante ya que es altamente demandado actualmente y se han elevado los costos de adquisición. La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria de bajo costo.

En trabajos de investigación realizados con cascarilla de arroz tostada se han encontrado

resultados positivos que alientan su utilización como sustrato, así, en el trabajo realizado por López Acosta et al. (2008), el porcentaje de enraizamiento de uvilla (*Physalis peruviana* L.) con la cascarilla de arroz en proporción: arena: suelo: cascarilla (1:1:1) se ha obtenido un promedio general de 64%. Quintero et al. (2012), realizaron un trabajo sobre evaluación de sustratos alternativos en clavel, y mencionan que el sustrato cascarilla de arroz tostada constituye una alternativa sanitaria, de productividad y económicamente viable, aunque otros sustratos ofrezcan una mayor productividad.

Conclusión

La cascarilla de arroz tostada puede ser una alternativa válida para utilizar como sustrato para el enraizamiento de la rosa mosqueta.

Referencias bibliográficas

- Carmona, E. 2008. Establecimiento, multiplicación y enraizamiento in vitro de Rosa canina L (en línea). Tesis Lic. Agr. Valdivia, CL. Universidad Austral de Chile. 86 p. Consultado 12 set. 2013. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/faw445e/doc/faw445e.pdf> Finch, VA. 1986.
- López Acosta, F; Guio, N; Fischer, G; Lasprilla, D. 2008. Propagación de Uchuva (*Physalis peruviana*) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos (en línea). Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín 61(1):4347-4357. Consultado 20 oct. 2014. Disponible en <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sciarttext&pid=SO30428472008000100011>
- Quintero, M; Guzman, J; Valenzuela, J. 2012. Evaluación de sustratos alternativos para el cultivo de miniclavel (*Dianthus caryophyllus* L.) (en línea). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 6(1):76-87. Consultado 20 oct 2014. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v6n1/v6n1a08>
- USAID (Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el desarrollo Internacional). 2010. Plantas medicinales y aromáticas: una alternativa de producción comercial. Asunción, PY, USAID Paraguay. 60 p.

Caracterización de frutos y semillas de cinco portainjertos de cítricos

Carlos Roberto Wlosek Stañgret^{1*} y Marissa Beatriz Enciso Chamorro¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Filial Santa Rosa Misiones. Paraguay.

*Autor para correspondencia: cwlosek@hotmail.com

Introducción

Las mudas cítricas utilizadas para la implantación de cultivos, se logran a partir del injerto de variedades comerciales sobre los portainjertos, que habitualmente se propagan utilizando semillas botánicas y que por lo general presentan diferencias en cuanto a las características de propagación como ser alta variabilidad de individuos, tamaño de frutos, masa de frutos y semillas, número de semillas por fruto, semillas poliembriónicas entre otros, que pueden afectar la obtención de plantines aptos para el injerto. En el Paraguay son utilizados como portainjertos principalmente el limón “Rugoso”, lima “Rangpur”, limón “Volkameriano”, mandarina “Cleopatra”, citranges (“Troyer”, “C35”, “C84”, “Rubidox”) y citrumelo “Swingle” (Wlosek 2013).

El objetivo de esta investigación fue determinar las características de frutos y semillas de portainjertos cítricos relevantes en el país, para lograr una caracterización de su comportamiento en el proceso de producción de mudas cítricas bajo cubierta plástica.

Metodología

La investigación se realizó en el vivero de la sección Fruticultura de la Empresa Trociuk & Cía., en el distrito de Fram, Departamento de Itapúa, Paraguay; ubicado entre los paralelos 27°03' de latitud sur y 56°03' de longitud Oeste, con altitud de 164 msnm.

La investigación se desarrolló en el interior de estructuras con cubierta plástica y protegidas con mallas antiáfidos e insectos en las laterales, bajo un diseño experimental completamente al azar, con cinco tratamientos (T1: limón “Volkameriano”; T2: limón “Rugoso”; T3: lima “Rangpur”; T4:

citrange “Troyer” y T5; citrumelo “Swingle”) y cuatro repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales. Se evaluaron: masa de los frutos; número de semillas por fruto, masa de 100 semillas frescas y secas, porcentaje de germinación, porcentaje de semillas poliembriónicas, porcentaje de plántulas normales y anormales y el porcentaje de plantas aptas para el injertado.

El procedimiento fue llevado a cabo a partir del mes de agosto del año 2014 hasta el mes de enero del año 2015, iniciándose con la cosecha de los frutos de los diferentes portainjertos (plantas semilleros con trazabilidad), tomándose 30 frutos representativos por repetición para cada portainjerto, totalizando 600 frutos analizados. Se realizó el pesaje de los frutos con una balanza de precisión, posteriormente se procedió a la extracción de las semillas, para lo cual se cortaron los frutos con un cortaplumas, seguidamente se efectuó el lavado de semillas utilizando un tamiz bajo un flujo de agua corriente continuo, luego se procedió al conteo del número de semillas por fruto.

Seguidamente fueron separadas 100 semillas por tratamiento y repetición y, se procedió al pesaje inmediato de las mismas, obteniéndose la masa fresca y después de cinco días de secado a la sombra (apropiado para la conservación) se realizó nuevamente al pesaje, obteniendo de esa forma la masa seca de 100 semillas. Posteriormente, las semillas fueron almacenadas por 20 días en una heladera a 5°C. La siembra fue realizada a mediados del mes de septiembre utilizando recipientes tipo “tubete” en bandejas monoblock de 40 cavidades (90 cm³ cada tubete), dispuestos en forma colgante a 70 cm del suelo. A los 40 días de la siembra fueron evaluados por observación directa el porcentaje de germinación y el porcentaje de semillas poliembriónicas. A los 60 días de la siembra se

procedió a la evaluación del porcentaje de plantines normales y de plantines anormales (plantines con raíces malformadas, con daños mecánicos, con crecimiento desuniforme, etc) y una vez terminada la evaluación fueron trasplantados los plantines normales en macetas de 5 litros, cargados con sustrato comercial.

A los 120 días contados desde la siembra en los tubetes se procedió a cuantificar el número de plantas aptas para el injerto (características fenotípicas deseables, sanidad y diámetro del tallo (mínimo 4 mm a 15 cm del suelo).

Los resultados fueron procesados a través del análisis de varianza (ANAVA) y comparados los promedios con el test de Tukey al 5% de nivel de

significancia.

Resultados y discusión

La mayor masa de frutos presentó el limón “Volkameriano” (257 g) difiriendo estadísticamente de los demás portainjertos, mientras que la menor masa registraron los frutos del citrange “Troyer” (Tabla 1), con media de 121 g. Por otro lado, al evaluar la masa de 100 semillas se encontró que el citrange Troyer tanto en semillas frescas (42 g) como secas (23 g) presentó las mayores medias, difiriendo de los demás portainjertos, mientras que la menor masa se obtuvo en semillas de la lima “Rangpur” y el limón “Volkameriano”, por lo que estos valores están estrechamente relacionados con el número de semillas por kilogramo de las mismas.

Tabla 1. Masa de los frutos y de 100 semillas botánicas de cinco portainjertos de cítricos. Fram. Paraguay.

Portainjertos	Masa de frutos (g)	Masa fresca de 100 semillas (g)	Masa seca de 100 semillas (g)
Lima “Rangpur”	173 c	13 d	6 c
Limón “Rugoso”	205 b	21 bc	11 bc
Citrumelo “Swingle”	156 d	25 b	13 b
Citrango “Troyer”	121 e	42 a	23 a
Limón “Volkameriano”	257 a	15 c	7 c

Letras distintas en la columna representan diferencias significativas al 0,05% de probabilidad de error por la prueba de Tukey.

En cuanto al número de semillas botánicas por fruto (Tabla 2), la mayor media presentó los frutos del limón “Volkameriano”, seguido de los frutos del

citrumelo “Swingle”, mientras que los frutos de la lima “Rangpur” y citrange “Troyer” presentaron la menor media. En cuanto al porcentaje de semillas

Tabla 2. Número de semillas botánicas por fruto, porcentaje de germinación y porcentaje de semillas poliembriónicas en cinco portainjertos de cítricos. Fram. Paraguay.

Portainjertos	Nº de semillas por fruto	Porcentaje de germinación	Porcentaje de semillas poliembriónicas
Lima “Rangpur”	13 c	80 a	21 b
Limón “Rugoso”	24 b	65 a	47 ab
Citrumelo “Swingle”	25 ab	70 a	22 ab
Citrango “Troyer”	14 c	80 a	56 a
Limón “Volkameriano”	26 a	66 a	34 ab

Letras distintas en la columna representan diferencias significativas al 0,05% de probabilidad de error por la prueba de Tukey

poliembriónicas, el citrange “Troyer” registró la mayor media (56%), difiriendo de la lima “Rangpur”, que presentó la menor media (21%).

Para el porcentaje de germinación de las semillas (Tabla 2), no se registraron diferencias significativas entre los portainjertos, con medias entre 65 y 80%, observándose una tendencia de mejor germinación en las semillas de la lima “Rangpur” (80%) y el citrange Troyer (80%).

Al comparar el porcentaje de plántulas normales y anormales (Tabla 3), los portainjertos de descendencia trifoliada (citrumelo Swingle y citrange Troyer) presentaron mayor porcentaje de plántulas normales y menor porcentaje de plántulas anormales, a su vez el limón “Volkameriano” proporcionó el mayor porcentaje de plántulas anormales (52%). En cuanto a las plantas aptas para el injertado, el citrange “Troyer” presentó el mayor

porcentaje (56%), sin diferir estadísticamente del limón “Rugoso” (44%), a su vez, las menores medias para esta variable se obtuvieron en la lima “Rangpur”, limón “Volkameriano” y citrumelo “Swingle”, con medias entre 36 a 42%, respectivamente.

Los resultados obtenidos con los frutos y semillas del portainjerto citrange “Troyer” coinciden con Andrade et al. (2003), quienes mencionan que la masa del fruto de los portainjertos se correlacionan negativamente con el número de embriones por semilla, lo que significa que a mayor masa de fruto se tiene semillas con menos embriones.

Sin embargo, no coinciden con los resultados obtenidos con los frutos y semillas del portainjerto lima “Rangpur”, donde sus frutos y semillas presentaron la menor masa y el menor porcentaje de semillas poliembriónicas, a su vez sus frutos

Tabla 3. Porcentaje de plántulas normales, anormales y plantas aptas para el injertado de cinco portainjertos de cítricos. Fram. Paraguay.

Portainjerto	Porcentaje de plántulas normales	Porcentaje de plántulas anormales	Porcentaje de plantas aptas para el injertado
Lima “Rangpur”	61 ab	39 ab	36 b
Limón “Rugoso”	50 ab	50 ab	44 ab
Citrumelo “Swingle”	62 a	38 b	42 b
Citrango “Troyer”	62 a	38 b	56 a
Limón “Volkameriano”	48 b	52 a	41 b

Letras distintas en la columna representan diferencias significativas al 0,05% de probabilidad de error por la prueba de Tukey

presentaron el menor número semillas y reportó el menor porcentaje de plantas aptas para el injertado.

En cuanto a los portainjertos limón “Rugoso” y citrumelo “Swingle”, éstos no difirieron con los demás portainjertos en cuanto a porcentaje de germinación, número de semillas poliembriónicas y plantas aptas para el injertado. Los datos obtenidos en esta investigación permiten tener informaciones más precisas sobre el comportamiento de estos portainjertos en el proceso de obtención de mudas cítricas en el Paraguay.

Conclusiones

El limón “Volkameriano” presentó mayor masa de frutos, número de semillas por fruto, porcentaje de plántulas anormales y el menor porcentaje de plantas aptas para el injerto. El citrange “Troyer” proporcionó frutos de menor masa y número de semillas por fruto, la mayor masa de 100 semillas, porcentaje de plántulas normales, de semillas poliembriónicas y de plantas aptas para el injertado. Se sugiere seguir con las investigaciones por un periodo más prolongado con varios ciclos de producción para obtener datos más acabados.

Referencias bibliográficas

Andrade, M; Villegas Monter, A; García Velázquez, A. 2003. Características morfológicas del fruto y poliembrionía de tres portainjertos de cítricos. Revista Chapingo Serie Horticultura 9(2): 255-263.

Wlosek, CR. 2013. Principales variedades de naranjas en el Paraguay. Encarnación, Paraguay, Centro Gráfico. 60 p.

Producción de mudas de batata en bandejas

Cipriano Ramón Enciso-Garay^{1*}, Elena Karabia¹, Cesar A. Caballero¹,
Victoria Rossmary Santacruz Oviedo¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: cipriano.enciso@gmail.com

Introducción

La propagación de la batata (*Ipomoea batatas* L.) se realiza por la plantación de órganos vegetativos como la raíz brotada y ramas obtenidas de cultivos comerciales o de viveros. En la propagación por estacas, una parte del tallo, de la raíz o de la hoja se separa de la planta madre, se coloca bajo condiciones ambientales favorables y se le induce a formar raíces y tallos, produciéndose así una nueva planta independiente, que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta de la cual procede (Brune et al. 2005).

Actualmente se recomienda la producción de mudas en viveros para su posterior trasplante al lugar definitivo, debido a la obtención de materiales de mejor calidad para la plantación (Filgueira 2013). En ese sentido es necesario realizar investigaciones sobre el número de yemas que deben tener las estacas a ser enraizadas en el vivero, de tal forma que los resultados obtenidos puedan ser posteriormente difundidos entre los productores de este rubro.

La producción de mudas en vivero tiene la ventaja de obtener plantas más uniformes e idénticas a la planta madre y posibilitan la obtención de mudas si existe escasez de ramas semillas. Este trabajo busca aportar mayor información científica acerca del número de yemas por estacas a utilizar en el enraizamiento en bandejas para la producción de mudas de batata.

Metodología

El trabajo se llevó a cabo entre los meses de setiembre y noviembre de 2015 en el invernadero de producción de mudas del Centro Hortícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad

Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay. Las coordenadas geográficas del lugar son de 25° 21' latitud sur, 57° 27' longitud oeste y 125 msnm.

Los tratamientos fueron constituidos por la combinación de dos variedades de batata (Pytã y Morotí) con dos, tres, cuatro y cinco yemas por estaca, totalizando ocho tratamientos. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, siendo la parcela principal las variedades y las sub parcelas el número de yemas por estaca. Cada unidad experimental estuvo constituida por una bandeja de plástico de 30 celdas cada una, totalizando 24 bandejas y 720 estacas.

Se utilizó sustrato comercial y las bandejas poseen celdas de 4 cm de altura, 4 cm de ancho y 5 cm de profundidad. Se utilizaron las yemas de la parte media de las ramas y se dejó una hoja por estaca.

La evaluación se realizó a los 45 días después de la plantación, considerándose las siguientes variables: porcentaje de enraizamiento (%), longitud de las raíces (cm), número de hojas brotadas por estaca y masa seca de raíces (g).

Los datos fueron analizados a través del análisis de varianza (ANAVA) y en caso de diferencias significativas se aplicó la comparación de medias por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. Se utilizó el programa informático Infostat® versión 2013 (Di Rienzo et al. 2013).

Resultados y discusión

El análisis de varianza aplicado a los datos de longitud de raíces, número de hojas por estacas brotadas y masa seca de raíces, obtenidos en el

experimento, detectó interacción significativa en función al número de nudos por estacas y las variedades evaluadas ($P \leq 0,05$). El porcentaje de enraizamiento solo presentó diferencias estadísticas entre variedades (Tabla 1 y 2).

Para el porcentaje de enraizamiento de las estacas (Tabla 1) se observó que la variedad Moroti (99,55%) fue estadísticamente superior a Pytã (88,66%). Rós-Golla et al. (2010) encontraron en variedades de batata (Uruguaina y Canadiense)

Tabla 1. Porcentaje de enraizamiento de dos variedades de batata con diferentes números de nudos por estaca. FCA/UNA. San Lorenzo 2015.

Variedades	Enraizamiento (%)
Pytã	88,66 B
Morotí	99,55 A
Número de nudos	
2 nudos	84,67 a
3 nudos	95,00 a
4 nudos	99,50 a
5 nudos	97,16 a
F. cal. Variedades (V): 30,90 *	CV: 5,07 %
F. cal. N° de nudos (N): 2,24 ^{ns}	CV: 11,37%
Interacción VxN: 2,04 ^{ns}	

^{ns}= no significativo al 5% de probabilidad de error. **Significativo al 5% de probabilidad de error por la prueba F. Letras minúsculas iguales en las filas y mayúsculas iguales en las columnas no difieren entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, CV: Coeficiente de variación.

porcentaje de enraizamiento en bandejas superiores al 97%, valores similares a las obtenidas en este trabajo con la variedad Moroti. Considerando el número de nudos, las medias oscilaron entre 84,67% (dos nudos) y 99,50% (cuatro nudos), sin que existan diferencias estadísticas.

La interacción entre número de nudos por estaca y variedades (Tabla 2) fue significativa, verificándose que la variedad Pytã presentó la mayor longitud de raíces con estacas de tres nudos, mientras que la variedad Morotí con estacas de tres y cuatro nudos. Estos resultados difieren de Hernández et al. (2005), quienes señalan que la mayor longitud de raíces adventicias producidas en estacas de mayor tamaño puede explicarse por el mayor contenido de materiales de reserva disponibles para el crecimiento de las raíces. Al comparar las variedades entre sí, se encontró que Pytã para todos los números de nudos por estaca evaluados fue superior a Moroti. Las elevadas longitudes obtenidas con las variedades Pytã (51,62 cm) y Moroti (37,20 cm) también pueden estar relacionadas con el número de días que permanecieron las estacas en las bandejas, que fueron de 45 días. En general para cultivos hortícolas

producidos en bandejas se realizan trasplantes con 30-35 días de edad de mudas (Rós et al. 2011, Oviedo y Minami 2011, Seabra et al. 2004).

Para el número de hojas brotadas por estacas, la interacción entre variedades y número de nudos por estaca fue significativa. La variedad Pytã utilizando estacas con cinco nudos presentó el mayor número de hojas brotadas por estaca (6,45), difiriendo de las estacas con cuatro nudos, pero estadísticamente similar a las estacas de dos y tres nudos.

Para la variedad Morotí el tratamiento con tres nudos presentó la mayor media (6,79), siendo superior a los demás tratamientos; mientras que el tratamiento con cuatro y cinco nudos fueron similares estadísticamente.

Los resultados demuestran que el número de nudos influye en la cantidad de hojas (Tabla 2). El aumento en la cantidad de hojas estaría relacionado con el desarrollo radicular, ya que un buen crecimiento de las raíces hace que la parte aérea de la planta tenga mayor actividad (Hernández et al. 2005). Según Álvarez et al. (2007), un buen crecimiento de las

Tabla 2. Longitud de raíces, número de hojas brotadas, y masa seca de raíces (cm) de dos variedades de batata enraizadas en bandejas.

Variedades	Longitud de raíces (cm)			
	Número de nudos			
	2	3	4	5
Pytã	38,24 b A	51,62 a A	42,60 b A	41,05 b A
Morotí	30,08 b B	36,33 a B	37,20 a B	29,61 b B
F. cal. Variedades (V)	60,60 *	CV (%)		8,27%
F.cal. N° de nudos (N)	31,71 **	CV (%)		5,10%
Interacción (VxN)			7,13 **	
Número de hojas brotadas				
Pytã	6,12 ab A	6,04 ab B	5,30 b A	6,45 a A
Morotí	3,74 c B	6,79 a A	5,62 b A	4,71 b B
Fcal. Variedades (V):	17,19 ^{ns}	CV (%):	8,04%	
Fcal. N° de nudos (N):	14,19 **	CV (%):	7,12%	
Interacción (VxN):	22,11 **			
Masa seca de raíces (gramos)				
Pytã	5,88 b A	6,99 ab A	6,88 ab A	7,83 a A
Morotí	4,29 b B	7,95 a A	7,33 a A	5,02 b B
F. cal. Variedades (V)	23,16*	CV (%):	5,84	
F.cal. N° de nudos (N)	14,87 **	CV (%):	10,24	
Interacción (VxN)	10,41 **			

^{ns}= no significativo al 5% de probabilidad de error. **Significativo al 5% de probabilidad de error por la prueba F. Letras minúsculas iguales en las filas y mayúsculas iguales en las columnas no difieren entre si por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, CV: Coeficiente de variación.

raíces hace que la parte aérea de la planta tenga una mayor actividad, pues incrementa la producción de esqueletos de carbono y de ATP importantes para la formación de proteínas, almidón, sacarosa, ácidos nucleicos y lípidos.

El contenido de masa seca en las raíces (Tabla 2) fue afectado por el número de nudos en las variedades evaluadas. La variedad Pytã con cinco nudos presentó la mayor media (7,83 g), difiriendo de las estacas con dos nudos. Moroti generó la mayor masa seca con estacas de tres nudos (7,95 g), sin diferir de las estacas con cuatro nudos, pero superior a los demás tratamientos, lo cual indica que el material vegetativo (estacas) con dos nudos, acumulan menor cantidad de materia seca en las raíces.

En trabajos realizados por Hartmann y Kester (1992), han puesto de manifiesto que las estacas con buen desarrollo, favorecen la emisión de raíces y formación de hojas. Rós et al. (2011) concluyen que es factible la producción de mudas de batata mediante el uso de mini estacas en bandejas.

Conclusión

El número de nudos no afecta el porcentaje de enraizamiento, y a los efectos de ahorrar material vegetativo es conveniente el uso de estacas con dos nudos para la producción de mudas de batata en bandejas. Con relación a las variedades evaluadas, Morotí presenta mayor porcentaje de enraizamiento. Para futuros trabajos se recomienda realizar las evaluaciones con tiempos menores a 45 días para el trasplante a campo.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, J; Rodríguez, S; Chacon, E. 2007. Efectos de diferentes tamaños de esquejes y sustratos en la propagación del romero (*Rosmarinus officinalis* L.). *Agronomía Colombiana* 25(2):224-230.
- Brune, S; Silva, JBC da; Freitas, RA. 2005. *Novas técnicas de multiplicação de ramas de batata-doce*. Brasília. BR, Embrapa Hortaliças. 8 p. (Circular Técnica 39).

- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2013. Info Stat versión 2013. Argentina, Universidad Nacional de Córdoba, FCA, Grupo InfoStat.
- Filgueira, FAR. 2003. Manual de olericultura. São Paulo, BR. Ceres v. 2. 375 p.
- Hartmann, H; Kester, D. 1992. Propagación de plantas: principios y prácticas. México, CEC. SA. 759 p.
- Hernández, J; Aramendiz, H; Cardona, C. 2005. Influencia del ácido indolbutírico y ácido naftalenoacético sobre el enraizamiento de esquejes de caña flecha (*Gynerium sagittatum* Aubl.). Temas Agrarios 10(1):5-13.
- Oviedo, VRS; Minami, K. 2011. Producción de tomate tipo italiano en función del volumen de la celda y de la edad de las mudas. Bragantia 71(1):21-27.
- Rós, AB; Montes SMN; Narita, N; Tavares, FJ. 2011. Viabilidade técnica da produção de mudas de batata-doce em bandejas. Ciências Agrárias 32(4):1423-1428.
- Rós-Golla, A; Silva Hirata, AC; Araújo, HS de; Santos, VB dos; Narita, N. 2010. Multiplicação de material vegetativo de batata-doce em diferentes bandejas e produção de raízes. Apta Regional, Campinas, mar. 2010.
- Seabra, JS; Gadun, J; Cardoso, AII. 2004. Produção de pepino em função da idade de mudas produzidas em recipientes com diferentes volumes de substrato. Horticultura Brasileira 22:610-613.

Evaluación agronómica de genotipos de batata

César Arnaldo Caballero Mendoza^{1*}, Cipriano Ramon Enciso Garay¹,
Lurde del Rosario Escobar Estigarribía¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay.

*Correo electrónico: ceacaballero@gmail.com

Introducción

A nivel mundial la batata (*Ipomoea batatas*) es el octavo cultivo más importante del mundo después del trigo, arroz, papa, tomate, maíz, yuca y banana (CIP 2015). Su cultivo es muy importante, por las grandes posibilidades que tiene como alimento humano, animal y como materia prima en los procesos industriales.

En el Paraguay es un rubro de autoconsumo y de renta familiar, la producción se destina principalmente para el consumo humano, además como forraje en la alimentación animal. Se cultiva en todos los departamentos del país y en el año agrícola 2014/15, el MAG/DCEA (2015), estimó una superficie de siembra 4.858 ha, con rendimiento promedio de 9.918 kg ha⁻¹ y un volumen total de producción de 48.183 t.

En el país, existen un gran número de genotipos de batata cultivadas por los productores que utilizan sus propias semillas para la plantación, generalmente aplican tecnologías tradicionales y los rendimientos son bajos, razón por la cual para mejorar los rendimientos es necesaria la utilización de técnicas mejoradas y variedades más productivas.

Por lo expuesto precedentemente, considerando la importancia de este rubro y la escasa información científica sobre la evaluación agronómica de genotipos de batata en el país, fue desarrollada esta investigación con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo de diez clones.

Metodología

El experimento fue realizado durante los meses

de noviembre de 2014 a julio de 2015, en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA, UNA), ubicado a una altitud de 125 m, 25°27' latitud sur y 57°27' longitud oeste. El suelo está clasificado como "Rhodic paleudult" y del orden Ultisol. Fueron evaluados diez genotipos entre los cuales se encuentran las variedades Morotí, Taiwanes, Morado, Pytá, Sa'yju, Morotí Guazú, Boli y los híbridos Ib 023, Ib 011, Ib 019.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, con tres repeticiones y cada unidad experimental estuvo constituida por 4 hileras de 3 m. El suelo fue preparado en forma convencional, la primera arada y rastreada se efectuó en el mes de agosto y la construcción de los camellones se realizó una semana antes de la plantación que fue en la primera quincena de octubre.

El espaciamiento utilizado fue de 1,00 m entre hileras y 0,30 m entre plantas. Para la plantación se utilizaron estacas terminales con seis nudos. La fertilización química se realizó en base al análisis del suelo, 30 días después de la plantación con la formulación 40-80-60 (N-P-K) a razón de 28 g m⁻¹ y el control de malezas se efectuó mediante carpidas manuales. La cosecha de todos los genotipos se realizó 150 días después de la plantación y para las evaluaciones se utilizaron 18 plantas de las hileras centrales.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento de raíces comerciales, rendimiento de raíces no comerciales y rendimiento total, como así también número de raíces comerciales, no comerciales y totales por planta. Se consideró como raíces comerciales aquellas con masa superior a 40 g.

Los datos fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de varianza y cuando se detectaron diferencias significativas se aplicó la comparación de medias por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. Los datos fueron procesados con el programa estadístico Infostat® versión 2013.

Resultados y discusión

Los genotipos en estudio presentan diferencias significativas en cuanto al rendimiento de raíces comerciales, no comerciales y totales (Tabla 1).

Morotí presentó el mayor rendimiento de raíces comerciales con 56.555 kg ha⁻¹, sin diferir de Ib 019 con 49.889 kg ha⁻¹, pero superior a los demás genotipos evaluados. La variedad Morotí guazú registró el menor rendimiento con 15.499 kg ha⁻¹. El hecho de encontrar diferencias estadísticas en el rendimiento de raíces comerciales entre los variedades evaluadas coincide con lo reportado por Andrade et al. (2012), quienes también encontraron diferencias significativas en el rendimiento de raíces comerciales, evaluando las características productivas y cualitativas de ramas y raíces de batata, obtuvieron rendimiento entre 8,00 y 29,5 t ha⁻¹, valor inferior a lo

obtenido en el presente trabajo. En cambio para las raíces no comerciales, Sa'yju proporcionó la mayor media, con 9.000 kg ha⁻¹, difiriendo de Morotí, Pyta, Taiwanes, Moroti Guazú, IB 011 e IB 019. El genotipo Ib 011, con 2.574 kg ha⁻¹, presentó el menor rendimiento de raíces no comerciales. En evaluaciones realizadas por Riquelme (2012) con cinco variedades de batata, no encontró diferencias significativas en el rendimiento de raíces no comerciales, resultados que no coinciden con los datos obtenidos en este experimento.

Respecto al rendimiento total de raíces, se observó que Moroti presentó la mayor media con 61.611 kg ha⁻¹, siendo superior estadísticamente a los demás, a excepción de Ib 019 que tuvo una media de 53.444 kg ha⁻¹. Moroti guazú con 20.177 kg ha⁻¹, fue la menos productiva. Estos resultados concuerdan con lo expresado por Tique et al (2009), quien encontró diferencias significativas estadísticamente en el rendimiento de total de 10 clones promisorios del Centro Internacional de la papa (CIP) y dos materiales nativos realizado en Tolima, Colombia, encontrando rendimiento total entre 30.000 a 35.000 kg ha⁻¹, valores inferiores a los obtenidos en este experimento. Andrade et al (2012), también encontraron

Tabla 1. Rendimiento promedio de raíces comerciales, no comerciales y totales de diez clones de batata, expresado en kg ha⁻¹. FCA, UNA, San Lorenzo, Paraguay, 2015.

Genotipos	Rendimiento de raíces (kg ha ⁻¹)		
	Comercial	No Comercial	Total
Morotí	56.555 a*	5.056 b c d e*	61.611 a*
Pytâ	31.889 c d	3.000 e	34.889 c d e
Morado	20.000 d e	6.444 a b c	26.444 d e
Sa'yju	28.667 c d e	9.000 a	37.667 c d
Taiwanes	31.778 c d	5.888 b c d	37.666 c d
Morotí guazú	15.499 e	4.778 c d e	20.277 e
Bolí	30.611 c d e	7.666 a b	38.277 b c d
Ib 023	36.000 b c	7.666 a b	43.666 b c
Ib 011	22.907 c d e	2.574 e	25.481 d e
Ib 019	49.889 a b	3.555 d e	53.444 a b
C V (%)	16,84	17,58	13,87

*Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad. CV: Coeficiente de variación.

diferencias significativas en las características productivas y cualitativas de raíces de batata, con rendimientos total entre 8,0 y 29,5 t ha⁻¹, que son inferiores al obtenido en el presente trabajo.

Para el número de raíces comerciales por planta (Tabla 2), el híbrido Ib 019 obtuvo la mayor media (4,10), diferenciando de los demás materiales, que a su vez no fueron diferentes entre sí. En cuando al número de raíces no comerciales por

planta, Morado presentó la mayor media (3,3), sin diferir estadísticamente de Sa'yju, pero superior a los demás. La menor media para esta variable generó la variedad Pytá (1,0). Estos resultados concuerdan con Riquelme (2012), que en el experimento realizado con cinco variedades de batata en el Departamento de Paraguari, encontró diferencias significativas, con medias entre 2,16 a 4,33 raíces comerciales y 1,16 a 3,5 raíces no comerciales por planta.

Tabla 2. Número promedio de raíces comerciales, no comerciales y totales por planta de diez clones de batata. FCA, UNA, San Lorenzo, Paraguay, 2015.

Genotipos	Número de raíces por planta		
	Comerciales	No Comerciales	Totales
Morotí	2,33* b	1,23 c d*	3,57 b c*
Pytá	1,63 b c	1,00 d	2,63 c
Morado	2,10 b c	3,33 a	5,43 a
Sa'yju	2,03 b c	2,97 a b	5,00 a b
Taiwanes	2,17 b c	2,07 b c	4,23 b c
Morotí guazú	1,17 c	1,33 c d	2,50 c
Bolí	2,60 b	1,83 c d	4,43 a b
Ib 023	1,83 b c	1,33 c d	2,67 c
Ib 011	2,37 b	1,23 c d	3,60 b c
Ib 019	4,10 a	1,77 c d	5,87 a
C V (%)	17,06	18,72	14,92

*Medias seguidas por la misma letra en columnas no difiere entre sí por el Test de Tukey al 5% de probabilidad. CV: Coeficiente de variación.

En referencia al número total de raíces por planta se puede observar en la Tabla 2, el híbrido Ib 019 presentó mayor media, con 5,87 raíces por planta, sin diferir de Morado (5,43), Sa'yju (5,0) y Boli (4,43), pero superior a los demás. Este resultado coincide con Matamoros et al. (2014), quienes en las evaluaciones realizadas con 13 genotipos de batata obtuvieron diferencias significativas para esta variable, encontrando valores entre 1,45 a 6,13 raíces por planta.

Conclusión

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten concluir que:

- La variedad Moroti y el híbrido Ib 019 presentaron los mayores rendimiento de raíces comerciales y totales, razón por la cual son recomendados para su cultivo en la zona central del país.

Referencias bibliográficas

- Andrade, V; Viana, D; Pinto, N; Ribeiro, K; Pereira, R; Neiva, I; Azevedo, A; Andrade, P. 2012. Características produtivas e qualitativas de ramas e raíces de batata-doce. Horticultura Brasileira 30:584-589.
- CIP (Centro Internacional de la papa, PE). 2015.

Programas de investigación, camote, cifras y datos del camote (en línea). Lima, Peru, CIP. Consultado 20 dic. 2015. Disponible en <http://cipotato.org/es/programas-de-investigacion/camote/datosycifrasdelcamote/>

MAG/DCEA (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY); DCEA (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias). 2015. Síntesis estadísticas: producción agropecuaria 2014/2015. San Lorenzo, PY, DCEA/MAG. 46 p.

Matamoros, R; Angulo, A; Esker, P; Alpízar, L. 2014. Evaluación agronómica de trece genotipos de camote. (*Ipomoea batatas* L.). *Agronomía Costarricense* 38(2):67-81.

Riquelme, P. 2012. Comportamiento agronómico de cinco variedades de batata (*Ipomoea batatas* L.) en el Distrito de Carapeguá. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, FCA UNA. 29 p.

Tique, J; Chavez, B; Zurita, J. 2009. Evaluación agronómica de diez clones promisorios CIP y dos materiales nativos de *Ipomoea batatas* L. (en línea). *Agronomía Colombiana* 27(2). Consultado 15 jun. 2015. Disponible en <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/11124/37751>

Producción de manzanilla (*Matricaria recutita* L.) con fertilización orgánica

Wilfrido Daniel Lugo Pereira^{1*}, Modesto Osmar Da Silva Oviedo¹, Derlys Fernando López Ávalos¹, Amilcar Servin Niz¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay.

*Autor para correspondencia: wdlugo.26@hotmail.com

Introducción

Las plantas pertenecientes a la familia de las Asteraceae han demostrado diferentes actividades biológicas, y han sido utilizadas para propósitos medicinales por diferentes comunidades en el mundo. La *Matricaria recutita* L., conocida popularmente como “manzanilla”, ha sido utilizada como planta medicinal desde hace siglos por sus propiedades relajantes, sedantes, antiespasmolíticas, antiinflamatorias, cicatrizantes, y digestivas, entre otras (McKay y Blumberg 2006).

La manzanilla ocupa el primer lugar entre las exportaciones de plantas aromáticas y medicinales y el segundo lugar, después de la esencia de limón entre las exportaciones de productos aromáticos en el mundo (Curioni 1995).

La fertilización orgánica además de disminuir la contaminación ambiental permite ofertar a la industria farmacéutica plantas medicinales más inocuas para el uso terapéutico. Las nuevas tecnologías deberán necesariamente considerar la sostenibilidad de los sistemas de producción (Solbrig 1997).

Los fertilizantes orgánicos ejercen un efecto multilateral sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, cuando se utilizan correctamente, elevan de manera adecuada la cosecha de los cultivos agrícolas (Romera y Guerrero, citado por Vázquez Vázquez et al. 2015).

La agricultura orgánica en nuestro país es un sistema de producción con una alta utilización de mano de obra y con un mercado potencial aun sin explotar.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de manzanilla (*Matricaria recutita* L.) bajo los efectos de fertilización orgánica, en el campus de la FCA-UNC.

Metodología

El tipo de estudio es experimental con tratamientos cuantitativos. El experimento fue realizado en el vivero de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción en el Departamento de Concepción, circunscrita en las coordenadas geográficas 23° 24' 33.1" de latitud sur y 57° 24' 48.2" de longitud oeste con altura de 200 msnm.

El suelo de la zona taxonómicamente pertenece al Orden Alfisol (López et al. 1995); se extrajo una muestra para el análisis correspondiente detectándose las siguientes características físicas y químicas: pH agua= 5,53; M.O. dag.kg⁻¹=1,19; Al³⁺ cmol⁺ kg⁻¹ = 00; P mg kg⁻¹ =29,52; K cmol⁺ kg⁻¹ = 0,19; Ca K cmol⁺ kg⁻¹ = 3,74; Mg K cmol⁺ kg⁻¹ = 0,65; S mg kg⁻¹=12,66; Fe mg kg⁻¹= 79,97; Cu mg. Kg⁻¹= 0,32; Zn mg. Kg⁻¹= 2,76; B mg. Kg⁻¹= 0,22; mg. Kg⁻¹= Mn mg. Kg⁻¹= 4,00; Tex= 17,00 % arcillosa. Las condiciones climáticas mensuales durante el experimento fueron: temperatura media 33,25°C, humedad relativa del aire media 81,25 % y una precipitación media de 52,5 mm, según (Agroclimate de FECOPROD 2015).

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales.

La preparación del suelo consistió en la remoción del suelo y construcción de tabloncitos de 1 metro de

ancho y 3 metros de largo con 30 cm de altura. Los tratamientos fueron: T₁, testigo, sin aplicación de fertilizante; los tratamientos T₂, T₃ y T₄, recibieron 20, 30, y 40 t ha⁻¹ respectivamente del fertilizante orgánico (estiércol bovino curado). La aplicación del mismo se realizó una semana antes de la siembra, el 05 de junio del 2015, en forma superficial, por lo que fue necesario pasar un rastrillo livianamente, con el fin de lograr un mayor contacto de la semilla con el suelo. Luego se instaló el sistema de riego por aspersión, realizando la aplicación según los requerimientos hídricos del cultivo. El manejo de las malezas se realizó en forma manual, es decir, arrancando las malezas que aparecían dentro del cultivo. No hubo apariciones de enfermedades durante el ciclo del cultivo.

A los 111 días después de la siembra se realizó la cosecha de las flores. Fueron consideradas como parcela útil 2x1 metros de cada UE utilizando para ello un cuadro de evaluación

de 2 m². El rendimiento de la biomasa seca de flores producidas se expresa en Kg ha⁻¹. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANAVA) y las medias comparadas mediante el test de Tukey a 5% de probabilidad de error. Para el efecto se utilizó el paquete estadístico ASISTAT.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se presentan los resultados de rendimiento de los diferentes tratamientos así como la comparación de las medias. Se puede verificar que existen diferencias estadísticas altamente significativas; el T1 obtuvo el menor valor en media, con un rendimiento de 193,64 kg ha⁻¹ de biomasa seca de flores de manzanilla, mientras el tratamiento que presentó el mayor valor fue el T4, con un rendimiento de 297 kg ha⁻¹. Los T₁, T₂ y T₃ alcanzaron rendimientos estadísticamente similares entre sí.

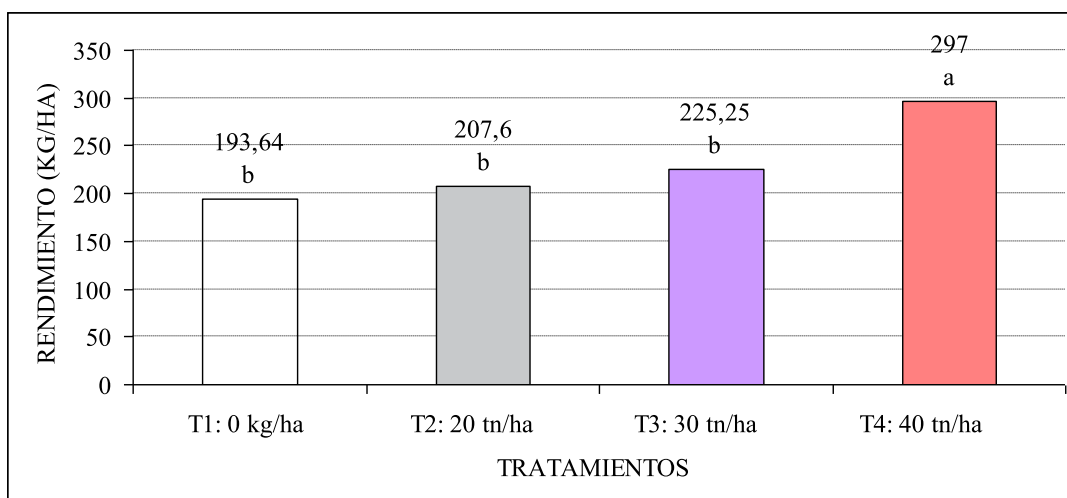


Figura 1. Rendimiento de manzanilla con fertilización orgánica. Concepción, Paraguay, 2015.

Agronómicamente se obtuvieron buenos rendimientos con los tratamientos aplicados, observándose que aumentaron en forma creciente la producción. La utilización del estiércol bovino en la producción agrícola es fundamental, ya que es de fácil adquisición para los pequeños productores. El cultivo de la manzanilla bajo estas condiciones es factible económicamente ya que el fertilizante utilizado no se compra.

Juárez (2010), indica que la fertilización mineral promueve el desarrollo en altura y biomasa (peso fresco y seco) en *Matricaria recutita* L.; en este trabajo de investigación la utilización de fertilizantes orgánicos también promovió la producción de la misma especie.

Figueredo et al. (2005), trabajando en la producción de flores de manzanilla con

fertilización orgánica (humus de lombriz y compost vegetal) obtuvieron 264,8 kg ha⁻¹ de peso seco con 20 t ha⁻¹ de humus de lombriz, siendo este resultado inferior a lo que se obtuvo en este trabajo, sin embargo, se utilizó dosis más alta de estiércol bovino. Entre las acciones que deben considerarse para salvaguardar los suelos agrícolas y prevenir su degradación, está la aplicación de abonos orgánicos que tiene una importancia capital, ya que la materia orgánica y particularmente el estiércol bovino es el sostén básico para el suelo y el ambiente.

En la Figura 2, se presenta el análisis de regresión efectuado, en donde se detectó el efecto lineal creciente de estiércol bovino sobre la biomasa seca de flores de manzanilla. La relación entre las dosis de estiércol y la biomasa seca de flores sigue un modelo de ecuación es = $ax + b$; es decir, que presenta un crecimiento lineal positivo y que a medida que aumentan los valores en el eje X, aumentan también los valores del eje Y en forma creciente. La ecuación de regresión correspondiente es $y = 2,2983x + 179,16$, es decir, por cada kilogramo de estiércol aplicado existe una ganancia de biomasa seca de 2,2983 kg ha⁻¹.

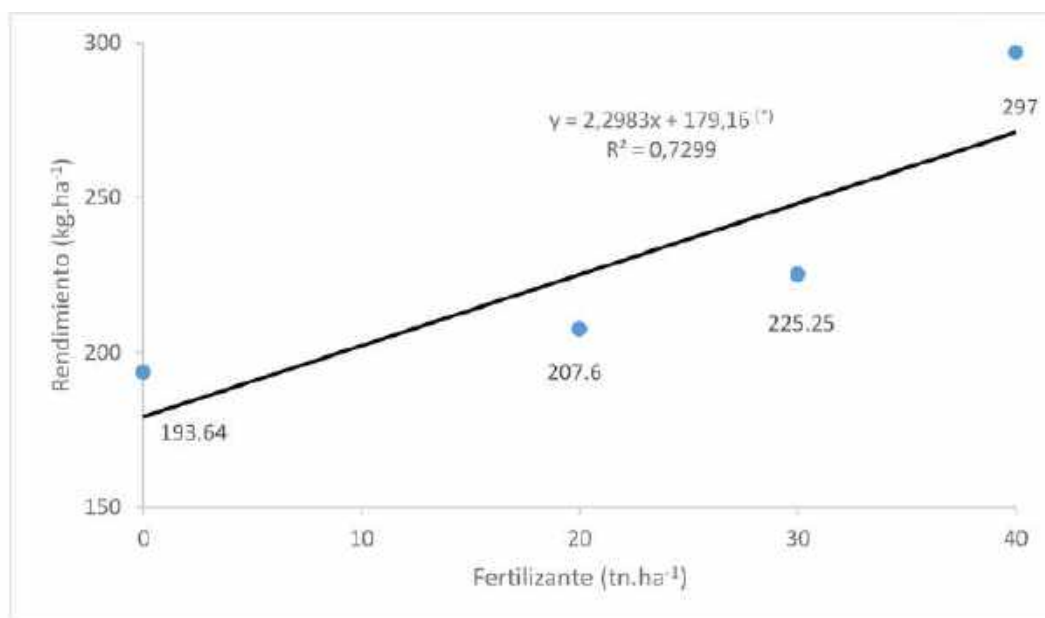


Figura 2. Curvas ajustada del rendimiento de manzanilla con fertilización orgánica. Concepción 2015.

Conclusiones

La producción de biomasa seca de manzanilla mostró una correlación positiva con diferentes dosis de fertilizante orgánico. La dosis de 40 t ha⁻¹ de estiércol bovino curado posibilitó la obtención de 297 kg ha⁻¹ de masa seca de flores de manzanilla, siendo esta dosis la recomendada para la zona de Concepción.

Referencias bibliográficas

- FERCOPROD (Confederación de Cooperativas de Producción LTDA). 2015. Agroclimate Fecoprod (en línea, sitio web). Consultado 5 mar. 2017. Disponible en http://fecoprod.agroclimate.org/?page_id=133
- Curioni, A; O. Arizio; García, M. 1995. Economía, producción y manejo de plantas aromáticas y medicinales: la manzanilla común (*Matricaria recutita* (L.) Rauschert. Argentina, Universidad Nacional de Luján. 18 p.

- Figueredo, MM; González, H; Gálvez, RR; Amita, RM. 2005. Efectos del compost vegetal y humus de lombriz en la producción sostenible de capítulos florales en *Calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. (en línea). Revista Cubana de Plantas Medicinales 10(1):0-0. Consultado 5 mar. 2017. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962005000100008&lng=es&nrm=iso
- Juárez, CR. 2010. Fertilización orgánica e inorgánica en la producción y calidad de aceites esenciales en manzanilla, menta y tomillo. Tesis de Doctorado. Montecillo, México, Colegio de Postgraduados. 107 p.
- McKay, DL; Blumberg, JB. 2006. A review of the bioactivity and potential health benefits of chamomile tea (*Matricaria recutita* L.). *Phytotherapy Research*, 20(7):519- 530.
- López, OE; González, E; De Llamas, PA; Molinas, AS; Franco, ES; García, S; Ríos, E. 1995. Reconocimientos de suelos y capacidad de uso de las tierras: Región Oriental Paraguay. Asunción, PY, MAG/Dirección de Ordenamiento Ambiental, Proyecto de Racionalización de Uso de la Tierra. (Convenio 3445. P. A-Banco Mundial). 28 p.
- Solbrig, O. 1997. Sembrado del futuro: como desarrollar una agricultura para conservar la tierra y la comunidad. 50 Congreso Nacional de AAPRESID. Mar del Plata. 235 p.
- Vázquez Vázquez, P; García López, MZ.; Navarro Cortez, MC.; García Hernández, D. 2015. Efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*lycopersicon esculentum* mill.) en invernadero. *Revista Mexicana de Agronegocios* 19(36):1351-1366.

Calidad de frutos de tomate del grupo Santa Cruz bajo condiciones de invernadero

Cipriano Ramón Enciso Garay^{1*}, Diana Danisse Flor Reyes¹, Victoria Rossmory Santacruz Oviedo¹, César A. Caballero¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay

*Autor para correspondencia: cipriano.enciso@gmail.com

Introducción

El tomate, *Solanum lycopersicum* L., es una de las hortalizas más cultivadas en el mundo y, sus frutos son destinados para el consumo en fresco o el procesamiento industrial. La superficie destinada a este cultivo en el Paraguay en el año agrícola 2014/15 fue de 1.385 ha, con una producción de 49.737 t (MAG/DCEA 2015).

La producción de tomate en el país se caracteriza por la variación de la oferta a lo largo del año, influenciada por las temperaturas bajas del invierno, las temperaturas elevadas y precipitaciones del verano, las cuales posibilitan el ingreso de la producción extranjera (MAG 2010). Una de las alternativas para obtener elevada productividad y calidad de frutos durante todo el año, sin depender de las condiciones climáticas, es la utilización de invernaderos.

En el país la producción del tomate se sustenta en variedades híbridas del tipo Santa Cruz, debido a que son las de mayor aceptación por parte de los consumidores, además de su buena adaptación a las condiciones agroecológicas. Por lo mencionado anteriormente, son ofertados en el mercado un gran número de nuevas variedades que requieren de evaluaciones no solamente del rendimiento, sino también de la calidad de frutos, atendiendo que la producción se destina al consumo en fresco. Conforme a Shirahige et al. (2010) y FAO (2002) la calidad del fruto del tomate resulta de una combinación de estímulos visuales como tamaño, forma, color y factores sensoriales como tenor de azúcar, acidez y sabor.

Las informaciones científicas a nivel nacional sobre calidad de frutos de tomate para consumo *in natura* son muy escasas, razón por la cual es necesario efectuar investigaciones.

El objetivo de esta investigación consistió en evaluar la calidad de frutos de variedades híbridas de tomate cultivados en condiciones de invernadero.

Metodología

El experimento se llevó a cabo de marzo a octubre de 2013 en el Centro Hortícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay (25°21' Sur y 57°27' Oeste). El invernadero utilizado fue del tipo pampeano con pie derecho de 2,80 m y altura central de 3,50 m, cubierto con polietileno transparente de 200 μ de espesor.

Las variedades híbridas evaluadas fueron del grupo Santa Cruz (Carina, Delta, Ellus, Bright Pearl y Cordillera).

El diseño experimental adoptado fue bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por dos hileras de 10 plantas. La producción de plantines se realizó en bandejas y el trasplante se efectuó a una distancia de 1,00 m x 0,50 m. El sistema de riego fue por goteo y la fertilización se efectuó de acuerdo a los resultados del análisis de suelo.

Las evaluaciones se realizaron seleccionando 15 frutos al azar, cuando presentaron una coloración

totalmente roja, por cada unidad experimental y repetición. La altura y diámetro (cm) se determinó con la ayuda de un calibrador Vernier y la masa (g) con una balanza electrónica. Para determinar el número de lóculos se procedió al corte transversal del fruto. El contenido de sólidos solubles totales (°Brix) se midió con un refractómetro, el pH con un potenciómetro y la acidez titulable se determinó por titulación potenciométrica con solución de NaOH al 0,1846 N, expresada en concentración porcentual de ácido cítrico (AOAC 1980). El sabor (*flavor*) fue obtenido por la relación entre el contenido de sólidos solubles totales (SST) y la acidez titulable (AT), conforme al método sugerido por Chitarra y Chitarra (1990).

Posterior a la recolección de datos, los mismos fueron sometidos al análisis de varianza y las medias fueron comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error. El programa informático utilizado fue Infostat® versión 2013 (Di Rienzo et al. 2013).

Resultados y discusión

Las variedades evaluadas no presentaron diferencias estadísticas en la masa y altura del fruto, pero sí en el diámetro del mismo (Tabla 1). La masa de frutos varió entre 82,28 y 122,29 g; dichas medias son próximas a las obtenidas por Cardoso et al. (2006) y Ferreira et al. (2010)

quienes trabajando con variedades de tomate del grupo Santa Cruz encontraron valores que oscilan de 84,00 a 107,82 g; sin embargo son inferiores al obtenido por Shirahige et al. (2010), que encontraron medias entre 106,20 a 141,7 g.

La producción de frutos de tamaño reducido presenta dificultades en su comercialización y en el precio de venta, sobre todo si es destinado al consumo en fresco (Santos et al. 2001). Según FAO (2002), una variedad ideal de tomate debería producir frutos con masa entre 80 a 120 g. Dichas características presentaron todas las variedades evaluadas. La masa de frutos es un indicador del tamaño de los frutos y un componente importante del rendimiento, razón por la cual a la hora de seleccionar una variedad debe ser tenida en cuenta.

Los valores medios de altura de frutos oscilaron entre 5,91 y 6,36 cm, los cuales son próximos a los obtenidos por Cardoso et al. (2006) y Shirahige et al. (2010), cuyas medias estuvieron entre 5,6 a 6,4 cm. Para diámetro de fruto, la variedad Carina (5,94 cm), fue superior estadísticamente a Cordillera (4,79 cm), pero similar a las demás variedades. Las medias del diámetro de frutos oscilaron entre 4,79 y 5,94 cm, siendo las mismas próximas a las obtenidas por Eklund et al. (2005) y Cardoso et al. (2006), que reportaron medias entre 5,10 y 5,56 cm.

Tabla 1. Medias de masa, altura, diámetro y relación altura / diámetro de frutos y número de lóculos por fruto de cinco variedades híbridas de tomate del grupo Santa Cruz, bajo condiciones de invernadero. San Lorenzo (PY), 2013.

Variedades	Masa de frutos (g)	Altura de frutos (cm)	Diámetro de frutos (cm)	Relación altura / diámetro de fruto	Número de lóculos del fruto
Carina	122,29 a	5,96 a	5,94 a	1,01	2,40 a
Delta	118,33 a	6,36 a	5,64 a	1,13	2,30 a
Bright Pearl	108,25 a	6,17 a	5,61 a	1,10	2,33 a
Ellus	94,23 a	5,91 a	5,33 ab	1,11	2,47 a
Cordillera	82,28 a	6,18 a	4,79 b	1,29	2,23 a
CV (%)	19,36	6,06	5,69	-	6,59

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. CV: Coeficiente de variación

La relación altura/diámetro de frutos osciló entre 1,01 y 1,29, lo cual indica que todos ellos presentan formato oblongo. Con relación al número de lóculos por fruto, las medias estuvieron entre 2,23 y 2,47 (Tabla 1), coincidiendo con Eklund et al. (2005), quienes encontraron valores entre 2,25 y 2,50 lóculos por fruto, en variedades del tipo Santa Cruz. Para pH y contenido de sólidos solubles totales se encontraron diferencias significativas, mientras que para acidez titulable

e Índice de sabor no hubo diferencias (Tabla 2).

La variedad Cordillera presentó el mayor pH (3,86) sin diferir estadísticamente de la variedad Ellus, pero fue superior a las demás. Las medias de pH de frutos de las variedades en estudio oscilaron entre 3,55 y 3,86. Estos resultados difieren de los relatos de Shirahige et al. (2010), Bernardi et al. (2007) y Charlo et al. (2009), quienes obtuvieron valores entre 4,05 a 4,32.

Tabla 2. Valores medios de pH, acidez titulable (AT), sólidos solubles totales (SST) e índice de sabor de cinco variedades híbridas de tomate del grupo Santa Cruz en ambiente protegido. FCA, UNA. San Lorenzo (PY), 2013.

Variedades	pH	AT (% ácido cítrico)	SST (°Brix)	Índice de sabor (SST/AT)
Carina	3,64 b	0,20 a	6,77 ab	33,85 a
Delta	3,55 b	0,22 a	6,99 a	31,77 a
Bright Pearl	3,68 b	0,21 a	7,33 a	34,90 a
Ellus	3,71 ab	0,18 a	6,05 b	33,61 a
Cordillera	3,86 a	0,17 a	7,10 a	41,76 a
C V (%)	2,21	13,78	5,75	12,38

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. CV: Coeficiente de variación

La acidez titulable no presentó diferencias significativas entre las variedades, con medias entre 0,17% (Cordillera) y 0,22% (Delta), valores que se encuentran dentro del rango de 0,12 a 1,39%, citados por Charlo et al. (2009) y Ferreira et al. (2010), pero inferiores a lo reportado por Shirahigue et al. (2010), quienes encontraron medias entre 0,29 a 0,41%. El pH y la acidez son factores de extrema importancia cuando se analiza el nivel de aceptación de un producto por el consumidor, pues frutos excesivamente ácidos son rechazados para el consumo en fresco (Borguini y Silva 2005).

En relación al contenido de SST, los frutos de la variedad Bright Pearl (7,33 °Brix) presentaron la mayor media, sin diferir de Cordillera, Delta y Carina, pero fue superior a Ellus (6,05 °Brix) (Tabla 2). El contenido de SST varió entre 6,05 a 7,33 °Brix, superiores a los resultados encontrados por Ferreira et al. (2010) y Shirahigue et al. (2010), quienes obtuvieron medias entre

3,80 a 5,44 °Brix, al evaluar la calidad de frutos de tomate.

Las diferencias en el contenido de sólidos solubles entre los materiales son consecuencia de la expresión genética de los mismos, la fertilización, temperatura e irrigación (Ferreira et al. 2010). Según Sampaio y Fontes (2000), la variación de valores de sólidos solubles totales entre 4,43 e 5,19 °Brix es común en variedades de tomate, por su parte, Díez (2001), indica que el tomate para procesado y consumo en fresco debe tener un contenido de sólidos solubles totales de 4,5 a 5,5 °Brix. Las variedades utilizadas en esta investigación presentaron contenido de sólidos solubles totales superiores a los valores mencionados anteriormente; por ello pueden ser consideradas de alta calidad para consumo en fresco.

Las relación SST/AT no presentó diferencias estadísticas entre las variedades, con medias

entre 31,77 (Delta) y 41,76 (Cordillera). Estos valores son superiores a las medias registradas por Shirahige et al. (2010) y Cardoso et al. (2006), quienes reportaron valores entre 10,3 y 15,8. Según Kader et al. (1978) una relación superior a 10, indica una excelente combinación de azúcar y ácido, que se correlacionan con sabor suave, resultando en frutos de alta calidad y adecuado para consumo en fresco, por lo tanto, todas las variedades estudiadas en esta investigación son adecuadas para el consumo en fresco.

Conclusión

Considerando los atributos de calidad evaluados, todas las variedades estudiadas presentan aptitud para el consumo en fresco al ser cultivados en condiciones de invernadero. Sin embargo, por su mayor masa frutos se recomiendan las variedades Carina y Delta.

Referencias bibliográficas

- AOAC (Association of Agricultural Chemists). 1980. Official methods of analysis. Washington, DC, Assoc Offic Agr.Chemist. 1055 p.
- Bernardi, A; Werneck, C; Haim, P; Botrel, N; Oiano Neto, J; Monte, M; Verruma-Bernardi, M. 2007. Produção e qualidade de frutos de tomateiro cultivado em substrato com zeólita. *Horticultura Brasileira* 25(2):306-311.
- Borguini, RG; Silva, MV. 2005. Características físico-químicas e sensorias do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) producido por cultivo organico em comparação ao convencional. *Alimentos e Nutrição Araraquara* 16(4):355-361.
- Cardoso, S; Fermio, A; Brito, A; Araújo, L; Cardoso, C; Canto, M; Goes, E. 2006. Qualidade de frutos de tomateiro com e sem enxertia. *Bragantia* 65(2):269-274.
- Charlo, H; Souza, S; Castoldi, R; Braz, L. 2009. Desempenho e qualidade de frutos de tomateiro em cultivo protegido com diferentes números de hastes. *Horticultura Brasileira* 27(2):144-149.
- Chitarra, MI; Chitarra, AB. 1990. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras, ESAL/FAEPE. 320 p.
- Díez, JM. 2001. Tipos varietales. In Nuez, F. (Ed). El cultivo del tomate. Madrid, Mundi-Prensa. p. 95-129.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2013. InfoStat versión 2013. Argentina, Universidad Nacional de Córdoba, FCA Grupo InfoStat.
- Eklund, C; Caetano, L; Shimoya, A; Ferreira, J; Gomes, J. 2005. Desempenho de genótipos de tomateiro sob cultivo protegido. *Horticultura Brasileira* 23(4):1015-1017.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo (en línea). Roma, FAO. Consultado 30 ene. 2017. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s00.htm>
- Ferreira, S; Sossela, R; Lazzari, E; Quadros, D; Tomczak, L; Lima, J. 2010. Qualidade do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30(1):224-230.
- Kader, A; Morris, L; Stevens, M; Albrighttholton, M. 1978. Composition and flavour quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. *Journal of American Society for Horticultural Science* 113(5):742-745.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY). 2010. Programa de Apoyo a la producción y comercialización de hortalizas del Paraguay 2010 – 2014. Asunción, PY. 58 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, DCEA Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias). 2015. Síntesis estadísticas: producción agropecuaria: año agrícola 2014/15. San Lorenzo, PY. 48 p.
- Sampaio, R; Fontes, P. 2000. Composição química e qualidade de frutos do tomateiro em função da adubação potássica. *Ciência Agrícola* 5(1):65-73.
- Santos, P; Pereira, A; Freire, C. 2001. Cultivar e adubação NPK na produção de tomate salada. *Horticultura Brasileira* 19(1):35-38.
- Shirahige, FH; Melo, AM; Purquerio, LF; Carvalho, CR; Melo, PC. 2010. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. *Horticultura Brasileira* 28(3):292-298.

Sistema de implantación de tres variedades de cebolla de bulbo

Cipriano Ramón Enciso-Garay^{1*}, Armando Rubén Santacruz¹, Oscar J. Duarte Alvarez¹,
César A. Caballero¹, Jorge Daniel Gonzalez¹, Carlos A. López¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: cipriano.enciso@gmail.com

Introducción

La cebolla, *Allium cepa* L., es originaria de Asia Central y considerada una de las plantas más antiguas cultivadas por el hombre. A nivel nacional en el año agrícola 2015/16 se establecieron 895 ha, con rendimiento promedio de 8.295 kg ha⁻¹ (MAG/DCEA 2015). En el cultivo de cebolla, según Fontes y Silva (2002) la implantación se puede realizar por los siguientes métodos: bulbillo, por mudas producidas en almácigo o bandejas y por siembra directa en el lugar definitivo. Conforme a Guimaraes et al. (1996) la siembra directa puede ser una alternativa viable porque suprime las etapas de producción de mudas y trasplante, reduciendo los costos de producción. Sin embargo, este sistema de implantación requiere el uso de una mayor cantidad de semillas, de la práctica del raleo y una mayor dificultad en el control de malezas.

En el caso de la implantación por mudas se tiene algunas ventajas como la mayor capacidad de soportar estrés hídrico y del suelo, además de la competencia con malezas, mientras que como desventaja se puede mencionar que las mudas son llevadas al campo a raíz desnuda, por lo que se necesita de un suelo bien húmedo en el momento del trasplante. En el país la mayoría de los productores de cebolla utilizan el sistema de implantación por mudas, sin embargo, actualmente existe un marcado interés de los mismos por la siembra directa, debido a la escasez de la mano de obra y también por la disponibilidad de implementos (sembradoras) adaptados para dicha tecnología a pequeña escala. Vidigal et al. (2001) evaluando tres variedades de cebolla en tres sistemas de producción (siembra mecanizada

sin raleo, mudas producidas en almácigos y mudas producidas en bandejas) observaron diferencias en el rendimiento entre variedades y, que en todos los casos el rendimiento comercial fue superior con la siembra directa, donde las medias variaron entre 20.760 y 42.643 kg ha⁻¹.

Debido a la falta de información científica a nivel nacional sobre dicha tecnología se ha realizado este trabajo con el objetivo de evaluar el comportamiento de tres variedades de cebolla implantadas en siembra directa y por mudas producidas en almácigo y posterior trasplante al lugar definitivo.

Metodología

La investigación se realizó en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Filial Caazapá, desde el mes de mayo hasta noviembre de 2016. Está ubicado a 26°09'32,95" L S, 56°21'52,24" L O y altitud de 133 m). El suelo del área experimental pertenece al orden Ultisol. El clima es húmedo y mesotérmico con precipitación media anual de 1.264 mm.

Las variedades de cebolla Rainha, Baia Periforme y Salto Grande fueron evaluadas en dos sistemas de implantación (siembra directa en lugar definitivo y producción de mudas en almácigos con posterior trasplante) utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en un esquema factorial 3 x 2. La parcela donde se instaló el experimento en el ciclo anterior fue cultivada con maíz y mucuna, razón por la cual se realizó el acamado con rolo cuchillo y una semana antes

de la siembra se aplicó Glifosato a una dosis de 3 L ha⁻¹.

No se realizó ninguna arada ni rastreada. En los tratamientos con producción de mudas se prepararon almácigos de 1,20 m de ancho donde se abrieron surcos en forma transversal separados entre sí cada 0,15 m, para la siembra a chorrillo, en fecha 17 de mayo. El trasplante al lugar definitivo se realizó el 13 de julio utilizando un espaciamiento de 0,40 m x 0,10 cm. La siembra directa en lugar definitivo se efectuó en la misma fecha de la siembra en almácigo (13-05-16) abriendo surcos de 0,02 m de profundidad cada 0,40 m, en donde fueron depositadas las semillas y el raleo se realizó el 14 de julio, dejando una planta cada 0,01 m. Todos los tratamientos estuvieron constituidos por 5 hileras de 4 m de longitud. La fertilización química se efectuó en base a los resultados del análisis de suelo y en forma básica se aplicó 217 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico, 150 kg ha⁻¹ de cloruro de potasio y en cobertura la fertilización nitrogenada con 75 kg ha⁻¹ de urea. El manejo de la parcela fue sin riego y el control de malezas se realizó en forma manual con azada, en tres oportunidades. La cosecha se realizó cuando más del 90% de las plantas estuvieron “tumbadas” y posteriormente fueron llevadas a un galpón para el proceso

de curado durante 10 días. Se consideró como parcela útil las tres hileras centrales con 4 m de longitud, descartándose 0,5 m de las cabeceras. Las variedades Baia Piriforme y Rainha se cosecharon el 15 de noviembre y Salto Grande el 30 de noviembre. Luego del curado se procedió a realizar las siguientes evaluaciones: rendimiento total y comercial por hectárea y masa media de bulbos. Como bulbos comerciales se consideraron aquellos con diámetro igual o superior a 35 mm.

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y a la comparación de medias por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad utilizando el programa estadístico Infostat® versión 2013 (Di Renzo et al. 2013).

Resultados y discusión

El análisis de varianza aplicado a los datos del rendimiento total y comercial de bulbos indica que hubo diferencias significativas para los factores por separado, mientras que para masa de bulbos se encontraron diferencias solamente entre variedades. No hubo interacción significativa entre los factores en estudio, lo cual indica que las variedades se comportaron en forma independiente a los sistemas de implantación (Tabla 1).

Tabla 1. Cuadrados medios del análisis de varianza del rendimiento total de bulbos (RTB), rendimiento comercial de bulbos (RCB) y masa media de bulbos (MMB) de tres variedades de cebolla en dos sistemas de implantación. FCA-UNA, Caazapá, Paraguay, 2016.

Fuente de variación	GL	RTB	RCB	MMB
Variedad (V)	2	187860788,93 **	175970126,67**	1638,78 **
Sistema de implantación (SI)	1	48843727,37 *	48730858,11*	454,75 *
V*SI	2	8522880,41 ^{ns}	16839818,42 ^{ns}	81,21 ^{ns}

ns = no significativo por el test de F al 5% de probabilidad de error. * = significativo por el test de F al 5% de probabilidad de error. ** significativo por el test de F al 1% de probabilidad de error.

Considerando en primer lugar el factor sistema de implantación (Tabla 2) se obtuvo diferencias estadísticas significativas a favor del sistema de siembra en lugar definitivo para el rendimiento

total (17,28 t ha⁻¹) y comercial (16,55 t ha⁻¹), comparado al sistema de producción con siembra en almácigo y posterior trasplante. Estos resultados coinciden con Vidigal et al.

Tabla 2. Promedios de rendimiento total de bulbos (RTB), rendimiento comercial de bulbos (RCB) y masa media de bulbos (MMB) de tres variedades de cebolla en dos sistemas de implantación FCA-UNA, Caazapá, Paraguay. 2016.

Sistema de implantación	RTB (t ha ⁻¹)	RCB (t ha ⁻¹)	MMB (g)
Siembra en lugar definitivo	17,28 A	16,55 A	90,28 A
Siembra en almácigo y trasplante	14,35 B	13,62 B	81,33 A
Variedades			
Rainha	13,69 b	12,74 b	78,24 b
Baia Periforme	12,36 b	11,98 b	76,88 b
Salto Grande	21,40 a	20,53 a	102,50 a
CV (%)	17,56	20,67	13,40

*Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, CV: Coeficiente de variación

(2001) que también obtuvieron mayor rendimiento comercial con la siembra directa en lugar definitivo en tres variedades de cebolla, comparadas a las provenientes del trasplante. Por otro lado, no hubo diferencias en la masa de bulbos en función al sistema de implantación. En cuanto a las variedades en estudio, Salto Grande presentó el mayor rendimiento total y comercial de bulbos con medias de 21,40 y 20,53 t ha⁻¹, respectivamente, difiriendo de las otras variedades. Por su parte Baia Periforme con medias de 12,36 y 11,98 t ha⁻¹ para rendimiento total y comercial no difirió de Rainha que para las mismas variables arrojó medias de 13,69 y 12,74 t ha⁻¹.

González (2013) en investigaciones realizadas en el Centro de Investigación Hernando Bertoni, Caacupé, con plantas provenientes de mudas trasplantadas en el mes de junio obtuvo rendimiento comercial de 15,77; 10,62 y 8,95 t ha⁻¹ para las variedades Rainha, Baia Periforme y Salto Grande. Por su parte Zarza (2016) en el Departamento de Caaguazú para mudas trasplantadas en el mes de junio obtuvo con Baia Periforme rendimiento de 26 t ha⁻¹, con Rainha 24 t ha⁻¹ y con 18 t ha⁻¹, respectivamente.

Los rendimientos logrados pueden ser considerados aceptables, y no fueron más

elevados, debido probablemente a que tanto para la siembra en lugar definitivo como para el trasplante, la parcela experimental no fue arada, ni rastreada, lo cual hizo que el suelo no esté bien mullido y dificulte el desarrollo de los bulbos. Además para el sistema de siembra en lugar definitivo es necesario contar con un sistema de riego eficiente, para no depender solamente de las lluvias.

Conclusión

Los resultados de esta investigación, que deben ser considerados preliminares, indican que la siembra directa de la cebolla en lugar definitivo se presenta como una opción válida para los productores, sin embargo se deben continuar con otras investigaciones, para determinar la cantidad exacta de semillas a distribuir, para obtener una población adecuada, sin necesidad de efectuar el raleo y de herbicidas para el control de malezas.

Referencias bibliográficas

- Fontes, PCR; Silva, DJH. 2002. Métodos de produção de cebola. Informe Agropecuario 23(218):28-35.
- González, FN. 2013. Características productivas de genotipos de cebolla en tres épocas de

- trasplante. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Agronómica, FCA, UNA. 50 p.
- Guimarães, DR; Torres, L; Dittrich, R. 1996. Avaliação do sistema de semeadura direta para cultura da cebola. Hort. Bras 14(1):87.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2013. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY); DCEA (Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias). 2015. Síntesis estadísticas: producción agropecuaria, año agrícola 2015/16. San Lorenzo, PY, MAG-DCEA. 46 p.
- Vidigal, SM; Facion, CE; Cintra, WBR. 2001. Avaliação de três cultivares de cebola, em diferentes sistemas de produção, na Região Norte de Minas Gerais. Horticultura Brasileira 19(2). (Suplemento Anais do 41^o Congresso Brasileiro de Olericultura 1 CD-ROM).
- Zarza, HA. 2016. La época de trasplante de mudas y las variedades afectan al rendimiento de la cebolla de bulbo cultivada en diferentes departamentos de Paraguay. Tecnol Agrar 1(1):27-31.

Desempeño agronómico del poroto variedad Pytã'i en diferentes densidades

Cipriano Ramón Enciso Garay^{1*}, Alexis Achucarro¹, César A. Caballero¹, Jorge Daniel González¹, Jenny Dueck Toews², José María González²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Cooperativa Chortitzer Ltda. Loma Plata, Paraguay.

*Autor para correspondencia: cipriano.enciso@gmail.com

Introducción

El poroto, *Vigna unguiculata* L. Walp es la leguminosa más cultivada por los agricultores familiares en el Paraguay, debido a que sus granos son utilizados en la alimentación humana como fuente de proteínas y también a la capacidad que tiene la planta para la fijación simbiótica del nitrógeno y al aporte de materia orgánica para la recuperación de los suelos degradados.

El área sembrada en el país en el año agrícola 2014/15 fue de 70.088 ha y productividad media de 817 kg ha⁻¹ (MAG/DCA 2015). Dicha productividad es baja comparada a la obtenida en otras regiones productoras de esta leguminosa.

Bezerra et al. (2012) señalan que la expresión del potencial productivo del poroto depende de la combinación favorable de varios factores como la densidad poblacional, la cual influye directamente en el rendimiento de granos. La densidad óptima es definida como el número de plantas capaces de explorar de manera eficiente y completa una determinada área de suelo. Jover (2003) señala que no encontró diferencias en el rendimiento de granos comerciales con densidades de 35.000 y 75.000 plantas ha⁻¹ en las variedades Colorado y Crema. Por su parte Kamara et al. (2016) al evaluar cuatro variedades de poroto en tres densidades poblacionales (133.000; 266.666 y 400.000 plantas ha⁻¹) encontraron que las mayores densidades proporcionaron los rendimientos más elevados de granos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de granos y otros componentes del rendimiento del poroto variedad Pytã'i.

Metodología

El experimento fue implantado en el Campo Experimental Isla Poi, de la Cooperativa Chortitzer Ltda, situado en el distrito de Loma Plata, Departamento de Boquerón (22°29'38,7" L S, 59°43'53,2" L O y altitud de 133 m) entre los meses de marzo y junio de 2015. El suelo es de textura arenosa y el clima de esa región se caracteriza por medias anuales de precipitación de 850 mm, evapotranspiración de 1.699 mm y temperatura de 25°C (Harder et al. 2004).

Los tratamientos fueron constituidos por las diferentes distancias entre plantas, dentro de las hileras, que fueron de 0,20; 0,25; 0,30; 0,35 y 0,40 m. La distancia entre hileras para todos los tratamientos fue de 0,70 m. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por cuatro hileras de 4 m de longitud. La variedad utilizada fue Pytã'i, de porte semi erecto y ciclo corto (75 días). En la siembra realizada en forma manual, se depositaron tres a cuatro semillas por hoyo y luego del raleo realizado 22 días después, se dejaron dos plantas por hoyo. Los cuidados culturales consistieron en dos carpidas manuales y no se efectuó ninguna fertilización química. Para el control de plagas se aplicó un insecticida a base de *spinosad*, utilizando una dosis de 1,5 cm³ por 10 L de agua. La cosecha se realizó cuando las vainas estaban totalmente amarillas. Luego de la cosecha, se procedió al secado de las vainas en una pista.

Las características evaluadas fueron: altura de planta (m) en el inicio de la cosecha, longitud de vainas (cm), número de granos por vaina, rendimiento de granos con vainas (t ha⁻¹), rendimiento de

granos secos ($t\ ha^{-1}$) y porcentaje del rendimiento de granos secos (cociente entre rendimiento de granos secos y el rendimiento de granos con vainas, multiplicado por 100). La altura se evaluó en 10 plantas y la longitud y número de granos por vaina en 10 vainas tomadas al azar de cada tratamiento. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y en caso de diferencias significativas se aplicó la comparación de medias por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa Infostat® versión 2013 (Di Renzo et al. 2013).

Resultados y discusión

El análisis estadístico aplicado a la longitud de vainas, número de granos por vaina, rendimiento de granos con vainas, rendimiento de granos secos y porcentaje de granos en relación a la cáscara, no presentaron diferencias significativas en función a las densidades estudiadas (Tabla 1).

Se observó que el aumento de la densidad poblacional tuvo efecto significativo en la altura de plantas (Tabla 1). Estas diferencias pueden ser debidas a la mayor competencia de las plantas por la luz en los menores espaciamientos. La longitud de vainas no fue afectada por las distancias, encontrándose medias entre 15,41 cm para la distancia entre 0,25 m y de 17,14 cm para la distancia de 0,35 cm. El número de granos por vaina varió entre 14,50 (0,20 m) y 15,95 (0,30 m) sin que existan diferencias significativas.

El rendimiento de granos con vainas estuvo entre $3,76\ t\ ha^{-1}$, que se obtuvo con la distancia de 0,20 m entre plantas y $3,17\ t\ ha^{-1}$ con 0,40 m entre plantas, mientras que el rendimiento de granos secos entre $2,071$ y $1,60\ t\ ha^{-1}$ para las mismas distancias mencionadas anteriormente, sin que existan diferencias estadísticas entre los tratamientos. El hecho de no existir diferencias estadísticas en el rendimiento por unidad de superficie ante las variaciones en la densidad de plantas, puede ser debido a que el poroto presenta alta plasticidad vegetativa y reproductiva (Cenóz et al. 2010). Los resultados de esta investigación están en concordancia con lo relatado por Jover (2003) que no encontró diferencias en el rendimiento de granos en función a la densidad en dos variedades de poroto.

Por otro lado, Bezerra et al. (2012) comparando el rendimiento del poroto en cinco densidades obtuvieron reducción del 58,8% en la producción de granos entre 100.000 y 500.000 plantas ha^{-1} , con medias de 1.774,5 y 730,5 kg ha^{-1} , respectivamente. Santos y Araujo (2010) trabajando con la variedad de poroto IT 86D-472 de porte semi erecto, con densidades entre 13.550 y 285.333 plantas ha^{-1} y sin riego suplementario, obtuvieron el mayor rendimiento de 1.126 kg ha^{-1} , con una densidad de 203.051 plantas ha^{-1} . Por otro lado, Kamara et al. (2016) comparando el rendimiento de granos de dos variedades de poroto en densidades de 133.000; 266.666 y 400.000 plantas ha^{-1} , obtuvieron los mayores rendimientos con las mayores densidades.

Tabla 1. Promedios de altura de plantas (AP), longitud de vainas (LV), número de granos por vaina (NGV), rendimiento de granos con vainas (RGV), rendimiento de granos secos (RGS) y porcentaje de granos (PG) en relación a la cáscara de la variedad de poroto Pytã'i, en cinco distancias de plantación. Isla Poi. Loma Plata. Paraguay. 2015.

Distancia entre plantas (m)	AP (m)	LV (cm)	NGV	RGV ($t\ ha^{-1}$)	RGS ($t\ ha^{-1}$)	PG (%)
0,20	0,46 a	16,45	14,50	3,76	2,07	73,91
0,25	0,45 ab	15,41	14,53	3,50	1,90	75,21
0,30	0,46 a	16,03	15,95	3,41	1,73	72,03
0,35	0,45 ab	17,14	15,78	3,29	1,61	72,14
0,40	0,38 b	17,10	15,23	3,17	1,60	81,23
CV	7,28	7,18	6,38	15,32	14,27	6,77

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 005$). CV: Coeficiente de Variación.

Las medias obtenidas para el rendimiento de granos secos en esta investigación (2,07 a 1,60 t ha⁻¹) son inferiores a la media de 2,97 t ha⁻¹ reportados por Enciso Garay et al. (2015) en investigaciones realizadas en dos localidades del Chaco Central con la misma variedad utilizada en éste experimento. Con relación al porcentaje de rendimiento de granos secos, con respecto al peso de granos con cáscara, se obtuvieron medias entre 72,03% y 81,23%, los cuales son superiores a la media de 68,63% reportada para la misma variedad por los mismos autores citados anteriormente.

Es importante destacar que en esta investigación por más de que no hubo diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de granos secos en función a las distancias de plantación, se observa una diferencia de 471 kg ha⁻¹, a favor de la menor distancia de plantación, comparado a la mayor distancia, lo cual representa un incremento de 28,57% en la producción de granos. La falta de respuesta en el rendimiento de granos a las densidades estudiadas, indica la necesidad de continuar con este tipo de investigaciones, con la misma u otras variedades, utilizando otras poblaciones y en diferentes condiciones agroecológicas para poder obtener resultados más conclusivos.

Conclusión

Las variaciones en la distancia entre plantas afectaron la altura de plantas, con reducción a medida que aumenta la distancia. Los componentes de producción y el rendimiento de granos no fueron influenciados significativamente por las distancias, en el poroto variedad Pytã'i.

Referencias bibliográficas

- Bezerra, AAC, Alcântara Neto, F de; Neves, A C das, Maggioni, K. 2012. Comportamento morfoagronômico de feijão caupi, cv. BRS Guariba, sob diferentes densidades de plantas. *Rev Cienc Agrar* 55(3):184-189.
- Cenóz, PJ; Burgos, AM; Balbi, CN. 2010. La densidad de plantas como variable de rendimiento cultural y económico de cuatro cultivos consociados bajo las condiciones agroecológicas del nordeste de Argentina (NEA). *Horticultura Argentina* 29(59):18-25.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2013. *InfoStat versión 2013*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Enciso Garay, CR; Caballero, CA; González, JD; Dueck, J; González, JM; Oviedo, VRS; Ruiz, F. 2015. Producción de variedades de poroto en dos localidades del Chaco Central. *Investig Agrar* 17(1):18-26.
- Harder, W; Thiessen, H; Klassen, N. 2004. Libro de agua: colecta, almacenamiento, utilización y reciclaje de agua en el Chaco Central. Loma Plata, PY, SCC Chortitzer Komitee Ltda.-SAP-INTTAS. 68 p.
- Jover, PL. 2003. Tecnología de producción y manejo poroto Caupi. Chaco, AR, Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Colonia Benítez Dr. Augusto G. Schulz. 32 p.
- Kamara, AY; Tofa, AI; Kyei-Boahen, S; Solomon, R; Ajeigbe, HA; Kamai, N. 2016. Effects of plant density on the performanc of cowpea in nigerian savannas. Cambridge University Press, *Expl Agric*: p. 1-13. C Consultado 15 feb. 2017. Disponible en <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/012F45160F6BEE1CC71CE1F082D-CB97D/S0014479716000715a.pdf/div-class>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY); DCEA (Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias). 2015. Síntesis estadísticas: producción agropecuaria, año agrícola 2014/15. San Lorenzo, PY, MAG/DCEA. 489 p.
- Santos, CAF; Araujo, FP de. 2000. Produtividade e morfologia de genótipos de caupi em diferentes densidades populacionais nos sistemas irrigado e de sequeiro. *Pesq Agropec Bras* 35(10):1977-1984.

Evaluación de la tolerancia a estrés salino en fase inicial de desarrollo de cinco variedades de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Peter Alexander Carmona Memmel¹, Mario Milciades Romero Gavilán^{1*}, Diego Dionisio González Espínola¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: mromero@agr.una.py

Introducción

La salinidad es una de las causas más importantes de estrés abiótico, limitando la producción de los cultivos en las regiones áridas y semiáridas con un alto contenido de sal en el suelo y precipitaciones insuficientes para su lixiviación (Zhao et al. 2007). De acuerdo con el Servicio de Gestión de la Tierra y Nutrición de la FAO (2008), más del 6% de la superficie terrestre (800 millones de hectáreas) se ve afectada por salinidad y/o sodicidad. Este factor constituye un problema en distintos lugares del mundo y en el Paraguay, específicamente en la Región Occidental, no es la excepción.

La salinidad presente en el Chaco obliga a los productores agrícolas a elegir materiales genéticos más adecuados para tal condición y así lograr la mayor productividad posible. El sorgo es un cultivo que en algunas regiones del mundo está sustituyendo al maíz, por su resistencia a enfermedades virósicas, fungosas y poca demanda de agua. La importancia de este cultivo ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a su utilización en la alimentación humana. En la industria de panificación la harina de sorgo está tomando auge, ya que se ha comprobado que puede sustituir hasta en un 50% a la de trigo, en las mezclas para la elaboración de pan, sin afectar la calidad de éste (Zeledón et al. 2007). El sorgo es una especie con tolerancia moderada a la salinidad, pero no se tienen muchos datos sobre la respuesta y el mecanismo de acción de tolerancia que poseen las distintas variedades mejoradas y utilizadas en Paraguay.

La evaluación de la germinación y el desarrollo inicial de plantas en sustratos con altos niveles de salinidad se constituye en un método eficaz para la predicción del vigor y diferenciación de la tolerancia de las variedades al estrés salino (Dantas et al. 2007).

El objetivo de la investigación fue determinar la diferencia del nivel de tolerancia al estrés salino de cinco variedades comerciales de sorgo forrajero durante la germinación y fase inicial de desarrollo, se evaluó el porcentaje de germinación de las distintas variedades y la longitud de la radícula y de la parte aérea.

Metodología

El experimento fue realizado en el laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción (FCA, UNA). Los materiales genéticos utilizados fueron cinco variedades comerciales de sorgo forrajero: Productor 401, Jumbo, SAC 710, VDH 701 y AD 91, obtenidas en el mercado local.

Se utilizaron soluciones con tres concentraciones de NaCl: 0 mM, 25 mM y 50 mM. Las placas de Petri fueron desinfectadas previamente con alcohol al 70%. Las semillas fueron desinfectadas mediante un lavado con hipoclorito de sodio al 30% y un triple lavado con agua destilada. Se sembraron 15 semillas por placa, se agregaron 20 ml de la solución con la concentración correspondiente a cada tratamiento y luego fueron colocadas en una cámara oscura con una temperatura aproximada de 30°C. A las 72 horas, las placas

fueron llevadas en la cámara de crecimiento con luz y temperatura controlada (14 horas de luz y aproximadamente 28°C).

La distribución de unidades experimentales se realizó completamente al azar con arreglo factorial de los tratamientos (5 x 4). El primer factor fue la variedad utilizada y el segundo factor fue el nivel de salinidad, con cuatro repeticiones para cada combinación. Las variables medidas fueron: germinación a los 5 días (G5D), germinación a los 8 días (G8D), longitud de radícula a los 8 días (LR8) y longitud de la parte aérea a los 8 días (LA8).

Los datos fueron analizados mediante un Análisis Estadístico de Varianza (ANAVA) con el sistema informático InfoStat y la significancia se midió con el test de Tukey, con una probabilidad de error del 5%.

Resultados y discusión

Para todas las variables se han encontrado diferencias significativas entre las variedades, no así para en la interacción de la variedad y nivel de salinidad. En la tabla 1 se presentan los datos correspondientes a todas las variables analizadas para las cinco variedades estudiadas, sin tener en consideración el factor nivel de salinidad. En la G5D la variedad Jumbo resultó la de mayor valor con un 84,59% aunque no difirió significativamente de las variedades VDH 701 y Productor 401, la media más baja obtuvo la variedad SAC 710 con un 44,59%. Para G5D el promedio general fue de 71,83%. En la G8D, la media general ha sido de 73,42%. La variedad Jumbo presentó la media superior con un valor de 85,84% no difiriendo significativamente de las variedades VDH 701 y Productor 401. El valor más bajo lo presentó la variedad SAC 710.

Tabla 1. Germinación a los 5 días, germinación a los 8 días, longitud de radícula y longitud de parte aérea de cinco variedades de sorgo. FCA, UNA, San Lorenzo, 2016.

Variedad	G5D (%)	G8 (%)	LR8 (cm)	LA8 (cm)
Jumbo	84,59 a*	85,84 a	6,15 a	5,51 a
VDH 701	80,83 ab	81,24 ab	5,78 a	4,75 a
Productor 401	70,90 ab	79,99 ab	3,95 b	3,71 b
AD 91	71,25 b	73,75 b	2,66 bc	3,25 b
SAC 710	44,59 c	46,26 c	1,83 c	2,83 b
Medias	71,83	73,42	4,09	4,04
CV (%)	14,28	15,72	30,45	22,48

*Medias seguidas de la misma letra, en la misma columna, no difieren entre sí por la prueba de Tukey al 5%.

G5D: germinación a los 5 días. G8D: germinación a los 8 días. LR8: longitud de radícula a los 8 días. LA8: longitud de parte aérea a los 8 días, CV: Coeficiente de variación

Para la variable LR8, el promedio general de las cinco variedades fue de 4,09 cm. Las variedades Jumbo y VDH 701 presentaron mayor promedio, con un valor de 6,15 cm y 5,78 cm respectivamente. El valor más bajo fue el de la variedad SAC 710. En el caso de la variable LA8, el promedio general fue de 4,04 cm. Las variedades Jumbo y VDH 701 nuevamente presentaron mayores valores medios, con 5,51 y 4,75 cm respectivamente.

De Aquino (2005) y Fernandes et al. (1994) mencionan que la presencia de sales causó una

reducción de crecimiento de la parte aérea de los genotipos de sorgo que estudiaron, por lo que sería un buen indicador del grado de estrés de la planta, visto que el crecimiento foliar tiene implicaciones sobre la capacidad productiva de las plantas.

La tolerancia a la salinidad es una característica heredable y fácilmente medible, lo que permite una selección en poblaciones extremadamente grandes (Igartua et al. 1995).

En el caso de este experimento no se puede

afirmar que hay diferencias genéticas en el nivel de tolerancia al estrés salino debido a que la ausencia de la interacción de los factores analizados en el ANAVA sugiere que, aunque haya diferencias notables entre las variedades en todas las variables, todas ellas se comportan de manera similar ante el aumento de la salinidad.

Conclusión

Las variedades estudiadas mostraron comportamiento similares en todas las variables por lo que no se pudo determinar diferencias de nivel de tolerancia al estrés salino entre ellas.

Referencias bibliográficas

- Dantas, B; Ribeiro, L; Aragão, CA. (2007). Germination, initial growth and cotyledon protein content of bean cultivars under salinity stress. *Revista Brasileira de Sementes* 29(2):106-110.
- De Aquino, AJS. 2005. Avaliação do crescimento e de mecanismos de tolerância à salinidade em plantas de sorgo forrageiro irrigadas com águas salinas. Tesis Doctoral. Fortaleza, Brasil, Universidade Federal do Ceará.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2008. Land and plant nutrition management service (en línea). Consultado 6 may. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush>
- Fernandes, MB; Castro, JR; Aquino, BF; Fernandes, VLB; Alves, JS; Góis, FC. 1994. Avaliação de cultivares de sorgo forrageiro em solos afetados por sais no estado do Rio Grande do Norte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 29:255-261.
- Igartua, E; Gracia, M; Lasa, J. 1995. Field responses of grain sorghum to a salinity gradient. *Field Crop Research* 42:15-25.
- Zeledón, H; Hernández, M; Ayala, J; Guzmán, R; Borja, C; Alvarado, M; Calderón, V. 2007. Guía técnica del sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). El Salvador, CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). Consultado 6 may. 2016. Disponible en <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/GUIA%20TECNICA%20SORGO.pdf>
- Zhao, J; Ren, W; Zhi, D; Wang, L; Xia, G. 2007. Arabidopsis bestowed transgenic tall rescue increased tolerance to drought stress. *Plant Cell Rep* 26:1521-1528.

Producción de pimiento Nathalie bajo invernadero con fertilización mineral

Amilcar Isidro Servín Niz^{1*}, Liz Alonso¹, Modesto Osmar Da Silva Oviedo¹, Oscar Luis Caballero Casuriaga¹, Florencio Valdez Ocampo¹, Wilfrido Daniel Lugo Pereira¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción

*Autor para correspondencia: amilcar.niz@hotmail.com

Introducción

La producción de este rubro tropieza con innumerables problemas que el productor debe buscar solucionar; uno de los más importantes es la baja productividad, que disminuye considerablemente sus ingresos a la hora de comercializar el producto. La solución pasa por la producción de hortalizas, con incorporación de tecnología; las cuales brindan opciones de lograr altos rendimientos, ya que abarcan todo el espectro posible en relación a las necesidades del cultivo. La producción en ambiente protegido, con fertilización orgánica y mineral, son excelentes alternativas tecnológicas cuando buscamos que las plantas demuestren todo su potencial productivo.

El pimiento requiere altas demandas de nutrientes, por lo que su cultivo se recomienda en suelos fértiles y con aplicaciones abundantes y balanceadas de fertilizantes orgánicos y minerales, habiéndose demostrado ampliamente que la aplicación combinada de ambos tipos de enmiendas pueden lograr la fertilidad química, física y biológica del suelo, brindando al cultivo un óptimo ambiente para su desarrollo (Fonseca et al. 2012).

El cultivo de pimiento en ambiente protegido, además de ofrecer protección contra impactos climáticos severos, y otras ventajas comparativas en relación al cultivo a campo abierto, ofrece la posibilidad de producir durante todo el año pudiendo convertirse en una alternativa ventajosa para los horticultores, debido a la reducción de pérdidas y el aumento de la productividad y calidad (Peixoto et al. 1999).

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la productividad del pimiento bajo invernadero, con la aplicación de fertilizantes minerales.

Metodología

El presente trabajo de investigación se realizó en el campus de la Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias en el invernadero de la coordinación Horticultura, ubicada a 2,5 km, Ruta V, Bernardino Caballero. El tipo climático de la zona se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 26°C y 14°C con máximas que pueden llegar a 45°C en estaciones de verano y mínimas de hasta 4°C en invierno, con leves incidencias de heladas (DINAC 2016).

Se realizó el experimento en ambiente modificado con una Temperatura media de 18°C +/- 5°C y una Humedad Relativa de 60% +/- 5%. El diseño experimental utilizado fue de Bloques completos al azar, con 5 cinco tratamientos y seis repeticiones, totalizando treinta unidades experimentales. Cada UE tenía dimensiones de 1 m x 4,5 m, totalizando un área total de 135 m². Los tratamientos utilizados en el presente experimento fueron T1, sin aplicación; T2, 20 g planta⁻¹ 15-15-15; T3, 20 g planta⁻¹ 15-15-15; T4, 30 g planta⁻¹ 15-15-15 y T5, 30 g planta⁻¹ 15-15-15. La preparación del suelo se realizó mediante dos pasadas de motocultor, y la posterior preparación de camellones de 0,20 m de altura separados entre sí por una distancia de 1 m. Las semillas del híbrido Nathalie fueron sembradas en bandejas de germinación de 105 celdas rellenas con sustrato comercial depositando una semilla por celda, la irrigación se hizo diariamente mediante

pulverizador a mochila. La germinación se dio a los 10 días posteriores a la siembra y el trasplante a los 30 días después de la siembra, cuando las plántulas presentaban entre 4 y 6 hojas verdaderas con aproximadamente 0,15 m de altura. La densidad fue de 0,50 cm entre planta y 1 m entre hileras.

La irrigación de la parcela se realizó por goteo, correspondiendo una cinta de goteo para cada camellón, el cuál albergaba a una hilera de cultivo. El riego fue aplicado de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo.

El control de plagas y enfermedades se efectuó con productos específicos de baja toxicidad según resultados y evaluación del monitoreo diario, en total fueron realizadas cuatro aplicaciones de productos fitosanitarios (Insecticida/Fungicida). El control de malezas se realizó mediante azada en las melgas y manualmente sobre las hileras de cultivo; de acuerdo iban apareciendo las mismas. Se realizó poda de la primera floración; y a medida que las plantas iban creciendo se le colocaron tutores de 1 m altura.

Los tratamientos fueron aplicados de la siguiente forma: el estiércol bovino fue distribuido en las dosis correspondientes a cada tratamiento, sobre los camellones, antes de realizar el trasplante; mientras que el fertilizante mineral, en las dosis previstas, se aplicó cada 10 días, iniciándose una vez que se establecieron las plantas en su lugar definitivo, hasta la fructificación. Cada aplicación se realizó en forma localizada, colocando e incorporando el fertilizante, a unos 10 cm de la planta. La cosecha se inició a los 60 días posteriores al trasplante. Se cosecharon todos los frutos viables, de cuatro plantas de cada Unidad Experimental. Realizando 6 cosechas en total.

Las determinaciones estudiadas fueron peso de frutos por planta (kg planta^{-1}), se realizó pesando mediante balanza de precisión todos los frutos de las plantas seleccionadas de cada unidad experimental; peso de frutos individuales (g fruto^{-1}), de todos los frutos cosechados de cada unidad experimental fueron seleccionados 10; los cuales fueron pesados

y promediados y rendimiento, los datos obtenidos de la determinación anterior fueron convertidos para una superficie de una hectárea, y expresados en t ha^{-1} .

Los datos obtenidos fueron sometidos al Análisis de Varianza, mediante el Test Fisher; y en los casos que el mismo detectó diferencias significativas entre tratamientos, estos fueron comparadas entre sí, por el Test de Tukey al 5%.

Resultados y discusión

En la Tabla 1, para las determinaciones estudiadas, se observan la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, de acuerdo al Test de Tukey al 5%.

Para la determinación peso de frutos por planta el T5, es el que logró los mejores resultados, obteniendo diferencias estadísticas con respecto a los demás tratamientos. El T4 es el siguiente en orden de importancia en cuanto a los valores obtenidos, logrando diferencias estadísticas por sobre T1, aunque sin diferir estadísticamente de T2 y T3, que entre ellos demuestran igualdad estadística. Por su parte T1, que no recibió aplicación alguna de enmiendas, ni fertilizantes; demuestra los resultados más exiguos para esta determinación.

Resultados contrarios obtenidos en este experimento fueron logrados por Nechet et al. (2004) que al evaluar cinco híbridos comerciales de pimiento en ambiente protegido, obtuvieron peso de frutos individuales de entre 59,2 y 86,3 g levemente inferiores a los 65,40 y 91,69 conseguidos en este trabajo. Otras investigaciones realizadas por Lyra Filho et al. (2004), evaluando híbridos de pimiento en ambiente protegido, reportaron peso de frutos individuales de 94,85 g; levemente superiores a los 91,69 g logrados en este experimento.

Para la determinación peso de frutos individuales el T5 presentó los mejores resultados a nivel estadístico. A su vez, T1, T2, T3, y T4, no presentan diferencias estadísticas entre sí; difiriendo entre ellos solamente a nivel numérico.

Tabla 1. Comparación de medias para las determinaciones de peso de frutos por planta (kg planta^{-1}), peso de frutos individuales (g fruto^{-1}) y rendimiento t ha^{-1} en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) sometidos a los tratamientos. Concepción - Paraguay, 2016.

Tratamiento	Peso de frutos por planta (kg planta^{-1})	Peso de frutos individuales (g fruto^{-1})	Rendimiento (t ha^{-1})
T5	3,21 a	91,69 a	64,30 a
T4	2,58 b	70,27 b	51,71 b
T3	2,30 bc	70,12 b	46,13 bc
T2	2,03 bc	65,58 b	40,75 bc
T1	1,93 c	65,40 b	38,71 c
CV (%)	13,74	11,52	0,013
Media General	2,41	72,61	48,32
DMS	0,57	14,48	11,49

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí, según el test de Tukey al 5%. CV: Coeficiente de variación, DMS: Diferencia mínima significativa.

Tal como se dio en la determinación anterior el T1 (testigo sin aplicación), demuestra los valores de menor cuantía ya que no recibió ningún tipo de fertilizantes. Según Louisa y Taguiling (2013) la fertilidad de los suelos es el recurso fundamental para una elevada producción de los cultivos, su mantenimiento es un prerrequisito para lograr una producción sostenible. Para la determinación rendimiento, T5 demostró el mejor comportamiento, logrando una productividad de $64,30 \text{ t ha}^{-1}$, y difiriendo a nivel agronómico y estadístico con los demás tratamientos. A la vez, T4, T3, y T2, son iguales estadísticamente entre sí, aunque entre ellos se dan diferencias agronómicas importantes, que llegan a las $10,99 \text{ t ha}^{-1}$. Los resultados más bajos se dieron con el T1, que sin embargo resulta igual a nivel estadístico, con respecto a T2 y T3.

Entre T5, y T1, que para esta determinación demuestran los valores extremos, hay una diferencia de $25,58 \text{ t ha}^{-1}$; suma extremadamente importante en lo que se refiere a la productividad general del rubro en estudio. Según Fernández (2007), investigando sobre fertilización orgánica y mineral en zapallito de tronco consiguieron rendimientos en un 25% superiores al testigo, sin fertilización; cifras inferiores a las obtenidas en esta investigación; dónde las diferencias fueron

de hasta un 40%, entre el testigo sin aplicación y el tratamiento de mayor rendimiento.

El efecto favorable de la aplicación de los tres nutrientes básicos en rendimiento de frutos de pimiento, es mencionado por varios autores, entre ellos Locascio y Allgood (1992). Los rendimientos citados llegan hasta $26,40 \text{ t ha}^{-1}$; inferiores a los $64,30 \text{ t ha}^{-1}$, a los cuales se llegaron en esta investigación. Peixoto et al. (1999), trabajando con híbridos de pimiento en invernadero, mencionan rendimientos que variaron entre 34 y 65 t ha^{-1} , análogos a los obtenidos en este trabajo donde los rendimientos variaron entre $38,71$ y $64,30 \text{ t ha}^{-1}$.

Conclusión

Teniendo en cuenta las determinaciones peso de fruto por planta, peso promedio de fruto y rendimiento kilogramos por hectárea el mejor tratamiento fue el T5.

En todas las determinaciones, hubo efecto significativo en los tratamientos T2, T3, T4 y T5 aplicados. A mayores dosis de las enmiendas minerales aplicadas al pimiento, cultivado en ambiente protegido, se dieron aumentos en el rendimiento del cultivo.

Referencias bibliográficas

- DINAC (Dirección de Meteorología e Hidrología). 2016. Dirección de Meteorología e Hidrología (en línea, sitio web). Consultado 6 oct. 2016. Disponible en <http://www.meteorologia.gov.py/>
- Fernández, G. 2007. Extracción análisis, estabilidad y síntesis de capsaicinoides. Tesis Doctoral. España, Universidad de Cádiz. 45 p.
- Fonseca, R; Chailoux, M; Tamayo, V; Vega, G; Anaya, K. 2012. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en el rendimiento del Pimiento (*Capsicum annun* L.) (en línea). Revista Granma Ciencia 16(3). Consultado 6 oct. 2016. Disponible en http://www.grciencia.granma.inf.cu/vol%2016/3/2012_16_n3.a3.pdf/
- Locascio, SJ; Alligood, MR. 1992. Nitrogen and potassium source and N-rate for drip-irrigated pepper. Proceedings Florida State of Horticultural Society 105:323-325.
- Louisa, MG; Taguiling, G. 2013. Quality improvement of organic compost using green biomass. European Scientific Journal 9(36):1857-7881.
- Lyra Filho, HP; Maranhao, EHa; Silva, MCL; Sa, Val. 2004. Avaliação de cultivares e híbridos de pimentão (*Capsicum annun* L.) em Vitoria de Santo Antão-Pfi. Horticultura Brasileira, Brasilia, Trabalho apresentado no 44 Congresso Brasileiro de Olericultura. CD-ROOM.
- Nechet, K; Haifeld-Viera, B; Pereira, P; Moura, M; Silva, M. 2004. Produção de híbridos comerciais de pimentão (*Capsicum annun* L.) em cultivo protegido no Estado de Roraima. Horticultura Brasileira, Brasilia, v. 22. Suplemento CD-ROOM. Trabalho apresentado no 44 Congresso Brasileiro da Olericultura.
- Peixoto, JR; Ramos, Rs; Faria, B; Silva, C; Angells, B. 1999. Avaliação de genótipos de pimentão no período de inverno, em Araguari, MG. Pesquisa Agropecuária Brasileira 34(10):1865-1869.

Sistemas regionales exitosos de producción de cebolla *Allium cepa* en el Chaco mediante el uso eficiente de agua

Edgar Amarilla^{1*}, Adán Oporto¹, Oscar Salinas¹, Antero Cabrera¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Tte. 1ero Manuel Irala Fernandez, Paraguay.

*Autor para correspondencia: e.dg.amar62@gmail.com

Introducción

La producción de cebolla en el país se realiza predominantemente en los departamentos de Cordillera, Central, Paraguarí y Caaguazú con una superficie aproximada de 200 hectáreas y con un promedio de rendimiento de 12 t ha⁻¹. En la zona de La Colmena y Acahay, existen unos 300 productores (Campo Agropecuario 2016).

La cebolla es un rubro hortícola con gran potencial de desarrollo; sin embargo más del 80% del total comercializado en el Mercado Central de Abasto de Asunción provienen de la Argentina (MAG/ Dirección de Comercialización 2010). La escasez de agua ha sido y sigue siendo el factor limitante para la producción agropecuaria en el Chaco, en especial para la producción de cultivos agrícolas y hortofrutícolas impidiendo el buen desarrollo y rendimiento de los mismos (Harder et al. 2004). En la región occidental existen algunas experiencias exitosas sobre la producción de cebolla en algunas localidades como zona del Pilcomayo, Puerto Casado, Carmelo Peralta, Isla Poi, Pirizal y Yalve Sanga (Atlas Geográfico del Chaco Paraguayo 2009). Algunos de los productores utilizan tecnologías de punta como fertilización adicional y riego por goteo, con rendimientos que superan las 40 toneladas. Uno de los productores líderes en adopción de tecnologías es el Señor Herber Hieber de la localidad de Isla Poi, con una superficie de cultivo de cebolla de aproximadamente 22 hectáreas en tablones construidos en forma mecanizada, con riego y fertilización por goteo. Otros productores ubicados en la Comunidad Betania lo cultivan en forma manual en superficies reducidas con sistemas de riego por goteo.

Este documento, describe un sistema de producción de cebolla de bulbo en finca de productores de la región Occidental del Paraguay

Metodología

Este estudio se realizó entre los meses de abril a noviembre del año 2016. Las informaciones en él contenidas están sistematizadas de la experiencia de algunos productores líderes tecnológicos con resultados satisfactorios en la práctica hortícola con énfasis en la producción de cebolla de bulbo, a través de diálogos semi-estructurados durante las múltiples visitas a finca de productores líderes de la Comunidad Indígena Betania e Isla Poi.

Otras informaciones relevantes y actualizadas se consultaron en fuentes bibliográficas y entrevistas personales con técnicos especialistas de la Cooperativa Chortitzer Komitee.

Resultados y discusión

El sistema de producción actual es de cultivo con riego tecnificado (por goteo); Siembra en almácigo en los meses de abril a mayo, utilizando 5 gramos de semilla por metro cuadrado; Trasplante a campo, 4 a 6 semanas después, en tablones de 1,1 m de ancho, altura de 10 a 15 cm y longitud no superior a 50 m. cuando preparados en forma mecanizada, para superficies superiores a 1 ha (gran escala); y preparados en forma manual para superficies menores (pequeña escala). El trasplante se realizó con una distancia de 10 cm entre plantas y 20 cm entre hileras. Los cuidados culturales incluyen el control de malezas con uso de herbicidas selectivos en producción a gran escala y, en forma manual en el sistema de producción a pequeña escala;

éstos no utilizan tipo alguno de producto para el control de insectos y enfermedades que atacan al cultivo, en cambio los grandes productores utilizan productos químicos aplicados en forma mecanizada de acuerdo a las necesidades.

Los sistemas de riego por goteo, con instalación de motobombas eléctricas, filtros, caños de plásticos, conectores y cinta de goteo; se colocan en forma paralela a los almácigos, uno para cada tres hileras, en suelos pesados; y una para cada dos líneas, en suelos arenosos. La cantidad aplicada y la frecuencia dependen de la cantidad de agua disponible por cada tipo de productor, llegándose a aplicar aproximadamente 400 mm de agua por ciclo, por hectárea. Para la producción de plantines también se utiliza riego por goteo. Los déficit hídricos en época de llenado de los bulbos, afectan notablemente la producción y, además se observa una precocidad de 20 a 25 días aproximadamente en la época de cosecha.

La cosecha se realiza aproximadamente a los 100 días después del trasplante, cuando más del 80% de las plantas presentan tumbamiento. Para el proceso de curado, las plantas se dejan que continúen perdiendo humedad y termine el sellado del cuello por aproximadamente una semana para luego terminar bajo sombra. En días muy calurosos se reduce el proceso a sol para evitar quemaduras. La clasificación se realiza por tamaño y se colocan en bolsas cebolleras de plástico de 18 a 20 kg cada una. La comercialización se realiza en forma local en caso de pequeños productores; los más grandes lo venden en supermercados, Mercado Central de Abasto de Asunción y otras localidades.

Conclusión

El cultivo de la cebolla en el Chaco Central presenta un gran potencial de desarrollo por contar con condiciones edafoclimáticas adecuadas para este rubro. Los sistemas locales de producción están ampliamente validados en fincas de productores.

El cultivo de la cebolla en el Chaco no solo tiene grandes potencialidades sino que, es una realidad porque existe; un paquete tecnológico adecuado y probado en la zona; capacidad organizativa de los colonos menonitas para producir y comercializar; gran interés de producción de parte de latinos e indígenas; técnicos capacitados y disponibles en las instituciones públicas de la zona; disponibilidad de mano de obra local (autoempleo); la producción local no satisface la demanda actual; productos bien curados permiten una mejor calidad y prolongado período pos cosecha.

Referencias bibliográficas

- Atlas Geográfico del Chaco Paraguayo. 2009. Informe y 12 mapas temáticos. Asunción, Unidad GIS, REDIEX. 50 p.
- Campo Agropecuario. 2016. Cebolla para todo el tiempo. Asunción, PY. 453 p. (Jornadas Técnicas).
- Harder, W; Thiesen H; Klassen N. 2004. Libro de agua: colecta, almacenamiento, utilización y reciclaje de agua en el Chaco Central. Paraguay, Servicio Agropecuario Chortitzer Komitee.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección de Comercialización). 2010. Situación del mercado de la cebolla. Asunción, PY.

Respuesta del maíz chipa a la fertilización nitrogenada en dos sistemas de siembra

Eulalio Morel López^{1*}, Gloria Villalba Portillo¹, Rubén Alejandro Ovelar Centurion¹, Florencio David Valdéz Oacmpo¹, Wilfrido Daniel Lugo Pereira¹, Oscar Caballero Casuriaga¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay.

*Autor para correspondencia: lopezeulalio@hotmail.com

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es una poaceae anual de crecimiento rápido y gran capacidad reproductiva adaptada a las más diversas condiciones de clima y suelo. Constituye, después del trigo y el arroz, el cultivo más importante para la alimentación humana y animal (CIMMYT 1998). La producción de maíz es una actividad que reviste una particular importancia por ser éste, uno de los granos de mayor consumo en la dieta diaria, además por ser una actividad históricamente implementada principalmente por pequeños y medianos productores (INTA 2000).

En el departamento de Concepción, los suelos donde se cultiva el maíz, están degradados en su mayoría para garantizar la productividad. El maíz tiene gran capacidad de absorción de nutrientes y requiere de un suelo de buena fertilidad, especialmente en nitrógeno para obtener producción óptima.

La elección de la densidad es un importante factor de producción del cultivo de maíz al alcance del agricultor. Por tal motivo, resulta deseable por parte de los agrónomos, definir las relaciones entre cantidad de plantas logradas por unidad de superficie en un cultivo y su rendimiento, para distintas situaciones de oferta (Campodonico 2012).

Poder conocer el potencial de productividad de una variedad nueva del maíz tipo amiláceo en las condiciones de suelos y climas de Concepción y encontrar un nivel adecuado de fertilización nitrogenada y el sistema de siembra que consiga aumentar la producción de este rubro mejoraría las condiciones socioeconómicas de los pequeños productores de la región.

Los fertilizantes ofrecen un rápido y efectivo medio de suplementación de nutrientes para los cultivos, y puede llegar a incrementar grandemente la producción por eso su uso racional es considerado como el factor más importante para la maximización de la producción.

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el rendimiento del maíz chipa variedad Guaraní V 253, en dos espaciamientos de siembra y diferentes niveles de nitrógeno.

Metodología

El experimento se estableció en la finca del Sr. Carlos Villalba, ubicada en la localidad de Pio X a 18 km de la ciudad de Concepción, Departamento de Concepción.

El clima de la zona se caracteriza por presentar temperaturas promedio de entre 14°C y 26°C, con máximas de 45°C en estación de verano y mínimas de 4°C en estación de invierno, con leves incidencias de heladas. Los niveles de precipitación media anual están alrededor de 1.535 mm, datos proveídos por la Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil Paraguay (DINAC 2014).

El diseño experimental fue el de bloques completos al azar con arreglo en parcelas subdivididas, con 10 tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos se conformaron de dos factores: dos sistemas de siembra (una planta por hoyo cada 0,20 m y dos plantas por hoyo con 0,40 m con 1 m entre hileras) y cinco niveles de nitrógeno. Cada unidad experimental estuvo constituida de cuatro hileras de 5 m de largo. En la Tabla 1 se puede observar

los tratamientos que fueron utilizados en el experimento.

Previo a la siembra (15 días antes de la siembra) se realizó la preparación del suelo con una rastra pesada. Posteriormente se delimitó el área experimental para cada unidad. La siembra se efectuó en noviembre del 2014 después de una buena precipitación. A los 20 días después de la emergencia se realizó el raleo para cumplir con los espaciamientos propuestos en los tratamientos.

La fuente de fertilización nitrogenada usada fue la urea, aplicándose con la siembra 30% de nitrógeno estipulada en cada tratamiento y el 70% restante fue aplicado en cobertura a los 35 días después de la emergencia. El fertilizante fue depositado en hoyos abiertos alrededor de la planta a una distancia de 0,10 m de profundidad, posteriormente fueron tapados con tierra.

Cuando aparecían las malas hierbas se realizó la limpieza del cultivo en forma manual utilizando

azada y el control de plagas fue realizado mediante insecticida (Thiodicarb 150 g ha⁻¹) para eliminar el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). La cosecha se realizó cuando la planta cumplió su estadio fenológico, aproximadamente a los 140 días después de la emergencia.

Para la determinación del rendimiento fueron cosechadas la totalidad de las mazorcas de la parcela útil de cada tratamiento, luego del trillado los granos fueron pesados y los resultados expresados en kg ha⁻¹.

Los datos obtenidos fueron evaluados estadísticamente, para el efecto se recurrió al análisis de varianza (ANAVA), para verificar si existe o no diferencias significativas entre los tratamientos. Las medias que expresaron diferencias significativas, fueron comparadas entre sí por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error para categorizar los tratamientos. También se realizó una ecuación de regresión para determinar la dosis de máxima eficiencia técnica y económica

Tabla 1. Factores y niveles utilizados como tratamientos en el experimento. Concepción, Paraguay, 2015.

Factores	Niveles	Símbolo
Espaciamientos	1 x 0,20 m (1 planta hoyo ⁻¹)	E1
	1 x 0,40 m (2 plantas hoyo ⁻¹)	E2
Niveles de nitrógeno kg ha ⁻¹	0	F1
	50	F2
	100	F3
	150	F4
	200	F5

Resultados y discusión

En la Tabla 2 se constata que hubo un efecto altamente significativo sobre la producción de granos del maíz amiláceo debido a los espaciamientos diferenciados y a los niveles de nitrógeno utilizados. De la misma manera, se observa que hubo interacción significativa entre los dos factores estudiados.

Considerando el promedio de la producción de maíz en función al espaciamiento se observa en la Tabla 2 que con el espaciamiento de 0,20 m (1 planta hoyo⁻¹) se obtuvo rendimiento superior al espaciamiento de 0,40 m (2 plantas hoyo⁻¹). Se observa también que, la producción de granos de maíz fue menor en el testigo sin fertilización nitrogenada con relación a todos los tratamientos con fertilización, presentándose una diferencia de

Tabla 2. Rendimiento de granos con diferentes niveles de nitrógeno en dos sistemas de siembra de maíz chipa variedad Guaraní V 253. Concepción, 2015.

Factores	Niveles (metros)	Rendimiento de granos (kg ha ⁻¹)	
			TT(1)
Espaciamientos (A)	0,20	2.145,53	A
	0,40	1.868,87	B
Niveles de N (B)	kg ha ⁻¹		
	0	1.422,22	B
	50	2.008,33	A
	100	2.244,38	A
	150	2.300,05	A
	200	2.061,00	A
Fc (A)		18,7678 **	
Fc (B):		23,8883 **	
Fc (AB.		6,1531 **	
(2)CV%		8,71	

(1)TT: Test de Tukey: medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error; (2) C.V: Coeficiente de variación; ** Altamente significativa

877,83 kg ha⁻¹ de producción de granos a partir del testigo sin fertilización, hasta la dosis de 150 kg ha⁻¹, para luego decrecer ligeramente con las dosis más altas. Con la aplicación de 150 kg ha⁻¹ de nitrógeno aumentó la producción en un 32,58% comparado al testigo.

El desdoblamiento del factor B (niveles de fertilizante) dentro del factor A (espaciamiento entre hoyos), indica que para el arreglo de 0,20 m la dosis de 150 kg ha⁻¹ de nitrógeno produjo 2.694,43 kg ha⁻¹, siendo superior al testigo sin fertilización y a los obtenidos con las dosis de 50 y 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno (Tabla 3).

Tabla 3. Interacción de las dosis de fertilizantes con los espaciamientos en el cultivo de maíz chipa variedad Guaraní V 253. Concepción, 2015.

Tratamientos	Descripción kg ha ⁻¹	0,20 m con 1 planta hoyo ⁻¹		0,40 m con 2 planta hoyo ⁻¹	
		TT (1)		TT (1)	
		(kg ha ⁻¹)		(kg ha ⁻¹)	
		(**)		(**)	
	0	1.538,86 a	C	1.305,56 a	B
Dosis de nitrógeno	50	1.958,33 a	B C	2.058,33 a	A
	100	2.252,66 a	B	2.236,10 a	A
	150	2.694,43 a	A	1.905,66 b	A
	200	2.283,33 a	A B	1.838,66 b	A
(2)DMS		432,17		432,17	

(1) TT: Test de Tukey: En las columnas, medias seguidas por la misma letra, mayúscula en la vertical y minúscula en la horizontal, difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

(2) DMS: Diferencia mínima significativa, ** Altamente significativo

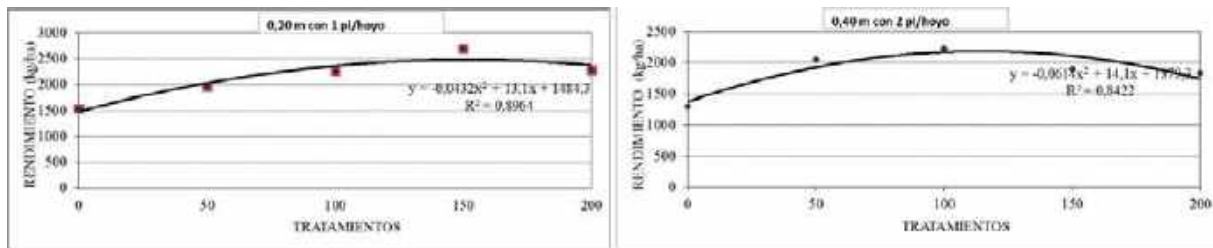


Figura 1 y 2. Curva de respuesta ajustada del rendimiento de granos de maíz chipá en dos sistemas de siembra, con diferentes niveles de nitrógeno, Concepción, Paraguay, 2015.

Para el espaciamiento de 0,40 m, con la dosis de 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno se obtuvo la mayor producción de granos de maíz amiláceo (2.236,10 kg ha⁻¹), siendo superior al testigo y similar a los demás.

Machado (2013), investigando la productividad y adaptabilidad de cultivares de maíz harinoso avatí moroti, consiguió rendimiento de 4.272 kg ha⁻¹ con la variedad Guaraní V 252, no alcanzados en esta investigación, donde se obtuvo 2.694,43 kg ha⁻¹, utilizando el sistema de 0,20 m (1 planta hoyo⁻¹) con la aplicación de 150 kg ha⁻¹ de nitrógeno.

En el análisis de regresión realizado con las dosis de nitrógeno para el espaciamiento de 0,2 m, se obtuvo una respuesta cuadrática, donde $Y = -0,0432x^2 + 13,1x + 1484,3$ con coeficiente de determinación R² de 0,89 (Figura 1).

A partir de la ecuación citada más arriba se obtuvo la Máxima Eficiencia Técnica (MET) de 2.477 kg ha⁻¹ de maíz, correspondiente a una dosis de 152 kg ha⁻¹. La dosis de máxima eficiencia económica (DMEE) se alcanzó con la dosis de 57 kg ha⁻¹, correspondiendo a un rendimiento estimado de 2.230 kg ha⁻¹, valor que corresponde al 90% de la MET.

El precio de referencia del maíz fue de 2.000 gs kg⁻¹ y 10.870 gs kg⁻¹ para el fertilizante utilizado.

Para el espaciamiento de 0,4 m, la curva de respuesta de la producción de granos de maíz a las dosis de nitrógeno obtenidas también presenta una respuesta cuadrática, donde $Y = -0,0614x^2 + 14,1x + 1379,3$ con coeficiente de determinación R² de 0,84 (Figura 2).

A partir de la ecuación se obtuvo la MET aplicando de 2.189 kg ha⁻¹ de granos de maíz, con una dosis de 115 kg ha⁻¹. La dosis de máxima eficiencia económica (DMEE) se alcanzó con la dosis de 54 kg ha⁻¹, correspondiendo a un rendimiento estimado de 1.970 kg ha⁻¹, valor que corresponde al 90% de la MET.

Conclusiones

El rendimiento en granos se obtuvo mejor resultado con la dosis de 150 kg ha⁻¹ de nitrógeno con 2.300,05 kg ha⁻¹.

La MET es de 2.477 kg ha⁻¹ y 2.189 kg ha⁻¹ de maíz para la densidad 0,20 m y 0,40 m.

Se recomienda la DMEE de 57 kg ha⁻¹ de nitrógeno en la densidad de 0,20 m y la densidad de 0,40 m es de 54 kg ha⁻¹.

Referencias bibliográficas

- Campodónico, F. 2012. Evaluación de rendimientos de maíz en función de distintas densidades de siembra, en el partido de Lima, provincia de Buenos Aires. Ing. Producción Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias, PUCA. 27 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME). 1998. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. 38 p.
- DINAC (Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil). 2014. Consulta personal.



INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI). 2000. Informe validación de la variedad de maíz Nicaragua Blanco en el departamento de Estelí, NI. Nicaragua, INTA. p. 5-7.

Machado, V. 2013. Productividad y adaptabilidad de cultivares de maíz harinoso Avatí moroti, IPTA. *Investig. Agrar.* 15(2):75-81.

Productividad de cultivares de trigo *Triticum aestivum* L. en tres localidades del departamento de San Pedro

Amalio Mendoza^{1*}, Juan Carlos Ramírez², Aníbal Centurion³, Ramón Sosa¹, Luz Almiron³

¹Facultad Ciencias de la Producción, filial Chore. Universidad Nacional de Caaguazú (FCP – UNCA). San Pedro, Paraguay.

²Programa de Investigación de Trigo. (IPTA – Capitán Miranda). Itapúa, Paraguay.

³Facultad Ciencias de la Producción filial Itacurubi del Rosario. Universidad Nacional de Caaguazú (FCP – UNCA). San Pedro, Paraguay.

*Autor de correspondencia: amalio.mendoza@hotmail.com

Introducción

El auge productivo del trigo durante los últimos años ha permitido al Paraguay exportar un excedente de casi un millón de toneladas cada ciclo, durante los últimos tres años. El trigo, un cultivo de invierno, debe ser considerado como parte del sistema de producción, no sólo para lograr una mayor productividad, sino también para mejorar la sustentabilidad del sistema como tal (Kohli et al. 2012).

Debido a factores de manejos y bioclimáticos, el cultivo de trigo en la zona norte de Paraguay es restringido. La diversidad de áreas de cultivos constituye una solución para disminuir la variación en la producción total de trigo proveniente de adversidades climáticas (Cargnin et al. 2006).

La diversificación de cultivares y de ciclo de crecimiento es recomendable para la minimización de riesgos en el cultivo (Mai 2014). La selección de cultivares con desempeño agronómico satisfactorio, o sea, que tenga productividad elevada en varios ambientes de cultivo, es de extrema importancia para quien produce trigo, para obtener cultivares más estables.

En base a eso el trabajo tuvo como objetivo evaluar la productividad de diferentes cultivares comerciales de trigo en tres ambientes del departamento de San Pedro.

Metodología

El experimento fue realizado en tres localidades del departamento de San Pedro. Campo Experimental de la Facultad de Ciencias de la Producción de la Universidad Nacional de Caaguazú (FCP – UNCA), filial Itacurubi del Rosario (24° 30' 00" S y 56° 40' 54"), Choré (24° 12' 00" S y 56° 34' 00") y Santa Rosa del Aguaray (23° 53' 00" S y 56° 34' 00").

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con ocho tratamientos conformado por los cultivares ITAPUA 85, DON ALBERTO, CD-116, CD-154, CD-104, ITAPÚA 75, CANINDE 21 y CD-108, con tres repeticiones en cada localidad. La parcela experimental consistió en cuatro hileras de 5,0 m de largo y 0,20 m de separación y depositándose 300 a 400 semillas por m², siendo las dos hileras centrales la parcela útil. La implantación de experimento se realizó en fecha 20/04/16, 30/04/16 y 05/05/16 en las localidades de Choré, Santa Rosa del Aguaray e Itacurubi del Rosario, respectivamente. Fueron considerados todos los manejos necesarios para la producción de cultivo.

Para este trabajo se analizaron los siguientes caracteres: rendimiento de grano, en kg ha⁻¹, masa de 1.000 granos (g), longitud de espiga (cm) y altura de planta (cm). La longitud de espiga y altura de plantas fueron evaluadas en 10 plantas en estadio de madurez fisiológica.

Para todos los análisis (ANOVA conjunta,

comparaciones de medias general y por localidades y estimación de la interacción en partes complejas) fueron utilizados el programa GENES (Cruz 2013).

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se puede observar efecto significativo para REND (rendimiento de grano) lo cual demuestra una variación entre los cultivares evaluados. También fue registrado efecto significativo en la fuente de variación “AMBIENTE” siendo así diferentes los ambientes donde fueron evaluados los cultivares.

Efecto de interacción genotipo x ambiente fue registrado solo para las variables LE (longitud de espiga) y AP (altura de planta).

La expresión del potencial de productividad de granos depende de factores genéticos y ambientales, bien como la interacción entre ambos, lo que resulta en expresiva diferencia en el desempeño de los cultivares cuando son cultivados en diferentes condiciones ambientales (Yan y Holland 2010). La interacción ocurre cuando hay respuestas diferenciadas de los genotipos en relación del ambiente (Cruz et al. 2012).

Tabla 1. Cuadrados medios del rendimiento de granos, masa de 1000 granos, longitud de espiga y altura de plantas de trigo. San Pedro, Paraguay. 2016.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		REND ¹	P1000G ¹	LE ¹	AP ¹
BLOQUE/AMB	6	185.330,63	0,92	1,34	27,49
BLOQUE	2	64.374,65	2,28	0,6	27,85
BLOQUEx AMB	4	245.808,62	0,24	1,71	27,31
GENOTIPO	7	427.648,60**	37,80**	2,93ns	66,06ns
AMBIENTE	2	6.612.103,79*	2,07ns	73,99**	4629,62**
GEN x AMB	14	153.270,08ns	3,45ns	3,57**	73,84**
RESIDUO	42	93.667,26	4,6	0,576	7,92
TOTAL	71				
CV (%)		14,36	6,02	10,93	4,32
² Razón (>CMr/<CMr)		1,92	2,28	4,51	4,44

¹ REND: rendimiento de granos; P1000G: masa de 1.000 granos; LE: longitud de espiga; AP: altura de planta
**, *, ns Significativo a 1 %, a 5 % de probabilidad y no significativo por el test de F, respectivamente.

²Razón (>CMr/<CMr): Relación entre el mayor y menor cuadrado medio de residuo, obtenida en el análisis de varianza individual, CV: Coeficiente de variación

El coeficiente de variación presentó valores inferiores a 20% lo cual demuestra confiabilidad en los datos analizados. Por otro lado, los valores entre el mayor y menor cuadrado medio residual, en que se constata que estos no fueron superiores a siete, obedeciendo así a los criterios de homogeneidad de los cuadrados medios residuales para la realización del análisis de varianza conjunta (Pimentel-Gomes 1990).

En la Tabla 2 se observa que el cultivar ITAPUA 85 fue el de mayor rendimiento

(REND) considerando las tres localidades con media de 2.440,42 kg ha⁻¹ seguido del cultivar DON ALBERTO con media de 2.262,69 kg ha⁻¹, el cultivar con menor REND fue el CD-108. Para mil granos ITAPUA 75 fue el mejor y siendo estadísticamente iguales al CD – 154; en longitud de espiga no hubo diferencia estadística en cambio para altura de planta el CD – 116 fue el que presentó mayor valor y el CD – 108 con el menor valor para altura de planta.

Tabla 2. Medias del rendimiento de granos, masa de 1.000 granos, longitud de espiga y altura de planta de diferentes cultivares de trigo de las tres localidades. San Pedro, Paraguay. 2016.

REND ¹			P1000G ¹			LE ¹			AP ¹		
Genotipo	Media	Tt ²	Genotipo	Media	Tt ²	Genotipo	Media	Tt ²	Genotipo	Media	Tt ²
ITAPUA 85	2440,42	a	IPAPUA 75	39,13	a	ITAPUA 85	7,99	a	CD-116	68,04	a
DON ALB	2262,69	b	CD-154	37,37	ab	CD-154	7,44	a	ITAPUA 75	67,48	ab
CD-116	2244,58	c	CD-108	36,27	bc	ITAPUA 75	6,99	a	CD-154	67,06	ab
CD-154	2243,79	c	ITAPUA 85	36,22	bc	CD-104	6,95	a	ITAPUA 85	65,91	abc
CD-104	2192,14	d	DON ALB	35,02	bcd	CD-116	6,66	a	DON ALB	65,37	bc
ITAPUA 75	1966,94	e	CD-104	34,43	cd	DON ALB	6,66	a	CANINDE 21	63,86	c
CANINDE 21	1872,91	f	CD-116	33,71	cd	CD-108	6,44	a	CD-104	63,61	c
CD-108	1820,12	g	CANINDE 21	32,83	d	CANINDE 21	6,21	a	CD-108	59,74	d

¹ REND: rendimiento de granos (kg ha⁻¹); P1000G: masa de 1.000 granos (g); LE: longitud de espiga (cm); AP: altura de planta (cm); ²TT: Test de Tukey: media seguida por la misma letra en la columna no difiere entre si al 5% de probabilidad de error, CV: Coeficiente de variación

Según Silva et al. (2011) el potencial de productividad de granos puede ser maximizado por la selección adecuada de cultivares, sin que estos constituyan en aumento relativo del costo de producción.

Como se observa en la Tabla 3 el cultivar ITAPUA 85 fue el que mejor se comportó en dos ambientes (Choré y Santa Rosa del Aguaray) mientras que en la localidad de Itacurubi del Rosario fueron registrados el mayor rendimiento con 3030,97 kg ha⁻¹ para el cultivar CD-116.

Tabla 3. Medias del rendimiento de granos (kg ha⁻¹) por ambiente evaluado de cultivares de trigo. San Pedro, Paraguay. 2016.

Itac. del Rosario			Choré			Santa Rosa del Aguaray		
CD-116	3040,97	a ¹	ITAPUA 85	2046,08	a	ITAPUA 85	2442,04	a
DON ALBERTO	2944,17	b	CD-104	1977,39	b	CD-154	2349,01	b
ITAPUA 85	2833,16	c	ITAPUA 75	1797,93	c	CD-116	2123,06	c
CD-154	2758,38	d	DON ALBERTO	1791,28	d	DON ALBERTO	2052,62	d
CD-104	2741,77	e	CD-154	1623,99	e	CD-104	1857,25	e
CD-108	2716,84	f	CANINDE 21	1589,67	f	CANINDE 21	1810,73	f
ITAPUA 75	2458,28	g	CD-116	1569,73	g	ITAPUA 75	1644,61	g
CANINDE 21	2218,34	h	CD-108	1178,68	h	CD-108	1564,85	h
Media	2713,99	A		1696,84	C		1980,52	B

¹TT: Test de Tukey: media seguida por la misma letra mayúscula en el horizontal y minúscula en la vertical no difiere entre si al 5% de probabilidad de error

Según comentarios de Ramírez (2014) el cultivar ITAPUA 85 tiene potencial de rendimiento de 3.500 a 4.000 kg ha⁻¹, cuya media es superior pero ajustada para la zona norte del país.

En la Tabla 4 se nota que las características longitud de espiga y altura de planta revelaron interacciones complejas superior a 50%.

Tabla 4. Estimaciones de las interacciones complejas (%C) para longitud de espiga (LE) y altura de planta (AP). San Pedro, Paraguay. 2016.

Características	Estimaciones Porcentuales das Interacciones Complejas ¹
LE	92,93
AP	111,32

¹Método de Cruz y Castoldi (1991).

La interacción de tipo compleja indica la inconsistencia de la superioridad de genotipos con la variación ambiental, o sea, habrá genotipos con desempeño superior en un ambiente, mas no en otro, tornando más difícil la selección y/o recomendación de estos (Cruz et al. 2012).

Conclusión

Los cultivares evaluados presentaron efectos diferenciados para masa de 1.000 granos y el rendimiento de granos; siendo ITAPUA 85 el cultivar con mejor rendimiento con media de 2.440,42 kg ha⁻¹ en las tres localidades.

Los ambientes presentaron diferencias significativas, siendo mejor la localidad de Itacurubi del Rosario para la producción de trigo.

No se registró efecto de interacción significativa de genotipo por ambiente para el rendimiento de granos y masa de 1.000 granos.

Referencias bibliográficas

- Cargnin, A; Souza, MA; Carneiro, PCS; Sofatti, V. 2006. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 41 (6): 6 987 – 993.
- Cruz, CD. 2013. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum* 35 (3): 271 – 276.
- Cruz, CD; Castoldi, FL. 1991. Decomposição da interação genotípica x ambientes em partes simples e complexa. *Revista Ceres* 38 (219): 422 – 430.
- Cruz, CD; Regazzi, JA; Carneiro, PCS. 2012. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético v. 1. 4 ed.* Viçosa, BR, UFV. 514 p.
- Kohli, MM; Cabrera, G; Cubilla, LE. 2012. *Guía practica para el manejo y la producción de trigo: fortalecimiento de la investigación y difusión del cultivo del trigo en el Paraguay.* Asunción, Py. 52 p.
- Mai, T. 2014. *Avaliação de cultivares de trigo indicadas para o cultivo no estado do Rio Grande Do Sul.* Teses de Engenheiro Agrônomo. Curso de Agronomia, Departamento de Estudos Agrários da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, BR. 30 p.
- Pimentel-Gomes. 1990. *Curso de estadística experimental.* 13 ed. Piracicaba BR, Nobel, 450 p.
- Ramírez, JC. 2014. *Paraguay: nuevos variedades de trigo para cada región (en línea).* Consultado 14 mar. 2017. Disponible en <http://www.agromeat.com/159132/paraguay-nuevos-variedades-de-trigo-para-cada-region>
- Silva, R; Benin, G; Silva da, G; Marchioro, VS; Almeida de, JL; Matei, G. 2011. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de trigo em diferentes épocas de semeadura, no Paraná. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 46 (11): 1439 – 1447.
- Yan, W; Holland, JB. 2010. A heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation. *Euphytica*, 171: 355 – 369.

Comparación de cultivares de maíz híbrido (*Zea mays* L.) en un suelo Paleudult de Caazapá

Javier Ortigoza Guerreño^{1*} y Denis Adolfo Lambaré²

¹Facultad de Ciencias Agrarias Filial Caazapá de la Universidad Nacional de Asunción -Paraguay.

*Autor para correspondencia: javierortigoza25@hotmail.com

Introducción

El maíz es el cultivo que dispone de mayor diversidad y oferta varietal. Tradicionalmente la selección de un híbrido se realiza en función a su potencial de rendimiento, pero en la actualidad, otros factores resultan de singular interés, como ser su ciclo, adaptación a determinado ambiente que en algunos casos no es de máximo potencial, resistencia a insectos, tolerancias a herbicidas y a enfermedades., resistencia al vuelco y quebrado. Es uno de los rubros más cultivados por los pequeños productores en el departamento de Caazapá y uno de los mayores limitantes del rendimiento es la utilización de variedades convencionales que tienen una baja productividad.

Debido al bajo rendimiento y el alto costo de producción, se impulsa al sector agrícola a adoptar tecnologías que aumenten la productividad. Por otro lado la susceptibilidad de las variedades convencionales a plagas y enfermedades obliga al productor a buscar nuevas alternativas de producción utilizando semillas resistentes a dichos problemas.

Las líneas híbridas ofrecen una productividad más alta, y podría ser una de las herramientas que les permita a los agricultores ser más competitivos e incrementar la producción nacional, así como satisfacer a nivel local las exigencias del mercado.

En este experimento se tuvo como objetivo, comparar el rendimiento de cultivares de maíz híbrido (*Zea mays* L.) en un suelo Paleudult de Caazapá.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el predio de la Facultad de Ciencias Agrarias, en el campo

experimental ubicado en la Compañía 20 de Julio del Distrito de Caazapá, Departamento del mismo nombre, localizado en los paralelos 26° 11' latitud sur y los meridianos 56° 22' longitud oeste, con una altitud de 143 msnm, en un suelo, Rhodic Paleudult (Ultisol), (Lopez et al. 1995) de textura franco-arenosa con precipitación y temperatura media anual de 1.735 mm y 23,2°C respectivamente. La población de estudio fueron los híbridos de maíz DOW 2B604W, DK 910 Pro, DKB 390 VT 3P, DK 919 R2 y AS 1660 PRO.

El diseño utilizado fue bloques completos al azar (DBCA). Los tratamientos consistieron en la comparación de 5 híbridos de maíz: DOW 2B604W, DK 910 PRO, DKB 390 VT 3P, DK 919 R2 y AS 1660 PRO, totalizando cinco tratamientos y cuatro repeticiones, teniendo así 20 unidades experimentales.

Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 5 m de largo por 3,5 m de ancho (17,5 m²), con cinco hileras (5 m) con espaciamiento de 0,70 m y 0.25 m entre plantas, teniendo una densidad de 57.143 pl ha⁻¹. El área experimental fue de 437,5 m² y la parcela útil de 6,3 m². La preparación de suelo se hizo en forma mecánica con un subsolado y rastreada para nivelar el suelo, después se aplicó cal agrícola a una dosis de 2.000 kg ha⁻¹ para corregir el pH del suelo, la siembra se realizó posterior a la apertura de hoyos, esto se hizo el 5 de octubre del 2015 y la fertilización básica con N-P-K de la formulación 10-30-10 a una dosis de 300 kg ha⁻¹, después de una lluvia depositando dos semillas por hoyo, cada 0,25 m. con la cual se consiguió una germinación rápida y uniforme, el raleo se realizó a los 30 DDS (Días Después de Siembra).

El control de plagas y malezas se realizó en tres oportunidades, 30, 50 y 70 DDS respectivamente con productos químicos.

La cosecha se realizó el 18 de febrero del 2016 en donde se cosechó la totalidad de la parcela útil que consistió en 36 plantas.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento de granos (kg ha^{-1}), que fueron cosechados de la parcela útil ($6,3 \text{ m}^2$) de cada unidad experimental que pasaron por un proceso de embolsado, secado, desgranado y posterior pesado en una balanza electrónica, para determinar el rendimiento del maíz; momento de aparición de flores masculina y femenina (R1): para esta variable se observó cada parcela útil y cuando la población tuvo más del 50% de flores masculina y femenina fueron anotadas en un libro de registro y expresados en días después de la siembra; número de hileras por mazorca y número de granos por hilera: se seleccionaron aleatoriamente 5 mazorcas, después se contaron el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera de cada una y posteriormente se promediaron para cada tratamiento.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANAVA) al 5% de probabilidad de error. Al encontrar diferencias significativas entre tratamiento, se realizó prueba de comparación de medias, con el test de Tukey a 5% del nivel de significancia.

Resultados y discusión

El análisis de varianza aplicado al rendimiento de granos en función a los diferentes cultivares de maíz híbrido, arrojó diferencias estadísticas significativas según test de Tukey entre los tratamientos, como se observa en la Figura 1.

En la Figura 1 se observa que el T3 (DKB 390 VT 3P) presenta diferencias estadísticas en comparación al T2 (DKB 910 PRO) y T5 (AS 1660 Pro), pero no presentan diferencias con el T1: (DOW 2B 604W) y el T4 (DKB 919 R2).

El rendimiento más elevado en este experimento se obtuvo con el híbrido DKB 390 VT3P, con un promedio de 8.628 kg ha^{-1} que es similar al estudio realizado por Gamboa y Wilde (s.f) sobre comportamiento de híbridos en

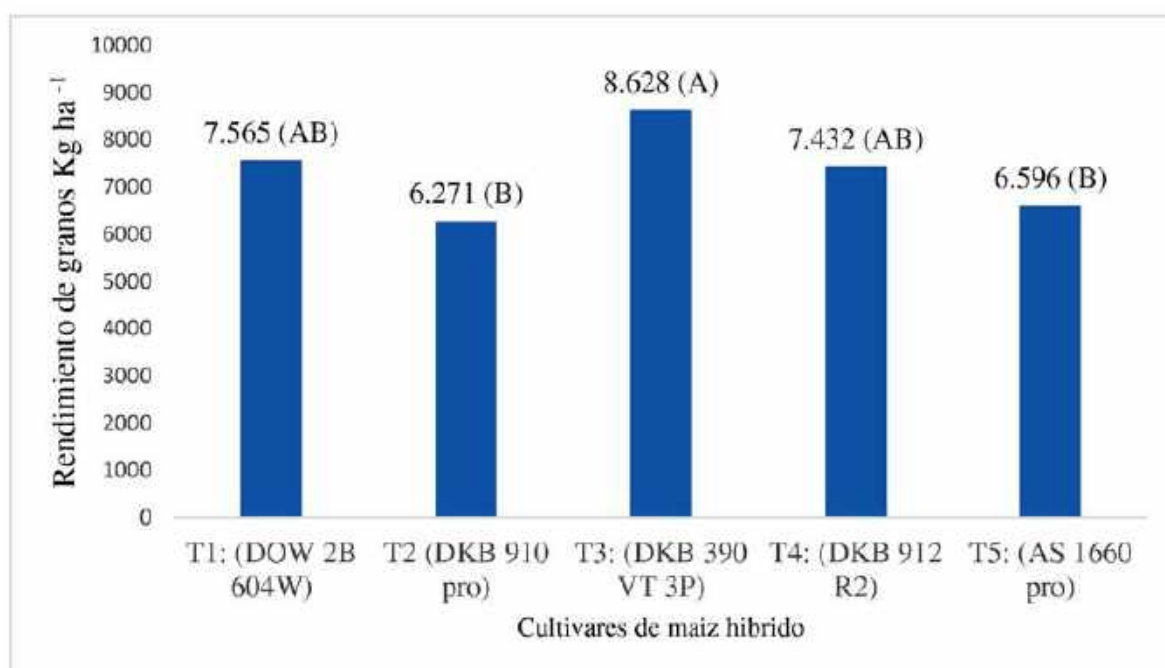


Figura 1. Rendimiento de granos de los cultivares de maíz híbrido (*Zea mays*). FCA UNA-Filial Caazapá, Paraguay 2016. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) al test de Tukey

diferentes ambientes en Tucumán, la misma línea presentó el mejor comportamiento, logrando un rendimiento mayor en 29% en los ambientes más desfavorables, en la comunidad de Mosconi obtuvo un rendimiento promedio de 7.698 kg ha⁻¹. Una investigación realizada por INTA (2012) sobre ensayo comparativo de rendimiento de maíz bajo riego Campaña 2012 – 2013 en donde el híbrido DKB 390 VT3P btuvo un rendimiento promedio de 10.663 kg ha⁻¹.

Cervantes et al. (2014) observaron que el rendimiento alto de los genotipos de maíz, podría ser debido al grano pesado que formaron y son fenológicamente más tardíos para alcanzar la floración. Misma afirmación coincide con esta investigación ya que la línea DKB 390 VT3P tuvo un ciclo más largo.

La aparición de las flores masculinas y femeninas, de cada híbrido tiene mucha variación, por lo que es una variable de mucha importancia para que el productor pueda seleccionar uno de estos híbridos para realizar la rotación de cultivos según el ciclo, y de esa forma evitar problemas climáticas como las sequias, heladas que pueda afectar a los cultivos.

Según este trabajo de investigación se aprecia en la Tabla 1 el promedio de días que transcurre desde la siembra al inicio de la floración masculina y femenina y se observa que el híbrido DKB 910 PRO fue el más precoz en la floración, seguido del AS 1660 Pro, el más tardío fue el híbrido DKB 390VT3P, seguido del material DOW2B 604W Y DKB 919 R2.

Tabla 1. Promedio de tiempo transcurrido desde la siembra a la aparición de las flores femenino (FF), masculino (FM) y el ciclo de cada híbrido de maíz (*Zea mays* L.), FCA UNA-Filial Caazapá, Paraguay. 2016.

Cultivares de maíz híbrido	FF ()	FM (d)	Ciclo de los cultivares (DDS)*
DOW2B 604W	66,25	64,75	130
DKB 910 PRO	56,00	55,00	117
DKB 390 VT3P	68,00	66,01	134
DKB 919 R2	66,25	64,50	130
AS 1666 PRO	62,25	61,02	120

*DDS: Días después de la siembra

Análisis de varianza aplicado al número de hileras por mazorca en función a los cultivares de maíz híbrido, con una probabilidad de error de 5% según test de Tukey arrojó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, que se observa en la Figura 2.

La Figura 2 demuestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes híbridos en cuanto al número de hileras de grano, siendo el (DKB 390 VT3P), con un promedio

de 16,5 hileras/mazorca superior a los híbridos (DOW2B 604W) y (DKB 910 PRO), pero no presenta diferencia con relación a los híbridos (DKB 919 R2) y (AS 1660 PRO), que son iguales entre sí.

Este resultado es similar a la obtenida por Díaz et al. (2009) en donde el híbrido “Dekalb” presentó el mayor número de hileras por mazorca con un promedio de 15,51 hileras.

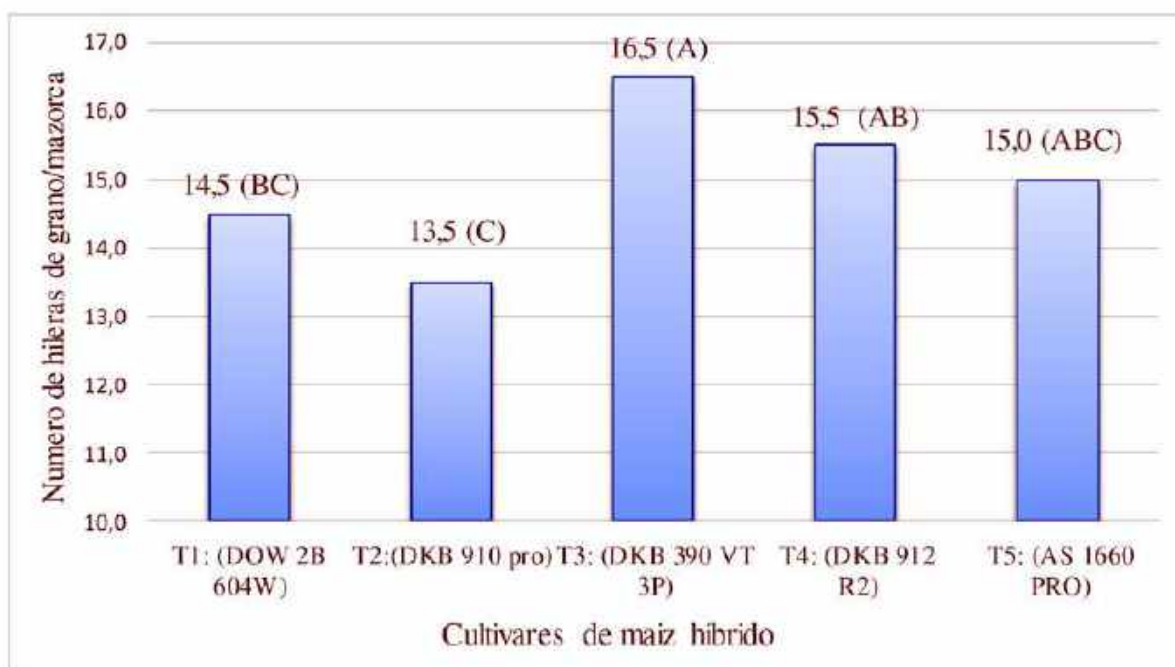


Figura 2. Número de hileras de granos por mazorca de los cultivares de maíz híbrido (*Zea mays*). FCA UNA-Filial Caazapá, Paraguay 2016. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) al test de Tukey.

Conclusión

Conforme a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

El híbrido DKB 390VT3P es la que presenta mayor rendimiento de granos y mayor número de hileras de grano por mazorca de maíz comparado con los demás híbridos.

El híbrido DKB 390 VT3P es la de mayor ciclo fisiológico y el, el híbrido DKB 910 PRO es el más precoz

Referencias bibliográficas

Cervantes, F; Gasca, MT; Andrio, E; Mendoza, M; Guevara, L; Vázquez, F; Rodríguez, S. 2014. Densidad de población y correlaciones fenotípicas en caracteres y rendimiento de maíz (en línea). Ciencia y Tecnol. Agrop. Méx. 2(1): 9-16. Consultado 22 abr. 2016. Disponible en <http://www.uncos.edu.mx/investigacion/2.%20CYTAM-2014-10.%20FABIAN%20VAZQUEZ%20MORENO.PDF>

Díaz, GT; Sabando, FA; Zambrano, Z; Vásquez, GH. 2009. Evaluación productiva y calidad del grano de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en dos localidades de la provincia de los ríos (en línea). Ciencia y Tecnología 3: 15-23. Consultado 26 abr. 2016. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4053227.PDF>

Gamboa, D; Wilde, B. s.f. Comportamiento de híbridos por ambientes en Tucumán. (en línea). Consultado el 22 de jul. 2016. Disponible en: <http://www.eeaoc.org.ar/upload/publicaciones/archivos/391/20140319115259000000.pdf>

INTA(Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2012. Comportamiento de 5 híbridos de maíz en dos fechas de siembra en el partido de daireaux. (en línea). Consultado 06 ago. 2015. Disponible en: inta.gob.ar/documentos/memoria-técnica.../at.../INTA_MT2013.pdf

López G, O; Gonzalez, E; DE Llamas, P; Molinas, A; Franco S; García, S; Rios, E. 1995. Estudio de Reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental del Paraguay. Proyecto de Racionalización del uso de la tierra. Asunción, PY SSERNMA/MAG/Banco Mundial. 246 p.

Influencia de la distribución espacial de plantas en la producción de cultivares de maíz (*Zea mays* L.)

Amilcar Isidro Servín Niz^{1*}, Hugo Nicasio Rodríguez Espínola¹, Liliana Montaña¹, Modesto Osmar Da Silva Oviedo¹, Florencio Valdez Ocampo¹, Wilfrido Daniel Lugo Pereira¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción, Concepción, Paraguay

*Autor para correspondencia: amilcar.niz@hotmail.com

Introducción

El maíz es un cultivo tradicional que constituye un componente importante en la dieta tanto de la población rural como la urbana de manera que tiene gran importancia en la economía del Paraguay.

Su producción a gran escala se realiza de forma mecanizada reduciéndose el espaciamiento entre plantas y entre hileras de manera a aumentar la productividad del mismo, pero colocando siempre las plantas siguiendo una misma fila, quedando uno al lado del otro: esto conlleva a que debido a la forma del crecimiento del maíz, las plantas se toquen, estorbándose en su desarrollo.

Esta disposición de plantas no permite realizar más aumentos en la densidad, por lo que, para un espaciamiento de 0,20 x 0,70 m, la densidad máxima sería de 71.428 plantas ha⁻¹. Sin embargo, se puede incrementar el número de plantas colocando las mismas en un sistema de Tresbolillo: con esta disposición las plantas no quedan uno al lado del otro sino que se van cruzando en la hilera, así las mismas no se tocan y por lo tanto no afectan su desarrollo. Con este sistema, para un espaciamiento de 0,20 x 0,55 m, la densidad llegaría a 105.000 plantas ha⁻¹. El problema que surge es que, de acuerdo con la revisión efectuada, no se disponen de datos sobre la productividad del cultivo de maíz en este último sistema, y a su vez, la misma puede variar según el cultivar utilizado.

En consideración a lo señalado precedentemente, se ha planteado este trabajo con la finalidad de evaluar el efecto de la distribución espacial de plantas sobre la productividad de diferentes cultivares de maíz.

Metodología

El trabajo experimental se realizó durante el periodo comprendido entre los meses de noviembre 2014 y marzo de 2015, en la Comunidad de Santa Elena, Distrito de Belén Departamento de Concepción, ubicado a 18 km de la ciudad de Concepción; entre las coordenadas geográficas de latitud S 23°24'30", y de longitud O 57°4'37", con una elevación de 88 msnm. El tipo climático se caracteriza por presentar temperaturas promedio de 26° C y 14°C.

Los niveles de precipitación están alrededor de 1.400 mm de media anual y el suelo está clasificado como Mollic paleudalf, de textura arenosa, de fertilidad media a baja.

El suelo se caracteriza por presentar una textura areno franco, el contenido de materia orgánica en los 20 cm superficiales es de 0,85%, el pH es ácido con valores en torno a 5,55 y deficiente en fósforo y potasio de acuerdo con el análisis de suelos efectuado por el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNA), Sede San Lorenzo (Tabla 1).

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, en un arreglo en parcelas subdivididas 2 x 3, donde la parcela principal lo constituyó el arreglo espacial de plantas (cuadrado y tresbolillo) y la secundaria, los cultivares (MP375, MP 370 y MP 311) totalizando seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los niveles de cada parcela se presentan en la Tabla 2.

La unidad experimental lo constituyeron parcelas de 11,20 m² (2,80 x 4,00 m), en donde se dispusieron cuatro hileras de plantas para el

Tabla 1. Resultado del análisis de suelo realizado por el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. FCA-UNC. Concepción, Paraguay, 2015.

pH	MO	P	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺	Textura	Color	
	%	ppm	cmol kg ⁻¹							Munsell	Descripción
5,55	0,85	3,2	2,12	0,35	0,07	0,03	0		Areno Franco	7,5 YR 4/4	Marrón

Tabla 2. Parcelas cuyas combinaciones fueron utilizadas como tratamientos en el experimento. FCA-UNC. Concepción, Paraguay, 2015.

Parcela	Concepto	Nivel	Descripción	Símbolos
Principal	Arreglo espacial de plantas	Cuadrado	0,20 x 0,70 m	E1
		Tresbolillo	0,20 x 0,55 m	E2
Secundaria	Cultivares	MP 375		C1
		MP 370		C2
		MP 311		C3

sistema Cuadrado y cinco hileras para el sistema Tresbolillo. La densidad de plantas en el arreglo espacial Cuadrado fue de 71.428 plantas ha⁻¹ mientras que para el Tresbolillo la población fue de 105.000 plantas ha⁻¹. En el área experimental, antes de la preparación del suelo, fue obtenida una muestra de suelo, remitida a un Laboratorio de suelo para su análisis y recomendación correspondiente y la aplicación de fertilizante fue realizada de acuerdo al resultado de análisis a una dosis de 80-60-80 kg ha⁻¹ de NPK. El fósforo se aplicó en su totalidad en el momento de la siembra; el nitrógeno y el potasio en forma fraccionada en 50% en el momento de la siembra, 25% a los 25 días después de la emergencia (DDE) y 25% a los 50 DDE.

La preparación del suelo fue realizada en forma convencional mediante una arada y posterior rastreada de manera a dejarla en buenas condiciones y las unidades experimentales fueron preparadas por medio de herramientas manuales, y para la delimitación de la parcela se utilizaron estacas y una cinta métrica. La siembra se efectuó la primera quincena de noviembre del 2014, en forma manual echando dos semillas por hoyo en el espaciamiento indicado en la Tabla 2. Las

labores posteriores a la siembra fueron realizadas de manera constante para mantener siempre al cultivo en condiciones óptimas, para evitar la competencia con malezas. En lo referente al control de plagas, y enfermedades fueron realizados frecuentes monitoreos y se realizó aplicación de Cipermetrina al 25%, en la dosis de 1 L ha⁻¹ para el control de orugas. La cosecha se realizó cuando se produjo el secado completo de la planta de acuerdo al ciclo del cultivar. La determinación referente a rendimiento se efectuó en la parcela útil (2,10 m²) de cada unidad experimental, correspondientes a las 3 hileras centrales, descartando 0,5 m de los extremos; las demás determinaciones fueron se realizaron en 10 plantas de la parcela útil- La altura de la planta (cm), se midió desde el cuello hasta el punto de inserción de la última hoja y masa de granos por planta (g) se cosecharon todas las espigas, realizándose el desgrane y posterior pesaje de los granos en una balanza electrónica de 0,01 g de precisión.

Para el rendimiento total del cultivo, fueron cosechadas todas de las espigas de todas las plantas de la parcela útil, realizándose el desgrane y el posterior pesaje en una balanza electrónica de 0,001 g de precisión, el valor obtenido para la

masa de granos de todas las plantas fue extrapolada para una hectárea. Los datos registrados fueron sometidos a análisis de varianza mediante el Test F al 5% y en donde se observaron efectos significativos de los tratamientos, las medias fueron comparadas.

Resultados y discusión

Las medias de la masa de granos por planta en función al arreglo espacial de plantas y a los cultivares se presentan en la Tabla 3. El análisis de varianza llevado a cabo (Test de Fisher al 5 %) reveló que no existe efecto significativo del factor

cultivar ni la interacción de los factores en arreglo espacial y cultivares.

Al evaluar el efecto del arreglo espacial de plantas en forma individual, se verificó que con la distribución en Tresbolillo se obtuvo un rendimiento de 5.118,50 kg ha⁻¹ siendo estadísticamente superior al logrado con el sistema Cuadrado (4.847,41 kg ha⁻¹), el incremento logrado con el sistema Tresbolillo fue del 5,59% en relación al Cuadrado. Con relación a los cultivares, el mayor rendimiento se alcanzó con el MP 311, llegando a una media 5.744,37 kg ha⁻¹ y el menor rendimiento se verificó con el cultivar MP 370 (4.166,25 kg ha⁻¹).

Tabla 3. Masa de granos por planta (g planta⁻¹) en función al arreglo espacial de plantas y a los cultivares en estudio. FCA-UNC. Concepción, Paraguay, 2015.

Parcela	Descripción	Masa de granos (g planta ⁻¹) ⁽¹⁾
Arreglo espacial de plantas	Cuadrado	103,04 A
	Tresbolillo	72,63 B
Cultivar	MP 311	92,28 a
	MP 370	86,72 a
	MP 375	84,51 a
CV Arreglo espacial de plantas (%)	10,33	DMS Tukey: 11,78
CV Cultivar (%)	8,13	DMS Tukey: 9,52

(1) Medias seguidas por la misma letra mayúscula para arreglo espacial de plantas y minúsculas para cultivares no difieren entre sí por el prueba de Tukey al 5 %, DMS: Diferencia Media Significaiva, CV: Coeficiente de variación

En cuanto a la interacción de los factores, en el sistema Cuadrado los cultivares que alcanzaron mayor rendimiento fueron MP 375 y MP 311 que llegaron a una media 5.185,00 kg ha⁻¹. En el sistema Tresbolillo, el mayor rendimiento se obtuvo con el cultivar MP 311 que llegó a 6.449,50 kg ha⁻¹ (Tabla 4).

El hecho de contar con una mayor densidad de plantas en el arreglo espacial tipo Tresbolillo (33.572 planta ha⁻¹ más que en el sistema Cuadrado) indujo un mayor rendimiento total de cultivo, aunque la diferencia obtenida fue tan solo del 5,59 % en relación al Cuadrado, lo cual no justifica el uso del sistema Tresbolillo en la producción del maíz pues se necesitaría un 47% más de semillas, lo que significaría un

incremento alto en el costo de producción que no sería cubierto con el excedente logrado. Con relación a los cultivares, los mejores valores, considerándose el rendimiento y el peso de 1.000 granos se obtuvo con el cultivar MP 311.

El rendimiento alcanzado en el cultivo se puede considerar bajo con relación a los 7.500 kg ha⁻¹ dado como potencial de rendimiento mínimo para los híbridos de maíz indicado por Sangoi et al. (2001). Gadioli et al. (2000) obtuvieron también rendimientos superiores a los 8.000 kg ha⁻¹ para diversos híbridos de maíz, lo cual es superior a lo alcanzado en este estudio. Sin embargo, los resultados logrados se acercan al rango de 5.460 a 6.905 kg ha⁻¹ indicados por Andreoli et al. (2002).

Tabla 4. Rendimiento total del cultivo (kg ha^{-1}) en función al arreglo espacial de plantas y a los cultivares en estudio. FCA-UNC. Concepción, Paraguay, 2015.

Cultivares	Arreglo espacial de plantas		Cultivares individual
	Cuadrado	Tresbolillo	
MP 375	5.330,75 A a	4.745,75 B b	5.038,25 B
MP 370	4.172,25 B a	4.160,25 B a	4.166,25 C
MP 311	5.039,25 A b	6.449,50 A a	5.744,37 A
Arreglo espacial de plantas individual	4.847,41 b	5.118,50 a	
CV Arreglo espacial de plantas (%)	5,90		
CV Cultivares (%)	8,47		

Medias seguidas por la misma letra mayúscula para columnas y minúsculas para filas no difieren entre sí por el prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error. DMS: Diferencia Media Significativa, CV: Coeficiente de variación.

Conclusión

El arreglo espacial de plantas en el sistema Tresbolillo indujo una reducción en la masa de granos por planta pero provocó un incremento en el rendimiento total del cultivo. Con relación a los cultivares, los mejores valores, considerándose el rendimiento se obtuvo con el cultivar MP 311.

Referencias bibliográficas

- Andreoli, C; Andrade, R; Zamora, S; Gordon, M. 2002. Influência da germinação da semente e da densidade de semeadura no estabelecimento do estande e na produtividade de milho (en línea). *Revista Brasileira de Sementes* 24(2):1-5. Consultado 12 set. 2015. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v24n2/v24n2a01.pdf>
- Gadioli, JL; Dourado-Neto, D; Garcia Garcia, A; Basanta, MV. 2000. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica (en línea). *Scientia Agrícola* 57(3):377-388. Consultado 12 set. 2015. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/sa/v57n3/2663.pdf>.
- Sangoi, L; Almeida, ML; Lech, VA; Gracietti, LC; Rampazzo, C. 2001. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas (en línea). *Scientia Agrícola* 58(2):271-276. Consultado 12 set. 2015. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n2/4417.pdf>

Evaluación del desarrollo vegetativo de materiales genéticos de sésamo (*Sesamum indicum* L.) procedentes de México

Carlos Iván Aquino Sánchez¹, Alexis Ramón Almirón Segovia¹, Diego Dionisio González Espínola^{1*}, Líder Ayala Aguilera¹, Rosa Oviedo de Cristaldo², Marcela Beatriz Ayala Benítez^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMIT), Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay

*Autores para correspondencia: diego_ge@hotmail.com / m_ayalab@hotmail.com

Introducción

El sésamo en el Paraguay empezó a cultivarse a mediados de la década de los 90, como alternativa para los pequeños productores. La rápida adaptación del cultivo ha resultado sumamente beneficiosa, ya que el cultivo tiene un manejo artesanal, con alto requerimiento de mano de obra familiar, principalmente en la época de cosecha, lo que permite obtener una alta calidad final del grano a la vez que se constituye en la principal fuente de ingreso económico para las familias de los productores (Ayala et al. 2012).

Actualmente, en el Paraguay, existen pocas variedades comerciales disponibles para su cultivo, basándose gran parte de la producción en una sola variedad, Escoba Blanca. Esto se debe en gran medida a su extraordinaria adaptación a los suelos de las regiones donde se la cultiva tanto en la Región Oriental y como en la Occidental del país, así como al color de sus semillas, sabor y aroma característicos del grano, por lo cual es la mejor cotizada en el mercado internacional. Sin embargo, presenta ciertas desventajas en cuanto a manejo agronómico se refiere, siendo una variedad de ciclo largo, de aproximadamente 130 días, susceptible a ciertos fitopatógenos, sus cápsulas presentan dehiscencia total, lo que genera pérdidas en la cosecha y dificulta realizarla de forma mecanizada, tiene una altura muy elevada, entre otras.

Por todo lo anterior se hace evidente la importancia de obtener nuevas variedades

cuyos granos tengan buen sabor y aroma, sean plantas más bajas y de ciclo corto para lo cual se debe llevar a cabo un programa de mejora. La introducción de materiales genéticos para su evaluación y selección para la utilización directa de genotipos superiores o indirecta como fuente de características deseables en trabajos de hibridación es parte de la estrategia de tales programas (CIAT 1986, Cubero 1999).

El objetivo general del presente trabajo fue evaluar el desarrollo vegetativo de materiales genéticos introducidos de origen mexicano y determinar la variabilidad fenotípica existente en cada material genético.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA). Los materiales utilizados son entradas del Banco de Germoplasma de la FCA-UNA, que forman parte de una colección de sésamo procedente de varias regiones de México. La siembra de la parcela de observación se realizó en la primera semana de noviembre de 2016, periodo considerado dentro de la época recomendada para la producción comercial.

La parcela de observación estuvo conformada por 16 materiales genéticos de sésamo (Dulce Z, Regional Antúnez, Chicol Hichario, Colección 291, Colección 625, Pachaqueño, Viviano Arroyo, Platanillo Istmo, Hacienda Atzimbaro,

Gregorio Cruz, Colección 271, Othón Martínez, Chamuca Michelena, Parcela 427, Tamarindo y Marcos Juárez), dispuestos en hileras de 3 m de largo, de donde fueron seleccionadas al azar 10 plantas individuales.

Las variables evaluadas fueron hábito de crecimiento, número de ramas y posición de las ramas. Además, se tomaron datos adicionales de días a emergencia (DE) y días a floración (DF), los cuales fueron determinados en la hilera sin repetición.

Los criterios para la medición de cada variable se encuentran en los descriptores de sésamo establecidos por la Unión Internacional para la protección de las Obtenciones Vegetales

(UPOV 2013). Aquellas variables en las que se observó variación fueron sometidas a un análisis descriptivo para hallar la moda y la frecuencia de plantas atípicas dentro de cada material genético. Tanto DE como DF fueron medidos por hilera, cuando el 50% de las plantas presentaban la misma condición (emergencia o floración respectivamente).

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se observa que todos los materiales genéticos evaluados emergieron a los 7 días de la siembra. Este valor es similar a lo obtenido en evaluaciones realizadas por Ayala y Oviedo de Crystaldo (2007) y González y Oviedo de Crystaldo (2011) en Escoba Blanca.

Tabla 1. Días a emergencia, días a floración, hábito de crecimiento, número de ramas y posición de las ramas de materiales genéticos de sésamo de una colección procedente de México. FCA, UNA, San Lorenzo, 2017.

Material genético	DE	DF	Hábito de crecimiento	Nro. Ramas		Posición de las ramas	
				Moda	Atípicas (%)	Moda	Atípicas (%)
Dulce Z	7	58	1	1	40	1	40
Regional Antúnez	7	61	1	1	50	0	50
Chicol Hichario	7	64	1	1	40	0	40
Colección 291	7	64	1	3	50	2	10
Colección 625	7	64	1	1	20	0	20
Pachaqueño	7	69	1	1	20	1	20
Viviano Arroyo	7	70	1	3	10	2	0
Platanillo Istmo	7	71	1	1	30	0	30
Hacienda Atzimbaro	7	74	1	3	50	2	40
Gregorio Cruz	7	74	1	3	50	2	40
Colección 271	7	76	1	3	30	2	40
Othón Martínez	7	76	1	1	40	0	40
Chamuca Michelena	7	84	1	1	40	2	0
Parcela 427	7	87	1	3	40	2	40
Tamarindo	7	92	1	3	50	2	10
Marcos Juárez	7	92	1	3	30	2	0
Media	7	73,5	-	-	-	-	-
CV(%)	-	-	-	56,95		80,57	

(1) indeterminado

(2) determinado

(1) ninguna o muy pocas

(3) número moderado

(5) número muy alto

(0) tallo único

(1) basal

(2) a lo largo del tallo

(3) apical

Con respecto a DF se observó una media general de los materiales evaluados de aproximadamente 74 días, presentando un rango de entre 58 a 92 días.

Según Ercan et al. (2002) la característica días a floración está correlacionada positivamente con altura de planta, altura de inserción de la primera cápsula y el número de cápsulas en el tallo principal. Los materiales más precoces fueron Dulce Z y Regional Antúnez con ciclos vegetativos de 58 y 61 días respectivamente, siendo estos de ciclo más corto que Escoba Blanca con 75 días (DISE 2003) y los 70 días a floración de la variedad recientemente lanzada Nueva Escoba Blanca (SENAVE 2016); mientras que los más tardíos fueron los materiales Tamarindo y Marcos Juárez con un periodo de 92 días.

Tanto Dulce Z como Regional Antúnez resultan de interés para un programa de mejora debido a su ciclo vegetativo corto, tanto para una introducción directa como genotipos superiores o como para el uso como parentales en trabajos de hibridación. Con respecto al hábito de crecimiento la categoría indeterminada fue la observada en todos los materiales no hallándose ninguna planta atípica.

Para la variable número de ramas, las categorías ninguna o muy pocas y número moderado fueron las más observadas en todo el lote. De los 16 materiales, 8 presentaron ninguna o poca ramificación mientras que los otros 8 presentaron un número moderado de ramas. Todos los materiales presentaron plantas atípicas dentro de las hileras y el coeficiente de variación para esta variable fue 56,95%.

Delgado (1994) menciona, que el número de ramas es una de las características más variables y con coeficientes de variación más altos mientras que otros caracteres como peso de las semillas y número de semillas son los que presentan coeficientes más bajos. Similares afirmaciones hacen IPGRI y NBPGR (2004) al mencionar que diversos estudios de caracterización y evaluación de germoplasma han indicado una amplia diversidad para un importante número de

caracteres entre los que incluyen la presencia de ramificación y el patrón de ramificación, entre otros.

Con respecto a la posición de las ramas, la categoría más observada fue la de ramificación a lo largo del tallo, presente en 9 de los 16 materiales genéticos evaluados. También fueron observadas las categorías tallo único y basal. Los materiales Viviano Arroyo, Chamuca Michelena y Marcos Juárez no presentaron plantas atípicas para esta característica.

Las características morfológicas son altamente heredables, fácilmente observables y se expresan de igual manera en todos los ambientes, por lo que son generalmente las características más tenidas en cuenta para el mejoramiento genético (IPGRI y NBPGR 2004, Oviedo de Cristaldo 2007).

Conclusión

Los materiales genéticos de sésamo introducidos de México tienen igual periodo de emergencia y hábito de crecimiento indeterminado en las condiciones en las que fue realizado el experimento.

Todos los materiales genéticos presentan variabilidad fenotípica con respecto al número de ramas y la posición de las ramas, con la excepción de Viviano Arroyo, Chamuca Michelena y Marcos Juárez que presentan uniformidad para esta última característica.

Este estudio presenta datos importantes para la realización de trabajos de mejora genética que permitirán la liberación de nuevas variedades al mercado.

Referencias bibliográficas

- Ayala, MB; Oviedo de Cristaldo, RM. 2007. Comparación fenotípica de plantas provenientes de semillas de Sésamo (*Sesamum indicum* L.) variedad Escoba Blanca, de diferentes orígenes. Investigación Agraria 9(1): 5-14.



- Ayala, L; Oviedo De Cristaldo, RM; Espínola, V. 2012. Manejo de variedades de Sésamo de ciclo precoz. San Lorenzo, Paraguay, FCA UNA JICA. 20 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia). 1986. Mejoramiento del frijol por introducción y selección: guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad auditorial sobre el mismo tema (en línea). Cali, Colombia, CIAT. 32 p. Consultado 2 set. 2016. Disponible en <https://books.google.com.py/r9QAC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Cubero, JI. 1999. Introducción a la mejora genética vegetal. España, Ediciones MUNDPRENSA. 365 p.
- Delgado, M. 1994. Correlaciones y coeficientes de trayectoria en ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). Bioagro (Venezuela) 6(1): 18 – 23.
- DISE (Dirección de Semillas). 2003. Resolución N° 427/03 del Ministerio de Agricultura y Ganadería, por la cual dispone la inscripción de oficio en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales las variedades de Sésamo, Escoba Blanca, Dorado y Negro de las especie *Sesamum indicum* L.
- González, DD; Oviedo de Cristaldo, RM. 2013. Variabilidad fenotípica de plantas de sésamo (*Sesamum indicum* L.) variedad escoba, con tres ciclos de depuración. Investigación Agraria 13(1): 5-12.
- Ercan, AG; Taskin, M; Turgut, K., Bilgen, M; Firat, MZ. 2002. Characterization of Turkish sesame (*Sesamum indicum* L.) landraces using agronomic and morphologic descriptors. Ziraat Fakultesi Dergisi Akdeniz universitesi, 15(2): 45-52.
- IPGRI, NBPGR (International Plant Genetic Resources Institute and National Bureau of Plant Genetic Resources). 2004. Descriptors for sesame (*Sesamum* spp.). Rome, Italy; New Delhi, India. 35 p.
- Oviedo de Cristaldo, RM. 2007. Introducción y selección de cultivares de sésamo. In: Jornada Técnico Científica Del Cultivo De Sésamo. San Lorenzo, Universidad Nacional de Asunción. p 2-8.
- SENAVE (Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de semillas). 2016. Resolución del Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de semillas N° 997 por la cual expide el Título de Obtentor a nombre de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción de la variedad denominada: “Nueva Escoba Blanca”, de la especie *Sesamum indicum* L. (Sésamo), inscrita en el Registro Nacional de Cultivares Protegidos bajo el N° 487.
- UPOV (Unión Internacional para la protección de las obtenciones vegetales). 2013. Proyecto Sésamo: directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Ginebra, UPOV. 25 p.

Comportamiento de quinua *Chenopodium quinoa* Willd. en épocas de siembra alternativa en la zona Centro-Este del Paraguay

Eric Jacob Braun Harder¹, Guillermina Macchi Leite^{1*}, Miguel Florentín²,
Alba Liz González¹, Fanni Ruíz Samudio¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay

²Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, Campo Experimental de Choré, Departamento de San Pedro, Paraguay.

*Autor para correspondencia: guille_agro@hotmail.com

Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo anual que pertenece a la familia Chenopodiaceae, domesticada en el Altiplano andino aproximadamente a 4.000 msnm (Bhargava y Srivastava 2013).

Es un ingrediente importante de la dieta humana ya que contiene alto contenido de proteína, abundantes aminoácidos esenciales, vitaminas, carbohidratos, minerales y antioxidantes naturales; por estos atributos este cultivo tiene importancia en la diversificación de la producción agrícola (FAO 2011).

La quinua se cultiva en un amplio rango de climas en América del Sur, América del Norte, Europa y Asia (Bhargava y Srivastava 2013). La producción no es exclusiva de la zona andina, inclusive se ha visto rendimientos más altos en zonas tropicales del mismo subcontinente sudamericano que en el lugar de origen (FAO 2011).

Por lo general, la quinua tarda entre 160 y 180 días desde la siembra hasta la cosecha (FAO 2014). Sin embargo, Box (2005) comenta que esto varía con la temperatura, el fotoperiodo y la altura sobre el nivel del mar.

La época de siembra depende de la zona de producción, la variedad a cultivar, de la presencia de lluvias y el grado de humedad del suelo (Hancco 2003).

Las informaciones científicas en Paraguay sobre la época de siembra de este cultivo son muy escasas o casi nulas. Por este motivo el trabajo será de gran importancia para productores que buscan incorporar cultivos de épocas alternativas para la rotación con la soja.

El objetivo general del trabajo fue determinar la mejor época de siembra alternativa para la producción de quinua en las condiciones de la zona centro-este del Paraguay.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en la parcela del productor Walter Braun, distrito de Raúl Arsenio Oviedo del departamento Caaguazú, Paraguay, ubicado en las coordenadas geográficas 25°10' latitud sur y 55°35' longitud oeste, con una altitud de 236 msnm. La investigación se realizó en el periodo comprendido entre marzo y agosto del año 2015, que abarcó desde la siembra hasta la cosecha de todas las épocas.

Para la evaluación del comportamiento de quinua se utilizó semilla adquirida de un comercio local, de origen desconocido, probablemente de Bolivia.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, con un total de 24 unidades experimentales. Los tratamientos fueron constituidos por diferentes épocas de siembra alternativa de quinua (T1: 18/03/15, T2: 28/03/15; T3: 11/04/15, T4: 25/04/15; T5: 12/05/15, T6: 22/05/15).

Cada unidad experimental fue de 17,5 m² constituido por siete hileras con 0,5 m de separación entre ellas, con una dimensión de 5 m de largo y 3,5 m de ancho. El tamaño total del área experimental fue de 420 m². El área útil estuvo dada por tres hileras centrales, eliminando el efecto borde.

La siembra fue de forma directa por ende para la preparación del terreno se procedió a la desecación del terreno con la aplicación del herbicida glifosato con una dosis equivalente a 2 L ha⁻¹. La siembra se efectuó a chorrillo a razón 10 kg ha⁻¹ (simulando una siembra con sembradora mecanizada) en seis diferentes épocas que fueron desde el mes de marzo hasta mayo del año 2015 según los tratamientos. Las fechas exactas de siembra dependieron de las condiciones del tiempo.

Se realizaron todas las labores culturales como raleo, fertilización, aporque, control de malezas, de insectos plagas y de enfermedades según la necesidad del cultivo. La cosecha fue en forma manual, cuando las hojas adquirieron una coloración amarillenta y empezaban a caerse. Luego se procedió al secado de las plantas y finalmente a la trilla manual de las panojas.

Las variables evaluadas, considerando los descriptores de quinua (Bioversity International et al. 2013), fueron altura de la planta medida en cm, altura de la primera fructificación en cm y números de nudos totales. Para los tratamientos que llegaron a punto de cosechas se determinaron humedad del grano determinado por el método de estufa a 105°C por 24 horas, masa de 1.000 granos en gramos, rendimiento de granos por planta expresado en gramos, rendimiento por hectárea en kg ha⁻¹. Los datos de las tres últimas variables fueron ajustados a 10% de humedad.

Para el análisis de los datos se realizó el análisis de varianza y el test de Tukey al 5% de probabilidad de error, determinados mediante el programa InfoStat/Profesional versión 2013 (Di Rienzo et al. 2013). Cabe resaltar que para las variables masa de 1.000 granos, rendimiento de

granos por planta y rendimiento por hectárea, solo fueron analizados los tratamientos 1, 2, 5 y 6 ya que los demás fueron dañados por fuertes lluvias y erosión. En las variables rendimiento de granos por planta y rendimiento por hectárea se realizó una transformación de datos por el método de raíz cuadrada.

Resultados y discusión

Se presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,01$) para la altura de la planta, altura de la primera fructificación y número de nudos totales de plantas de quinua bajo diferentes épocas de siembra (Tabla 1).

Para la altura de la planta y altura de la primera fructificación se observa que en la primera y segunda época de siembra fueron similares entre sí y estadísticamente superiores a las otras épocas.

Rivas (2013) indica que la altura de la planta se relaciona positiva y directamente con su ciclo y que las variedades de ciclo corto llegan a una altura de 75 a 90 cm y las de ciclo largo varían entre 130 a 150 cm. SESAN (2013) menciona que la altura puede variar de 30 a 300 cm, la cual depende de las condiciones climáticas o de la fertilidad del suelo. Esto explicaría el porte bajo de las plantas, especialmente en las cuatro últimas épocas, debido a la disminución del fotoperíodo y aumento considerable de precipitaciones.

Cabe destacar, que las plantas de las dos primeras épocas fueron similares entre sí y , presentaron mayor altura de la planta y altura de la primera fructificación, difiriendo del resto de los tratamientos que presentaron similitud entre ellos.

La media máxima de nudos totales se registró en la primera época, siendo estadísticamente superior a las demás. La segunda época fue menor que la primera pero mayor que la tercera, cuarta, quinta y sexta época de siembra (Tabla 1).

Tabla 1. Medias de altura de la planta, altura de la primera fructificación y número de nudos totales en diferentes épocas de siembra de quinua. Raúl Arsenio Oviedo, Paraguay. 2015.

Tratamientos: Épocas de siembra	Altura de la planta**		Altura de la primera fructificación**		Número de nudos totales **	
	(cm)		(cm)			
T1: 18/03/15	44,77	a	18,57	a	24,00	a
T2: 28/03/15	37,57	a	17,30	a	15,00	b
T3: 11/04/15	10,03	b	5,90	b	9,67	c
T4: 25/04/15	11,17	b	6,20	b	9,67	c
T5: 12/05/15	10,03	b	4,43	b	10,00	c
T6: 22/05/15	14,10	b	5,97	b	10,67	c
CV (%)	14,39		12,34		8,88	

**Significativo al 0,01 nivel de probabilidad por la prueba de Fisher, Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, CV%: coeficiente de variación

Se observó diferencias ($P \leq 0,01$) para el rendimiento de granos por planta y rendimiento por hectárea, así como también hubo diferencias ($P \leq 0,05$) en la masa de 1.000 granos (Tabla 2).

Al verificar las medias de masa de 1.000 granos, se constató que la segunda, quinta y sexta época de siembra son estadísticamente iguales entre sí, y superiores a la primera época. Según

MINAGRI et al. (2013) la masa de 1.000 granos, dependiendo de la variedad, fluctúa entre 1,80 y 4,20 g.

Respecto al rendimiento de granos por planta, las medias del primer y segundo tratamiento fueron iguales y superiores estadísticamente a los demás.

Tabla 2. Medias de masa de 1.000 granos, rendimiento de granos por planta y rendimiento por hectárea en cuatro épocas de siembra de quinua. Raúl Arsenio Oviedo, Paraguay. 2015.

Tratamientos: Épocas de siembra	Masa de 1.000 granos*		Rendimiento de granos por planta**		Rendimiento por hectárea**	
	(g)		(g)		(kg ha ⁻¹)	
T1: 18/03/15	2,45	b	1,53	a	325,33	a
T2: 28/03/15	3,07	a	1,08	a	122,78	b
T5: 12/05/15	3,14	a	0,05	b	2,17	c
T6: 22/05/15	3,14	a	0,20	b	15,31	c
CV (%)	5,30		10,28		18,70	

*, **Significativo al 0,05 y 0,01 nivel de probabilidad, respectivamente por la Prueba de Fisher, Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, CV: coeficiente de variación

En cuanto al rendimiento por hectárea, la media máxima se generó en la primera época de siembra con 324,33 kg ha⁻¹ seguida de la segunda con 122,78 kg ha⁻¹. Las medias de las demás épocas fueron notablemente menores y no presentaron diferencias estadísticas entre sí.

De acuerdo a ERPE (2001) los rendimientos promedios oscilan entre 0,5 a 0,8 t ha⁻¹. Pero en campos bien manejados se obtiene rendimientos de hasta 2 t ha⁻¹. Además, agrega que los sectores de más alta iluminación solar son los más favorables para este cultivo.

Bertero et al. (1999) afirman que el fotoperíodo tiene efectos fuertes durante toda la fase reproductiva y que días largos con temperaturas elevadas resultan en la inhibición del crecimiento de los granos.

Cabe resaltar que las precipitaciones registradas en los meses de mayo y julio no permitieron la lectura de las variables relacionadas al rendimiento en la tercera y cuarta época de siembra. Esta misma condición afectó notablemente a los componentes de rendimiento de la quinua sembrada en la quinta y sexta época que conllevó a una rápida germinación de granos en panoja en todos los tratamientos.

Conclusiones

Las épocas de siembra alternativa influyen sobre el comportamiento del cultivo de quinua, en el que se observa que hubo diferencias estadísticas sobre la altura de la planta, altura de la primera fructificación, masa de 1.000 granos, rendimiento de granos por planta y rendimiento por hectárea.

Entre las épocas de siembra evaluadas, la primera y segunda época, siendo las fechas el 18 de marzo y 28 de marzo de 2015 presentaron las mejores características agronómicas considerando la altura de la planta y altura de la primera fructificación. En cuanto a los componentes de rendimiento la mejor época fue la primera teniendo en cuenta el rendimiento por planta y el rendimiento por hectárea que fue de 325,33 kg ha⁻¹.

Referencias bibliográficas

- Bhargava, A; Srivastava, S. 2013. Quinoa: botany, production and uses. Londres, CABI 264 p.
- Bertero, HD; King, RW; Hall, AJ. 1999. Photoperiod-sensitive development phases in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Field Crops Research 60(1999)231-243.
- Bioersivity International; FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos); INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal); FIDA (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola). 2013. Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. La Paz, Bolivia. 52 p.
- Box, JMM. 2005. Prontuario de agricultura: cultivos agrícolas. Madrid, España, Mundi-Prensa 940 p.
- Di Rienzo, JÁ; Casanoves, F; Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2013. InfoStat versión 2013 (en línea). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, URL. Consultado 03 ago 2014. Disponible en <http://www.InfoStat.com.ar>.
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 66 p.
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2014. Recetario internacional de la Quinoa: tradición y vanguardia. Bolivia, FAO 222 p.
- Hanco, JML. 2003. Cultivo de la Quinoa en Puno-Perú: descripción, manejo y producción. Puno, Peru, FCA-UNA. 63 p.
- ERPE (Escuelas Radiofónicas Populares del Ecuador); INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias); IICA (Instituto Interamericano de

Cooperación para la Agricultura); GTZ (Cooperación Técnica Alemana). 2001. Manual de producción de quinua de calidad en el Ecuador. Quito, Ecuador. 158 p.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú); INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria); FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Lima, Peru. 82 p.

Rivas, JC. 2013. Avances en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild.) en el sur de Argentina. Buenos Aires, Argentina INTA. 24 p.

SESAN (Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional, Guatemala). 2013. Investigación sobre el cultivo de la quinua o quinua *Chenopodium quinoa* Guatemala, GT. Guatemala, SESAN. 61 p.

Productividad del zapallito de tronco influenciada por la aplicación de diferentes dosis de cama aviar

Oscar Caballero Casuriaga^{1*}, Héctor Miguel Britos Estigarribia¹, Eulalio Morel López¹, Rubén Alejandro Ovelar Centurion¹, Wilfrido Daniel Lugo Pereira¹, Florencio Valdez Ocampo¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay.

*Autor para correspondencia: cabariaga1305@gmail.com

Introducción

El zapallito de tronco *Cucurbita máxima* var. Zapallito (Carr.) Millán, es una planta anual, herbácea y erecta; perteneciente a la familia de las Cucurbitáceas. La parte comestible son los frutos, de tamaño mediano y color verde claro brillante, que posteriormente se vuelven de un tono más oscuro y opaco, cuando alcanzan la madurez (Vigliola 1993).

El cultivo de este rubro puede considerarse una interesante opción para los productores hortícolas, que mediante el podrían lograr una mayor diversificación de su producción, abarcando a un mayor grupo de eventuales consumidores, lo que podría representar un significativo aumento de sus ingresos.

La gallinaza, también llamada cama aviar, es una enmienda orgánica con un alto contenido de nutrientes, y si es utilizada con el correcto grado de descomposición y en las dosis adecuadas, puede ofrecer a las plantas excelentes aportes nutritivos, además de un efecto mejorador de las condiciones físicas del suelo, que cualquier rubro agrícola y especialmente los intensivos, como las hortalizas pueden aprovechar, redundando en una mayor y mejor productividad. Esto permite pensar que su utilización también puede resultar eficaz en el cultivo del zapallito de tronco y pueda aumentar considerablemente, los índices productivos.

Este trabajo fue realizado con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de cama aviar, en diferentes dosis, en la productividad del zapallito de tronco.

Metodología

El experimento fue realizado en el campus experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Concepción (FCA, UNC), ubicado en el Km 2 ruta V, ciudad de Concepción.

Las condiciones generales del clima de la ciudad de Concepción son las siguientes: temperatura media anual de 25°C, la humedad relativa del aire presenta una media anual de 80% y la precipitación media anual está en torno a los 1300 mm (DINAC 2013). El suelo de la parcela experimental se caracteriza por tener una textura franco arenosa; con contenido de materia orgánica de 0,8%, y el pH está en torno a 5,8. El contenido de nutrientes esenciales es deficitario (MAG, EAC 2013).

El diseño utilizado fue en bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. La unidad experimental, fue constituida por parcelas de 3,0 x 2,5 m (7,5 m²); albergando a 15 plantas, con un distanciamiento de 1,0 m entre hileras x 0,5 m, entre plantas (Tabla 1).

La preparación del terreno fue realizada con herramientas manuales (pala, azada, rastrillo), levantando camellones de 0,20 m de altura, en los cuales fueron incorporadas las diferentes dosis de cama aviar. La irrigación fue realizada por sistema de riego por goteo. Se utilizó semillas de zapallito de tronco de la variedad Redondo Verde. La germinación ocurrió a partir del quinto día, posterior a la siembra. Se realizaron tres carpidas durante el ciclo del cultivo.

Tabla 1. Descripción de las dosis de cama aviar utilizadas en el experimento. Concepción, 2014.

Tratamiento	Dosis (kg m ⁻²)
T 1	0
T 2	1
T 3	2
T 4	3

El cultivo fue monitoreado diariamente. La aplicación de productos fitosanitarios fue realizada en forma preventiva, en dos ocasiones; no se detectó la aparición de plagas y/o enfermedades durante el ciclo del cultivo. La cosecha y evaluaciones fueron iniciadas a partir de los 45 días después de la siembra, y siguió realizándose en forma diaria, a medida que los frutos iban alcanzando la madurez comercial.

Las evaluaciones fueron realizadas en el Laboratorio de Fitopatología de la FCA, UNC. Los datos fueron registrados en planillas impresas, y luego cargados a planilla electrónica *Excel*, para el procesamiento de datos.

Para determinar rendimiento, se extrapolaron los datos obtenidos de masa fresca de frutos por planta, para una superficie de una hectárea. Los valores obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza mediante el test F y las medias de cada tratamiento, comparadas entre sí por el test de Tukey al 5%. Para el procesamiento de datos fue utilizado el programa estadístico ESTAT.

Resultados y discusión

De acuerdo a la comparación de medias logradas para esta determinación, mediante el test de

Tukey al 5%, las dosis de gallinaza evaluadas correspondientes a T4, T3, T2, no presentan diferencias estadísticas entre sí; sin embargo, difieren de T1 (Tabla 2).

Las dosis de gallinaza produjeron mayores rendimientos en relación al testigo, verificándose lo mencionado por Silva et al. (1999), al afirmar que el material orgánico es un depósito de nutrientes para las plantas, lo que resulta de suma importancia para la productividad agrícola. Sin embargo, la adición de residuos o fertilizantes orgánicos, realizada en forma inadecuada puede causar disminución de los rendimientos.

Chen y Aviad (1990), sostienen que la respuesta de crecimiento obtenida en presencia de materia orgánica no se explica solamente por el contenido de nutrientes o mejora de las condiciones físicas del suelo, sino también para una mayor disponibilización de los nutrientes para las plantas.

Fernández et al. (2001), investigando sobre fertilización orgánica y mineral en zapallito de tronco consiguieron rendimientos de 13.218 kg ha⁻¹, superiores en 731 kg ha⁻¹, a la media general de esta investigación; utilizando el sistema de dos plantas por hoyo; en relación a una planta por hoyo; empleado en este trabajo.

Tabla 2. Valores medios de rendimiento de zapallito de tronco. Concepción - Paraguay, 2014.

Tratamiento (kg m ⁻²)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	
T4 - 3	15.900	A
T3 - 2	15.750	A
T2 - 1	13.550	A
T1 - 0	4.750	B
Coeficiente de Variación (%)		14,45
Media General		12.487,50

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí, según el test de Tukey al 5%.



Conclusión

Las dosis de cama aviar aplicados en zapallito de tronco, muestran que, en relación al testigo sin abono orgánico, el rendimiento aumenta tres veces más, indicando la conveniencia de su uso.

Referencias bibliográficas

Chen, Y; Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In Mac Carthy, P; Clapp, CE; Malcon, RL; Bloom, PR. Humic substances in soil and crop sciences: selected readings. Madison, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. p. 161-168.

DINAC (Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil, Paraguay). 2013. DINAC (en línea, sitio web). Consultado 03 jun 2013. Disponible en <http://www.meteorologia.gov.py/index.php>.

Fernández, N; Aguirre, CM. 2001. Evaluación de rendimientos en cultivo de Zapallito de tronco (*Cucúrbita máxima*) con aplicación de dosis crecientes de N P K. Corrientes, Argentina, UNNE. 3 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay); EAC (Escuela Agrícola de Concepción, Paraguay). 2013. Análisis de suelo. Concepcion, EAC.

Silva, N; Fontes P, C; Ferreira, F; Cardoso, A. 1999. Produção de abóbora híbrida em função de doses de fertilizante formula 4-14-8. *Ciência e Agrotecnica*, Lavras 23(2):454-461.

Vigliola, M. 1993. Manual de horticultura. Editorial Hemisferio Sur. p. 201209.

Evaluación de la tolerancia de Grama rhodes (*Chloris gayana*) cv. Callide al estrés salino

Arturo Weiler¹, Tania Fariña Díaz^{1*}, Jorge Daniel Caballero¹, Nancy Villalba¹,
Joaquín Sanchez¹, Guillermo Ortiz¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: taniafariñadiaz@hotmail.com

Introducción

El sector ganadero ha experimentado un gran crecimiento en el Paraguay gracias a la apertura de nuevos mercados para la exportación de carne, lo cual obliga la introducción de tecnologías avanzadas en la alimentación, salud animal, manejo y mejoramiento genético de la producción. De ahí surge la importancia de centrar la atención en la producción de alimentos de buena calidad para el consumo animal, ya que el negocio ganadero está en la producción de carne, a través del aprovechamiento y conversión eficiente del forraje en carne.

En el Paraguay, existen más de 14 millones de cabezas de ganado bovino, de las cuales, unas 5.500.000 cabezas, se encuentran en la Región Occidental (Chaco Paraguayo). De la misma forma, también en el Chaco Paraguayo, unas 16 millones de hectáreas son destinadas a la ganadería (DGEEC 2013).

Con estos números, se puede afirmar que, la Región Occidental juega un papel trascendental para la ganadería paraguaya. En ese contexto, en la zona de transición entre el Chaco seco y el Bajo Chaco, existe una franja con susceptibilidad especial para la salinización de los suelos. En dicha zona, la napa acuífera salobre se acerca a la superficie, de manera que la sal puede subir por ascensión capilar, dejando terrenos salinos naturalmente (Glatzle y Stosiek 2001).

El Pasto rhodes (*Chloris gayana*), es un forraje tropical, reconocido por su tolerancia a suelos salinos, inundaciones y sequías y además, es una opción viable para servir como forraje en

zonas con tales condiciones (Chiacchiera et al. 2016). Una alternativa emergente dentro de dicha especie es el *Chloris gayana* cv. Callide, el cual tolera altos tenores de salinidad; la principal limitante para la producción en la mencionada zona del Chaco Paraguayo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de dosis crecientes de salinidad sobre la emergencia y el vigor de *Chloris gayana* cv. Callide.

Metodología

El experimento fue conducido en un invernadero del Área de Protección Vegetal, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA), San Lorenzo, Paraguay. El diseño experimental utilizado fue el de completamente al azar (DCA); con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, totalizando veinte unidades experimentales.

Los tratamientos consistieron en dosis crecientes de NaCl, expresados en Conductividad Eléctrica (CE) 0, 4, 8 y 12 dS m⁻¹. Para la siembra se emplearon macetas de 30 cm de diámetro y 30 cm de altura, alcanzando 5 kg de peso cada una. Cada maceta fue considerada una unidad experimental. En cada maceta, se utilizó diez semillas puras previamente seleccionadas de la especie *Chloris gayana* cv. Callide, adquiridas en un local comercial. Para fijar el volumen diario de riego, se utilizó la fórmula de evapotranspiración; donde el riego por maceta final fue de 200 mL día⁻¹.

Los tratamientos fueron aplicados en intervalos de tres días durante los sesenta días. Además, durante los otros días fue realizado el riego diario con agua corriente. Las variables de medición fueron la evolución de la emergencia, registrada a los 8, 15 y 22 días después de la siembra (dds), realizando el conteo de las plántulas en las cuales eran observadas el primordio foliar. Así también fue registrado el número de macollos totales de cada unidad experimental a los 60 dds. La longitud de la parte aérea de la planta, al momento de la cosecha, fue medida con una cinta métrica desde el punto en el que comenzaba la parte radicular (cuello de la planta), hasta la vaina de la lámina de la hoja respectivamente. Para la longitud de la raíz, al momento de la cosecha, fue utilizado el mismo material, y la medición se realizó desde el cuello de la planta, hasta la cofia.

En cuanto al rendimiento de Materia Verde (MV) de la parte aérea, fue realizado un corte con tijera

de podar, separando la parte aérea. Luego se pesó con una balanza electrónica, y el resultado fue extrapolado, con el objetivo de conocer el rendimiento por hectárea. Para el rendimiento de Materia Seca (MS), las muestras fueron secadas a estufa a 65 °C durante 72 horas, los resultados fueron expresados en porcentaje, cuyo valor fue elevado a una hectárea.

Los datos obtenidos fueron sometidos a Análisis de Varianza (ANAVA), y al determinarse una diferencia significativa entre las medias de los parámetros evaluados se realizaron las comparaciones a través del test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Los valores de la evolución de la emergencia presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentajes de emergencia de *Chloris gayana* cv. Callide a los 8, 15 y 22 días después de la siembra (dds), en distintas concentraciones de NaCl expresadas en Conductividad Eléctrica (CE). Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Tratamiento	CE (dS m ⁻¹)	Emergencia (%)		
		8 dds	15 dds	22 dds
T ₁	0	44 bc*	64 ab	88 bc
T ₂	4	52 c	76 b	100 c
T ₃	8	20 ab	48 ab	76 ab
T ₄	12	8 a	36 a	64 a

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

A los 8 dds, el T₂ (4 dS m⁻¹) presentó el mayor porcentaje de emergencia, estadísticamente similar al T₁, mientras que el T₄ obtuvo el menor valor. Las altas concentraciones de salinidad, afectaron de manera negativa a la emergencia de *Chloris gayana* cv. Callide; observando una emergencia de 64% a los 22 dds para el T₄, cuyos niveles de concentración salina eran los más altos de la experimentación. Por el contrario, al mismo tiempo (22 dds), el T₂, con bajas concentraciones

de la solución salina (4 dS m⁻¹), el porcentaje de emergencia llegó al 100%.

Los valores de número de macollos promedio por planta, longitud de la parte aérea y longitud radicular presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos (Tabla 2).

En el número de macollos por planta, se encontraron diferencias significativas, con

Tabla 2. Número de macollos promedio por planta, longitud de la parte aérea y longitud radicular de *Chloris gayana* cv. Callide, a los 60 dds, sometidas a riegos a diferentes niveles de salinidad, expresadas en Conductividad Eléctrica (CE). Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Tratamiento	CE (dS m ⁻¹)	Número de macollos por planta	Longitud de la parte aérea (cm)	Longitud radicular (cm)
T ₁	0	9,0 a*	70,6 ab	36,2 b
T ₂	4	10,6 b	77,0 c	43,8 c
T ₃	8	11,0 b	64,0 b	31,2 ab
T ₄	12	10,6 b	52,2 a	27,8 a

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el teste de Tukey al 5% de probabilidad de error.

mayores valores para el T₂, T₃ y T₄, esto indica que los niveles crecientes de salinidad, no afectaron de manera significativa la producción de macollos de *Chloris gayana* cv. Callide. Para la variable longitud de la parte aérea de la planta al momento de la cosecha, existió diferencia significativa entre tratamientos, donde se observa una clara tendencia de disminución del crecimiento en la medida que aumenta la concentración de sal en el suelo, este efecto de la salinidad sobre la parte aérea se relaciona con la reducción del potencial de agua en el medio, lo que limita la absorción de agua por las raíces; de este modo, interfiere directamente en los procesos de estiramiento, y la división celular, y por lo tanto, afecta negativamente al crecimiento de las plantas (Taiz y Zeiger 2013).

Para la variable longitud de la raíz al momento de

la cosecha, se observa que existieron diferencias estadísticas significativas, donde los niveles crecientes de salinidad afectaron de manera negativa la longitud de la raíz de *Chloris gayana* cv. Callide, sobre todo en el T₄ (12 dS m⁻¹), donde se obtuvo una longitud promedio de solo 27,8 cm, que expresa una reducción del 30,2% en comparación con el T₁ (0 dS m⁻¹).

El rendimiento de Materia Verde (MV) y Materia Seca (MS), registró diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro niveles de salinidad (Tabla 3).

En ambas variables se observa un comportamiento similar, donde con un nivel de salinidad leve (4 dS m⁻¹), se obtuvo inclusive mayores valores de rendimiento de MV y MS. Los niveles bajos de NaCl estimulan la producción

Tabla 3. Rendimiento de Materia Verde (MV) y Materia Seca (MS) por hectárea de *Chloris gayana* cv. Callide, sometidas a riegos a diferentes niveles de salinidad, expresadas en Conductividad Eléctrica (CE). Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, San Lorenzo, Paraguay. 2016

Tratamiento	CE (dS m ⁻¹)	MV (kg ha ⁻¹)	MS (kg ha ⁻¹)
T ₁	0	10302 c*	2188 c
T ₂	4	12268 c	2637 d
T ₃	8	9283 b	1874 b
T ₄	12	7034 a	1411 a

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el teste de Tukey al 5% de probabilidad de error.

de MV; hasta el momento en el cual llegan a un punto máximo, donde la concentración de salinidad en el suelo deja de ser un estímulo; para pasar a ser una problemática. Es a partir de ese momento que el rendimiento empieza a decaer considerablemente.

Conclusión

La especie *Chloris gayana* cv. Callide es una opción válida de utilizar frente a suelos con niveles de salinidad moderados a altos, ya que la misma no presentó problemas graves para emerger y crecer bajo estas condiciones, demostrando así ser una especie con buena tolerancia a la salinidad.

Referencias bibliográficas

- Chiacchiera, S; Bertram, N; Taleisnik, E; Jobbagy, E. 2016. Efecto de la profundidad freática y la salinidad sobre la dinámica de crecimiento del Pasto Rhodes (*Chloris gayana*). *Crop and Pasture Science* 67(8): 81– 87.
- DGEEC (Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos). 2013. Anuario. Fernando de la Mora, PY. 369 p.
- Glatzle, A; Stosiek, D. 2001. Perfiles por país del recurso pastura/forraje. Paraguay, FAO (en línea). Consultado 12 jul. 2016. Disponible en http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/PDF%20files/Paraguay_Spanish.pdf
- Taiz, L; Zeiger, E. 2013. Fisiología vegetal. 3 ed. España, Universitat Jaume. 581 p.

Efecto de la salinidad sobre la emergencia y el vigor de *Chloris gayana* cv. Fine Cut

Guillermo Ortíz¹, Tania Fariña Díaz^{1*}, Nancy Villalba¹, Daniel Caballero¹, Joaquín Sanchez¹, Arturo Weiler¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: taniafarinhadiaz@hotmail.com

Introducción

La salinidad en los suelos es un grave problema que afecta el rendimiento de los cultivos y la sostenibilidad de la agricultura. Cerca del 43% de la superficie del planeta está afectada por esta condición y unos 20 millones de hectáreas se abandonan, debido a los problemas de salinización (Glatze 2008).

Los problemas de salinidad son usualmente encontrados en zonas áridas y semiáridas del Chaco paraguayo donde las precipitaciones no son suficientes para transportar las sales fuera de la zona explorada por las raíces. Los efectos negativos de la salinidad se desarrollan en las semillas, en la emergencia, en el vigor y el desarrollo vegetativo del cultivo, la productividad y, en los casos más graves causa la muerte de las plantas.

En ese contexto, la gramínea Grama Rhodes (*Chloris gayana* cv. Fine Cut) es una especie caracterizada por desarrollarse en condiciones de escasas de agua, resiste bajas temperaturas y permite realizar pastoreos con una frecuencia de entre 28 y 35 días, entre ellos en época de crecimiento activo. La especie posee buenos rendimientos en suelos de buena calidad, sin embargo, también posee una gran capacidad adaptativa a condiciones de suelos pobres y con ciertos tenores de salinidad.

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de dosis crecientes de salinidad sobre la emergencia y el vigor de plantas de Grama Rhodes cv. Fine Cut.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el invernadero de la División de Malezas del Departamento de Protección Vegetal ubicado en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, durante sesenta días, entre los meses de agosto y octubre del 2016. Los materiales biológicos utilizados fueron semillas que contaban con la certificación del Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (SENAVE) de *Chloris gayana* cv. Fine Cut. Estas semillas estaban recubiertas con *Azospirillum brasiliensis* y Maxim, las mismas fueron sometidas a un test de germinación arrojando valores de 38% de germinación. Los tratamientos consistieron en diferentes concentraciones de salinidad, expresados en Conductividad Eléctrica (CE) 0, 4, 8, 12 dS m⁻¹. El sustrato utilizado fue suelo extraído del bajo Chaco. La fórmula utilizada para determinar el volumen de riego diario fue la siguiente: Evapotranspiración del cultivo (ETg) = Evapotranspiración de referencia (ET) x Coeficiente del cultivo (Kc).

Los tratamientos fueron aplicados en intervalos de tres días durante la experimentación y durante los días intermedios, se realizó el riego con agua corriente. La siembra se realizó a 1 cm de profundidad con una separación de 3 cm entre las mismas. Para determinar el efecto de salinidad sobre las especies en estudio se evaluó el porcentaje de emergencia, número de macollos basales, altura de la parte aérea, longitud de la raíz, peso de Materia Verde (MV) y peso de la Materia Seca (MS). Se utilizó el diseño

completamente al azar (DCA), en el que cada tratamiento contó con cinco repeticiones con diez semillas cada una, utilizando cinco plantas vigorosas por unidad experimental. Con los datos obtenidos de cada variable, se realizó el análisis de varianza (ANAVA) y cuando se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó la prueba de comparación de medias con el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Los resultados mostraron que las concentraciones de salinidad influyeron sobre el porcentaje de emergencia de los diferentes tratamientos (Tabla 1). A los 8 días después de la siembra

(dds), los tratamientos que presentaron mayores porcentajes de emergencia fueron el T₁ y T₂ sin presentar diferencias estadísticas entre sí, con un promedio de 58%, mientras que el inferior fue el T₄ con 11%. En las evaluaciones hechas a los 15 dds, el tratamiento T₂ mostró los mayores porcentajes de emergencia con un promedio de 91%, estadísticamente superior a los demás tratamientos.

El menor valor se encontró en el tratamiento T₄ alcanzando un 39% de emergencia. Un comportamiento similar se observó en la evaluación realizada a los 22 dds, en el cual el tratamiento T₂ obtuvo 98% de emergencia, similar al T₁ y estadísticamente superior al tratamiento T₄, con 65% de emergencia.

Tabla 1. Porcentajes de emergencia del *Chloris gayana* cv. Fine Cut a los 8, 15 y 22 días después de la siembra (dds), en las distintas concentraciones de salinidad. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Tratamientos	CE (dS m ⁻¹)	Emergencia (%)		
		8 dds	15 dds	22 dds
T ₁	0	53 a*	74 b	93 a
T ₂	4	63 a	91 a	98 a
T ₃	8	23 b	45 c	81 b
T ₄	12	11 c	39 c	65 c

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el teste de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Un aspecto a considerar que pudo haber influido en la emergencia de las plántulas de *Chloris gayana* cv. Fine Cut en comparación a otros experimentos fue la inoculación previa de las semillas con *Azospirillum brasiliense*. Esta bacteria desarrolla mecanismos de producción de fitohormonas, fijación de nitrógeno, así como también la solubilización del fósforo para que sean asimilables. Específicamente el ácido indolacético producido por las bacterias puede modificar el contenido de fitohormonas de las plantas conduciendo a la estimulación del crecimiento de las mismas (Di Salvo 2012), lo cual facilita la emergencia.

El número de macollos totales por tratamiento y la altura de la parte aérea al momento de la cosecha

se vieron afectados por las concentraciones de NaCl, expresadas en conductividad eléctrica (Tabla 2). Se encontró diferencias significativas entre tratamientos, con mayores valores en el T₂, se pudo observar también una tendencia por el efecto negativo que produce el riego con concentraciones crecientes de NaCl.

Se observó que el tratamiento T₂ presentó mayor cantidad de macollos, con valores promedio de 55,0 macollos por unidad experimental, superior estadísticamente a los demás tratamientos. La reducción de la altura en las plantas en relación al tratamiento de mayor altura (T₂) fue de 14,4%; 25,7% y 28,3% a los 60 dds, para las concentraciones de 8, 0 y 12 dS m⁻¹ respectivamente. Resultados similares fueron

Tabla 2. Número de macollos totales, altura de la parte aérea y longitud de raíz de *Chloris gayana* cv. Fine Cut, sometidas a riegos con diferentes concentraciones de salinidad a los 60 días después de la siembra (dds). FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Tratamiento	CE (dS m ⁻¹)	Número de macollos por planta	Longitud de la parte aérea (cm)	Longitud radicular (cm)
T ₁	0	44,0 b*	50,4 ab	29,0
T ₂	4	55,0 a	63,4 a	35,2
T ₃	8	48,0 b	55,4 ab	36,8
T ₄	12	47,0 b	49,0 b	30,8

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el teste de Tukey al 5% de probabilidad de error.

descritos por Ibarrola (2014), quien menciona una relación inversa entre la altura y la concentración de NaCl aplicado. En el caso de las longitudes de raíces a los 60 dds no se observa diferencias estadísticas entre los tratamientos, con una media de 33 cm, sin embargo, se observa una tendencia a que aumente la longitud de la raíz en la medida que aumenta las concentraciones de salinidad.

Los resultados estadísticos indican que existieron diferencias significativas en el peso de Materia Verde y Materia Seca a los 60 dds (Tabla 3), siendo notorio el efecto negativo del riego con concentraciones crecientes de NaCl en los valores obtenidos en las mismas, lo que coincide con lo expresado por Caprici et al. (2009), quienes reportaron una relación negativa entre los parámetros de crecimiento y salinidad.

Tabla 3. Producción de Materia Verde (MV) y Materia Seca (MS) de la parte aérea de *Chloris gayana* cv. Fine Cut a los 60 días después de la siembra (dds), bajo distintas concentraciones de NaCl. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Tratamiento	CE (dS m ⁻¹)	MV (kg ha ⁻¹)	MS (kg ha ⁻¹)
T ₁	0	15.199 a*	1.494 a
T ₂	4	17.057 a	1.577 a
T ₃	8	13.742 ab	1.468 a
T ₄	12	11.571 b	1.237 b

*Medias seguidas por la misma letra en las columnas no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

En la producción de materia verde se observó que los tratamientos T₁ y T₂ presentaron los mayores valores, sin diferencia estadística entre sí, con valores promedios de 16.128 kg ha⁻¹, los cuales fueron superiores al T₄ en 39,3%. El T₃ presento valores intermedios.

En la producción de materia seca los tratamientos T₁, T₂ y T₃ presentaron los mayores valores con un promedio de 1.513 kg MS ha⁻¹, sin diferencias

estadísticas significativas entre sí, y superiores al T₄ en un 22,3%.

Conclusión

Las semillas de *Chloris gayana* cv. Fine Cut responden de forma negativa ante una concentración ascendente de NaCl en la solución, disminuyendo la emergencia de manera considerable con una concentración de 12 dS m⁻¹.



De igual forma, en el número de macollos y la altura de la parte aérea se observa una disminución progresiva con el aumento de cloruro de sodio en las concentraciones, mostrando una importante reducción ante una concentración de 12 dS m⁻¹. En el desarrollo radicular, no se encontró diferencias significativas entre tratamientos. Los menores valores de producción de MV y MS fueron observadas en el tratamiento con alta concentración de NaCl.

Referencias bibliográficas

- Caprici, E; Celik, N; Bayram, G. 2009. Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. African Journal of Biotechnology 8(19):4918-4922.
- Di Salvo, L; Carlino, M; Cellucci, G; García de Salamone, I. 2012. *Azospirillum brasilense* y fertilización nitrogenada: incremento sustentable del rendimiento de maíz (en línea). Buenos Aires, AR, Cátedra de Microbiología Agrícola, FA UBA. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en http://www.academia.edu/4241273/AZOSPIRILLUM_BRASILENSE_Y_FERTILIZACION_NITROGENADA_INCREMENTO_SUSTENTABLE_DEL_RENDIMIENTO_DE_MA%C3%8DZ
- Glaztle, A. 2008. Ganadería chaqueña en pasturas implantadas: características, potencialidades y servicios ambientales (en línea). Asunción, PY. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en http://www.chaconet.com.py/inttas/projects/pdf/a_glatzle_ganaderia_chaquena.pdf
- Ibarrola, R. 2014. Evaluación de la tolerancia a diferentes niveles de salinidad sobre la germinación y vigor de semillas de *Chloris gayana* cv. Top Cut. Tesis de grado, Ing. Agr. San Lorenzo, PY, FCA UNA. 57 p.

Efecto del uso de urea como mejorador de la calidad bromatológica de heno de paja de arroz (*Oriza sativa* L.)

Marcos Peralta Parra¹, Carlos María Alviso Lesme¹, Pedro Luis Paniagua Alcaraz¹,
Waldir Vera Villalba¹, Blas Alviso Lesme^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Santa Rosa - Misiones, Paraguay.

*Autor para correspondencia: alviblas@hotmail.com

Introducción

Una de las principales actividades económicas que sustenta al Paraguay es la ganadería, y en mayor énfasis la producción bovina. En dicho rubro, la nutrición es la base de todo emprendimiento, y a la vez su principal limitante. Ante la crisis forrajera del invierno que conlleva indirectamente a una sobrecarga animal en los campos debido a la falta de un balance forrajero y a la constante demanda de alimentos por parte del hato ganadero, resulta necesario realizar un ajuste en el manejo del sistema alimenticio para así lograr una producción sostenible.

En el departamento de Misiones, una amplia superficie es destinada al cultivo de arroz, el residuo de la cosecha luego de la trilla, llamado “cola de máquina”, puede ser enfardado o enrollado para ser utilizado como fuente de fibra especialmente en épocas de crisis forrajera, ya que se la encuentra en abundancia en parcelas ya cosechadas durante el primer periodo del año. La paja de arroz acompañada de la adición de concentrados es generalmente usada para alimentar rumiantes en casi todos los países que cultivan arroz, a pesar de su alta fibrosidad, por lo tanto baja digestibilidad y un justo o insuficiente contenido proteico (Suttie 2003).

A pesar de ello, existen alternativas para mejorar la calidad y digestibilidad de los rastrojos agrícolas como la incorporación de urea, mostrando resultados favorables para el uso potencial de los mismos en diferentes categorías de animales y en distintos sistemas de producción ganadera, lo que posiciona a la paja de arroz como un subproducto agrícola interesante para su aprovechamiento en la alimentación del ganado. Es por ello, que el objetivo de la presente investigación fue evaluar

la calidad bromatológica del heno de paja de arroz tratado con diferentes concentraciones de urea.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el predio de la arrocera Agroganadera Unidos S.A., establecimiento “Enramadita”, ubicado a 29 km del distrito de San Ignacio - Misiones, Ruta Nacional N° 4 “General José Eduvigis Díaz”, en la compañía de San Pablo, coordenadas 26° 55’ 9” S y 57° 19’ 31” O. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando veinte unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo constituida por una paca de paja de arroz (variedad Irga 424).

La colecta fue realizada durante inicios de la cosecha del cultivo inmediatamente posterior al paso de la cosechadora. Seguidamente toda la paja se dispuso en un lugar soleado y aireado, durante 2 días, removiendo las pilas dos veces por día, para que la paja se seque al sol y su contenido de humedad alcance niveles menores al 20%. La determinación de la humedad de la paja, fue realizada a partir de 10 muestreos aleatorios por medio del tacto. El follaje evaluado era francamente quebradizo, entonces pudo estimarse un contenido acuoso no mayor al 20 %, según la metodología mencionada por Moore (1968).

Las pacas tuvieron 0,60 m de largo, 0,35 m de ancho, 0,30 m de alto, y un peso de 3 kg; todas las pacas fueron embaladas, identificadas y dispuestas completamente al azar sobre pallets y bajo sombra densa de árboles, a un distanciamiento de 0,5 m entre cada paca.

Los tratamientos fueron generados por

la aplicación en solución de diferentes concentraciones de urea la cual poseía 45% de nitrógeno. Los mismos fueron: T₁, sin aplicación de ninguna solución; T₂, solución al 0% de urea; T₃, solución al 5% de urea; T₄, solución al 10% de urea y T₅, solución al 25% de urea. Las soluciones de urea se prepararon en una regadera, la misma fue completamente disuelta y bien mezclada, por lo que se esperó unos 5 min por cada dilución para garantizar una buena homogeneidad en las aplicaciones. Luego de transcurridos 35 días desde la aplicación de los tratamientos, se tomaron las muestras de cada unidad experimental, 20 en total, las cuales fueron enviadas al laboratorio de bromatología, de la Facultad de Ciencias Veterinarias – UNA, en el Campus de San Lorenzo. Las variables evaluadas en la investigación fueron: Materia seca (MS), Fibra detergente ácida (FDA), Fibra detergente neutra (FDN), Proteína bruta (PB), Nutrientes digestibles totales (NDT) y Acidez

(pH). Los datos obtenidos fueron sometidos al Análisis de Varianza (ANOVA) y en caso de la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, las medias fueron comparadas por el test de Tukey al 95% de confiabilidad.

Resultados y discusión

En el resultado del análisis bromatológico se evidencia que disminuyeron el contenido de fibra detergente ácida (FDA) (de 40,54% a 36,60%), fibra detergente neutra (FDN) (de 74,36% a 66,50%) y del pH (de 7,45 a 6,60). Por otro lado, aumentaron el contenido de nutrientes digestibles totales (NDT) (de 50,10% a 54,02%), y del porcentaje de proteína bruta (de 11,30% a 30,98%). Todas las variaciones de los parámetros analizados, indican una mejora de calidad forrajera del heno de la paja de arroz por la aplicación de solución de urea (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados del análisis laboratorial de las pacas de heno. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, Filial Santa Rosa-Misiones, 2016.

Tratamientos	%MS	%FDA	%FDN	%PB	%NDT	pH
T ₁ sin aplicación de urea	89,00	40,54 b	74,36 b	11,30 c	50,10	7,45 c
T ₂ (solución al 0% de urea)	91,18	42,15 b	71,41 b	11,42 c	50,20	7,40 bc
T ₃ (solución al 5% de urea)	87,10	38,72 b	71,40 b	14,12 bc	50,87	6,93 ab
T ₄ (solución al 10% de urea)	90,76	38,66 a	67,50 a	18,71 b	52,61	6,90 ab
T ₅ (solución al 25% de urea)	89,60	36,60 a	66,50 a	30,98 a	54,02	6,60 a

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el teste de Tukey al 5% de probabilidad de error.

En relación a la materia seca (MS) se presenta mucha similitud entre los diferentes tratamientos, alcanzando un promedio de 88,67%. Estos resultados muestran que la amonificación no repercute en el contenido de MS del forraje. Investigaciones realizadas por Barrios y Ventura (2005), mencionan que amonificando henos de *Brachiaria humidicola*, el contenido de MS no presentó diferencias con respecto al tratamiento de control.

La fibra detergente ácida (FDA), disminuyó significativamente en los tratamientos con 10% (T₄) y 25% (T₅) en relación a los demás tratamientos, los cuales fueron estadísticamente

iguales. Trabajos hechos por Bartaburu et al. (s.f.) con paja de arroz, muestran que tras el amonificado la digestibilidad de la fibra aumenta del 50,1% al 69%.

Esto se debe probablemente a que como efecto de la degradación de la FDA, la digestibilidad del forraje aumenta gracias a la hidrolización de las cadenas de lignina y celulosa.

En los resultados de la fibra detergente neutra (FDN) se puede apreciar las mismas tendencias encontradas en la FDA, registrándose mayores concentraciones y sin diferencias estadísticas significativas en los tratamientos T₁, T₂ y T₃; siendo

verificada una reducción con los tratamientos T_4 y T_5 con 10% y 25% de urea, respectivamente, indicando que es determinante para degradar la fibra. Según Bartaburu et al. (s.f.), la amonificación ocasiona una degradación de la fibra y la lignina. Estos niveles menores de fibra y lignina reducen la sensación de saciedad por parte del rumiante, lo que también incrementar la ingesta y por tanto, el aporte diario de nutrientes.

La proteína bruta aumentó con la aplicación de urea, alcanzando el mayor valor con la mayor concentración aplicada (T_5), siendo la diferencia de casi 20 puntos porcentuales con respecto tratamiento testigo (T_1) y de 12 puntos porcentuales con respecto al tratamiento inmediato (T_4). En otra prueba realizada por Barrios y Ventura (2005), con la amonificación de un silo con más de 100 pacas de heno de *Brachiaria*, almacenadas herméticamente durante 28 días, se incrementó el porcentaje de proteína cruda de 3 al 8,2%. El nitrógeno no proteico (NNP), es utilizado por los microorganismos si existe suficiente energía (carbohidratos), para la síntesis de aminoácidos, proteínas y demás componentes de las células microbianas. Parte del amoníaco liberado en el rumen no puede ser fijado por los microorganismos, entonces se absorbe y es llevado por la sangre hasta el hígado, donde se transforma en urea, siendo la mayor parte no utilizada por el animal y excretada en la orina (Garris y López 2002).

Relling y Mattioli (2003) a fin de evitar intoxicaciones con alimentos de altas concentraciones de NNP, se debe complementar la ración con una fuente nutritiva de buena concentración energética, por ejemplo harina de trigo o maíz partido/molido.

En los nutrientes digestibles totales (NDT), si bien no presentó diferencias estadísticas significativas, cabe señalar que su contenido aumentó de manera progresiva con cada tratamiento, siendo el T_5 el de mayor contenido de nutrientes digestibles para los microorganismos del rumen (Tabla 1). Este

incremento en NDT puede deberse a que tanto la FDN, y la FDA se degradan, y por tanto el contenido celular puede ser degradado y ser utilizado como fuente de energía.

La similitud en el porcentaje de NDT entre tratamientos puede deberse a que la paja de arroz es un forraje “sobrante”, despojado de sus semillas, las cuales sí contaban con carbohidratos de reserva, en contrapartida a la paja “cola de cosecha” de arroz. Por tanto es entendible que se trate de un forraje con escaso nivel energético.

Con respecto al pH, se observa que el T_5 presentó diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos. El pH disminuyó a medida que aumentaba la concentración de la solución amoniacal.

Los tratamientos T_4 y T_5 se encuentran dentro del espectro de acción “idóneo” de las bacterias celulolíticas, ya que éstas se desenvuelven mejor y su multiplican rápidamente de pH de 6 a 6,9. El pH ruminal varía entre 5,5 y 7 y éste es regulado a partir de la propia fermentación. Por un lado se tiene producción de una base, como el amoníaco NH_3 , relacionada a la fermentación proteica, mientras que por otro lado se tiene la producción de ácidos, como los AGV. Resultantes de la fermentación de carbohidratos (Relling y Mattioli 2003).

Conclusión

La aplicación de urea mejora la calidad forrajera del heno de paja de arroz, no afectando el contenido de Materia Seca y de nutrientes digestibles totales del forraje. Además de aumentar significativamente el contenido de proteína bruta.

La fibra detergente ácida y la fibra detergente neutra son significativamente disminuidas a partir de la aplicación de urea en concentración del 10%.

Los valores de pH de forraje obtenido durante la investigación presentaron valores próximos al valor neutro (6,60 a 7,45).



Referencias bibliográficas

- Barrios, A; Ventura, M. 2005. Uso de la amonificación seca para mejorar la calidad del heno: estrategias para mejorar el aprovechamiento de los forrajes de baja calidad (en línea). Venezuela. Consultado 19 nov. 2015. Disponible en http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion4/articulo7-s4.pdf
- Garris, M; López, A. 2002. Suplementación con nitrógeno no proteico en rumiantes (en línea). Argentina. Consultado 24 nov. 2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/07-suplementacion_con_nitrogeno.pdf
- Bartaburu, D; Montes, E; Pereira, M. s/f. Utilización de la paja de arroz en la alimentación animal. *In* INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay). Alternativas tecnológicas para enfrentar situaciones de crisis forrajera. INIA, Uruguay. p. 18-19.
- Moore, I. 1968. Ensilado y henificación: heno y henificación. Facultad de Veterinaria de la Universidad de Madrid. Zaragoza, Es, Acribia. 121 p.
- Relling, AE; Mattioli, GA. 2003. Fisiología digestiva de los rumiantes: una parte de los requerimientos proteicos del animal pueden ser cubiertos por NNP. Buenos Aires, AR, Facultad de Ciencias Veterinarias UNLP EDULP. 72 p.
- Suttie, JM. 2003. Conservación de heno y paja: paja de arroz. Roma, It, FAO. 322 p.

Niveles de raspadura de raíz de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) como fuente energética en la dieta del pato pekín (*Anas platyrhynchos*)

Gustavo Valdez Ojeda^{1*}, Gustavo Barreto Vázquez¹, Daniel Antonio Cardozo González

¹Facultad de Ciencias Agrarias Filial Caazapá, Universidad Nacional de Asunción. Caazapá, Paraguay

*Autor para correspondencia: gvaldezojeda@gmail.com

Introducción

En el Paraguay se ha practicado la crianza de patos sólo a nivel familiar o casero y con razas de bajo rendimiento, por lo que no se ha alcanzado a desarrollar el potencial del pato a su máxima expresión. En consecuencia, tampoco se ha desarrollado una cultura de consumo de su carne y huevos por la población. La crianza de patos, es una actividad pecuaria que podría compatibilizarse con las producciones tradicionales (Avilez y Camiruaga 2006), caracterizada por la escasa utilización de concentrados energéticos en su alimentación para elevar la productividad, limitándose a los granos, tales como maíz y afrecho de trigo, por eso se debe considerar la utilización de productos disponibles en la finca como la mandioca que generalmente es utilizada para el consumo familiar y para la alimentación de una limitada especie de animales como el bovino y el cerdo.

La mandioca constituye uno de los rubros que se encuentra indefectiblemente en la finca familiar, pero su aprovechamiento es muy limitado para el consumo animal debido al desconocimiento de las propiedades de este cultivo para la alimentación de ciertas especies como el pato. En general tanto las raíces como la parte aérea de la mandioca pueden ser utilizadas para la alimentación animal, ya sea en forma fresca, deshidratadas y/o ensiladas. Además de estos productos primarios de la mandioca, existen otros derivados que son utilizados como alimento para animales, principalmente los subproductos de la industria. Los productos provenientes de las raíces de mandioca son esencialmente energéticos, debido a su alto contenido en almidón (Uset 2009).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de distintos niveles de inclusión de la raspadura de mandioca en la dieta del pato pekín sobre el desempeño productivo.

Metodología

El experimento se realizó en la Compañía Yerovia 3^a Línea, distrito de Buena Vista, departamento de Caazapá, Región Oriental del Paraguay, distante unos 270 km de Asunción. Localizado en el paralelo 26° 15' latitud sur y los meridianos 56° 6' longitud oeste, entre los meses de julio a setiembre del 2015. La raza de pato estudiada fue la llamada Pekín, que se caracteriza por su plumaje blanco-cremoso, patas de color naranja brillante, piel amarilla y carne blanca. Los animales tenían 15 días de edad con un peso promedio de 375 g por ave. Los tratamientos fueron T1= 0% de raspadura de mandioca, T2= 10% de raspadura de mandioca, T3= 20% de raspadura de mandioca y T4= 30% de raspadura de mandioca. Las variables evaluadas fueron la ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de la canal. El diseño que se utilizó fue el diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, totalizando veinte unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo constituida por cuatro patos en una superficie de 1,2 m², en total fueron utilizados ochenta patos. Los tratamientos fueron bloqueados por peso. La pista de cría en total tuvo una superficie de 25 m² incluyendo el pasillo de manejo. El ensayo experimental se realizó en un galpón con techo de zinc, con una superficie de 25 m² con capacidad para ochenta patos, subdividiendo en cinco bloques de cría de 1,2 m² para cada repetición con cuatro patos en la misma. Los bloques de cría

o los boxes fueron equipados con comederos y bebederos circulares. Las dietas que se observan en el Tabla 1, fueron formuladas por medio de un programa informático ZOOTEC v2.0, por el método de prueba y error, asumiendo una dieta isoenergética e isoproteica de patos marruecos Pekín en la etapa de crecimiento según las Normas y Padrones de Nutrición y Alimentación Animal y fueron formulados de acuerdo a las necesidades de los mismos (MA/SARC 2000).

El ensayo tuvo una duración de 65 días, se tuvo un periodo de acostumbramiento de 15 días, totalizando ochenta días, los patos fueron criados en un compartimiento cerrado antes del inicio del experimento, donde se les suministró concentrado comercial tipo iniciador para pollos de engorde y tuvieron un periodo de cambio de alimentación a la dieta experimental. Los animales fueron pesados individualmente cada 15 días utilizando balanza de precisión, con un total de cinco

Tabla 1. Ingredientes que fueron utilizados en el experimento y composición porcentual de la raspadura de raíz de mandioca.

Ingredientes	Niveles de utilización de raspadura de mandioca deshidratada (%)			
	T1	T2	T3	T4
Raspadura de mandioca	0,00	10,00	20,00	30,00
Maíz	64,76	56,41	47,12	39,07
Afrecho de Trigo	11,78	7,74	4,60	0,00
Harina de soja 44%	15,31	17,70	20,00	22,58
Harina de carne y hueso 40%	7,65	7,63	7,74	7,78
Sal común	0,350	0,350	0,350	0,350
Premezcla Vit-Min aves	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-Metionina 99%	0,05	0,07	0,09	0,12
Total	100	100	100	100
Nutrientes¹				
Materia seca (%)	89,51	89,36	89,22	89,08
EM kcal/kg Aves	2854,40	2876,78	2879,04	2910,55
Proteína C. (%)	17,27	17,23	17,26	17,27
Fibra Bruta (%)	4,00	3,61	3,31	2,86
Ext. Etéreo (%)	3,76	3,48	3,20	2,92
Calcio (%)	0,88	0,89	0,92	0,94
Fósforo Disponible (%)	0,53	0,53	0,53	0,53
Sodio (%)	0,22	0,21	0,21	0,21
Arginina (%)	1,11	1,11	1,11	1,11
Lisina (%)	0,92	0,94	0,97	1,00
Metionina (%)	0,34	0,35	0,37	0,38
Metionina + cistina (%)	0,62	0,61	0,62	0,62
Treonina (%)	0,73	0,72	0,71	0,70
Triptófano (%)	0,21	0,21	0,20	0,20

¹Valores calculados, método de prueba y error ZOOTEC V2.0. Elmer Quispe/UNSAAC (2013).

pesajes. El suministro de alimento para los patos fue dos veces por día a la mañana y la tarde en forma voluntaria, sin que le falte alimento en sus comederos, el consumo de los alimentos fueron registrados en forma diaria y semanal, teniendo en cuenta las sobras y/o los desperdicios registrados en planillas para dicho fin; el agua fue proveída *ad libitum* por medio de bebederos.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza al 5% de probabilidad de error y pruebas de comparación de medias con Tukey, también al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

El desempeño productivo del pato Pekín no fue afectado por la inclusión de diferentes niveles de inclusión de la raspadura de mandioca en la dieta.

Esto indica que el desempeño productivo se mantiene con la inclusión de la raspadura de mandioca deshidratada hasta el 30% como fuente energética en sustitución del maíz y afrecho de trigo en la dieta como se observa en el Tabla 1 de ingredientes. La proporción de raíz de mandioca fresca y la deshidratada es de 10:3,5. Este dato se ha obtenido durante la preparación del balanceado durante este trabajo.

A pesar de ser una relación poco estrecha, la abundancia de la materia prima en la zona la convierte en una alternativa válida para la sustitución del maíz, que normalmente es de menor abundancia y mayor costo.

Lo cual es confirmado también en el trabajo realizado por Ciancio (2015) sustituyendo parcialmente el maíz por la raspadura de mandioca hasta el 30% en la ración de la codorniz (*Coturnix japonica*) mantuvo la ganancia de peso en la etapa de crecimiento. Así mismo, Ramírez (2010) incluyendo la harina de raíz de mandioca deshidratada hasta el 30% en la alimentación de pollos rústicos en un manejo intensivo en la etapa de terminación mantuvo el consumo de alimento por día y la conversión alimenticia.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, la inclusión de raspadura de raíz de mandioca mantiene el rendimiento de la canal de los patos en etapa de crecimiento, siendo el porcentaje alcanzado en este trabajo diferente al obtenido por Lázaro et al. (2004) en hembras 61% y en machos 60,3% de rendimiento. Según Petersen (2010) la sustitución total del maíz por la raspadura de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en la alimentación de pollos parrilleros en la etapa de terminación no presentó efecto significativo en el rendimiento de la canal.

Tabla 2. Valores promedio de desempeño animal alimentados con diferentes niveles de raspadura de raíz de mandioca como fuente energética en la dieta del pato Pekín en crecimiento, Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, Caazapá, 2015.

Variables	Niveles de inclusión de raspadura de raíz de mandioca				Promedio	CV %
	0%	10%	20%	30%		
Ganancia diaria de peso (g día ⁻¹)	33,71	34,95	33,88	33,41	33,98 ^{ns}	6,24
Consumo diario de alimento (g día ⁻¹)	190	189,6	188,6	193,6	190,45 ^{ns}	4,60
Conversión alimenticia	5,72	5,46	5,58	5,80	5,64 ^{ns}	6,06
Rendimiento de la canal (%)	75,93	75,57	76,09	78,88	76,62 ^{ns}	5,94

ns: No significativo; CV: Coeficiente de variación



Conclusión

Con la inclusión de diferentes niveles de la raspadura de raíz de mandioca como fuente energética se mantiene el desempeño productivo en patos Pekín en etapa de crecimiento.

Referencias bibliográficas

- Avilez, J; Camiruaga, M. 2006. Manual de crianza de patos (en línea). Temuco. CL, UC Temuco. Consultado 3 abr. 2015. Disponible en http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/07_10_31_manual.pdf
- Ciancio, PAI. 2015. Efecto de la sustitución parcial del maíz por la raspadura de mandioca sobre el desempeño de la codorniz (*Coturnix japonica*). Tesis Ing. Agr. Caazapá, Py, FCA UNA. 42 p.
- Lázaro, R; Vicente, B; Capdevila J. 2004. Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: patos (en línea). Barcelona, ES, NuriEspadale. Consultado 3 abr. 2015. Disponible en http://www.wpsa_aeca.es/aeca_imgs_docs/15_02_29_FEDNA4.pdf
- Ministério da Agricultura e do Abastecimento Secretaria de Apoio Rural e Cooperativista. (MA/SARC). 2000. Normas e padrões de nutrição e alimentação animal. Brasília, DF, BR. MA/SARC/DFPA. 152 p.
- Petersen, CA. 2010. Efecto de la sustitución total del maíz por la raspadura de mandioca (*Manihot esculenta* Cranz) en la alimentación de pollos parrilleros en la etapa de terminación. Tesis Ing. Agr. Caazapá, Py, FCA UNA. 16 p.
- Quispe, EJ. 2013. Formulación de raciones balanceadas en aves y cerdos: zootec v 2.0. Cuzco. (en línea, blog). Consultado 24 may. 2015. Disponible en <http://elmerzinho.blogspot.com/>.
- Ramírez, R 2010. Efecto de la inclusión de harina de raíz de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) deshidratada en la alimentación de pollos rústicos en un manejo intensivo en la etapa de terminación. Tesis Ing. Agr. Caazapá, Py, FCA UNA. 18 p.
- Uset, O. 2009. Utilización de raíces y parte aérea de mandioca en la alimentación animal (en línea). EEA Montecarlo, Misiones, AGR. Consultado 4 abr. 2015. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/utilizacion-de-raices-y-parte-aerea-de-mandioca-en-la-alimentacion-animal/at_multi_download/file/INTA-mandioca-en-alimentacion-animal.pdf.

Desempeño productivo de pollos parrilleros con la utilización de la fitasa como aditivo en la dieta

Gustavo Valdez Ojeda^{1*}, Alba López Garayo¹, Daniel Antonio Cardozo González

¹Facultad de Ciencias Agrarias Filial Caazapá, Universidad Nacional de Asunción. Caazapá, Paraguay.

*Autor para correspondencia: gvaldezojeda@gmail.com

Introducción

La cría de los pollos parrilleros ha aumentado, así también la demanda de los productos que son utilizados para la formulación de las raciones, considerando el elevado costo, la escasez de ciertos alimentos y la creciente utilización de dichos productos son factores que han influido a la búsqueda de algunas alternativas que puedan mejorar la utilización de ciertos elementos como el fósforo, pudiendo reducir la cantidad de fósforo inorgánico añadido a las raciones, con efectos beneficiosos para el medio ambiente con la menor excreción de fosforo indisponible.

Los ingredientes de origen vegetal constituyen la mayor proporción de las dietas de las aves. Teóricamente, el contenido de fósforo (P) total de estos ingredientes sería suficiente para cubrir los requerimientos de P de las aves. Sin embargo, se conoce que alrededor de dos tercios del P total contenido en las materias primas de origen vegetal se encuentra en forma de ácido fítico como fosfato de inositol. El P fítico es pobremente utilizado por animales monogástricos, por lo cual rutinariamente sus dietas son suplementadas con fosfato inorgánico para elevar el contenido de P disponible de la dieta (Contreras 2001). La utilización de Fitasa en el crecimiento y engorde de los pollos en los últimos años se ha desarrollado como alternativa para observar el desenvolvimiento de esta especie, debido a que el consumo de carne se ha vuelto necesario en la alimentación diaria de la población, dada estas circunstancias se buscan la mejor eficiencia en esta especie. La utilización de enzimas como la fitasa, permite registrar buenos indicadores productivos como altas conversiones alimenticias, rendimientos a la canal, entre otros, así también, permite reducir la contaminación

ambiental con ácido fítico en el medio, es por ese motivo, la importancia de realizar investigaciones sobre el contenido de fitatos en las heces de las aves alimentadas con fitasa.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el desempeño productivo de pollos parrilleros con la utilización de la fitasa como aditivo en la dieta.

Metodología

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el departamento de Caazapá, distante a unos 240 km de la capital del Paraguay, cuyas coordenadas son latitud sur 26° 6' 62" y longitud oeste 56° 20' 51,89". La especie estudiada fue el pollo parrillero de la línea híbrida Coob. El periodo del experimento tuvo una duración de 42 días, divididos en dos fases, etapa de recría de 0 a 21 días y la etapa terminación de 22 a 42 días. El experimento se realizó en los meses de mayo y junio de 2016.

Los tratamientos fueron T1= 0 g t⁻¹ de fitasa, T2= 150 g t⁻¹ de fitasa, T3= 200 g t⁻¹ de fitasa y T4= 250 g t⁻¹ de fitasa. Las variables evaluadas fueron la ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de la canal. El diseño que se utilizó fue el diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, cada unidad experimental estaba representada por cuatro animales, totalizando veinte animales por tratamiento. Cada unidad experimental tenía una superficie de 1 m² por tratamiento. Para la ejecución de trabajo de investigación se construyó un galpón avícola con una superficie de 20 m², con piso de tierra apisonada y pared de madera de este a oeste con zócalos de 80 cm de altura y en el espacio sobrante

se empleó tejido de alambre, el galpón tenía una dimensión de 5 m de largo por 4 m de ancho, con veinte jaulas de engorde dividido cada jaula con malla plástica. Una vez llegados los pollitos BB fueron trasladado a un círculo de protección, proveyéndolos agua con 5% de azúcar para recuperar la energía perdida durante el transporte y seguidamente se les proveyó alimentos.

A partir de los siete días las aves fueron debidamente pesada e identificada para individualizar cada repetición, posterior a esto se les traslada a las respectivas subdivisiones del galpón para el inicio del experimento. La

alimentación de los pollos se realizó a base de balanceado iniciador comercial durante los primeros siete días de edad, luego de los ocho días de edad se les proveyó alimento balanceado preparado de acuerdo a cada tratamiento.

Las dietas fueron formuladas por medio de un programa informático ZOOTEC V2.0, por el método de prueba y error, asumiendo una dieta isoenergética e isoproteica de pollos parrilleros en la etapa iniciador y terminador, siendo formuladas de acuerdo a las Tablas brasileras para aves y cerdos según el Tabla 1 (Rostagno et. al 2011). Una vez obtenido los datos de los diferentes

Tabla 1. Ingredientes que fueron utilizados en el experimento y composición porcentual del fitato en la etapa iniciador (0 a 21 días) y terminación (22 a 42 días).

Ingredientes	Niveles de adición de Fitasa (%)							
	Etapa de terminación				Etapa de terminación			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Fitasa	0,0	0,015	0,020	0,025	0,0	0,015	0,020	0,025
Maíz	63,889	63,889	63,889	63,889	71,298	71,298	71,298	71,298
Harina de soja 44%	26,499	26,499	26,499	26,499	19,462	19,462	19,462	19,462
Harina de carne y hueso 40%	7,913	7,913	7,913	7,913	6,889	6,889	6,889	6,889
DL-Metionina 99%	0,150	0,150	0,150	0,150	0,000	0,000	0,000	0,000
L-Lisina 78%	0,100	0,100	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000
Sal común	0,350	0,350	0,350	0,350	0,200	0,200	0,200	0,200
Premezcla Vit-Min aves	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Aceite	1,000	1,000	1,000	1,000	0,350	0,350	0,350	0,350
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Nutrientes¹								
Materia seca (%)	89,75	89,75	89,75	89,75	89,71	89,71	89,71	89,71
EM Kcal/kg Aves	3040,62	3040,62	3040,62	3040,62	3151,30	3151,30	3151,30	3151,30
Proteína C. (%)	21,50	21,50	21,50	21,50	18,56	18,56	18,56	18,56
Fibra Bruta (%)	3,10	3,10	3,10	3,10	2,84	2,84	2,84	2,84
Ext. Etéreo (%)	4,53	4,53	4,53	4,53	5,22	5,22	5,22	5,22
Calcio (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo Disponible (%)	0,54	0,54	0,54	0,54	0,48	0,48	0,48	0,48
Sodio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21
Arginina (%)	1,34	1,34	1,34	1,34	1,12	1,12	1,12	1,12
Lisina (%)	1,25	1,25	1,25	1,25	1,04	1,04	1,04	1,04
Metionina (%)	0,49	0,49	0,49	0,49	0,50	0,50	0,50	0,50
Metionina + cistina (%)	0,79	0,79	0,79	0,79	0,77	0,77	0,77	0,77

¹Valores calculados, método de prueba y error ZOOTEC V2.0. Elmer Quispe/UNSAAC (2013).

tratamientos, las variables como la ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia se sometieron a análisis de varianza, al 5% de probabilidad de error. Y en las variables donde se observó diferencias se aplicó el test de Tukey para la comparación de medias.

Resultados y discusión

Los diferentes niveles de adición de fitasa sobre el desempeño productivo afectó significativamente el desempeño productivo de los pollos parrilleros en la etapa iniciador como se observa en la Tabla 2.

En este sentido según un trabajo realizado por Bresani et al. (2010) utilizando 200 mg dm⁻³ (200 g t⁻¹) de Ronozyme WX® en una dieta a base de maíz y expeller de soja en pollos parrilleros en la etapa de 7 a 21 días, obtuvo una ganancia diaria de peso de 51,11 g día⁻¹, cuyo resultado es mayor a la presente investigación. En estudio realizado por Costa et al. (2016) observando el efecto de la enzima fitasa adicionando cantidad de 100 g t⁻¹ de ración en pollos parrilleros durante las fases pre-inicial (1 a 7 días) e inicial (8 a 21 días) no hubo diferencia significativa (P<0,01) entre tratamientos para el consumo de alimento, con un promedio de 20,14 g día⁻¹ en la fase pre-inicial y con 73,00 g día⁻¹ en la fase inicial.

Tabla 2. Efecto de la adición de fitasa sobre el desempeño productivo de pollos parrilleros en etapa iniciador, Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, Caazapá, 2016.

Variables	Niveles de fitasa en la dieta				Promedio	CV (%)
	0	150	200	250		
Ganancia diaria de peso (g día ⁻¹)	28,19 b	31,84 b	31,58 b	47,80 a	34,85	12,7
Consumo diario de alimento (g día ⁻¹)	65,52 c	111,19 a	91,38 b	115,71 a	95,95	5,8
Conversión alimenticia	2,35 b	3,50 a	2,77 ab	2,43 b	2,76	15,5

* Medias con una letra común en las filas no son significativamente diferentes (p > 0,05); CV: Coeficiente de variación

Estudio realizado por Laurentiz et al. (2009) en pollos parrilleros en fase inicial (1 a 21 días de edad) alimentados con raciones conteniendo fitasa Natuphos® 5000 con niveles utilizados fueron 100 y 200 g t⁻¹, no encontrando diferencia significativa entre los niveles con un promedio de 1,56 de conversión alimenticia.

Los diferentes niveles de adición de fitasa afectó significativamente la ganancia diaria de peso (GDP) de los pollos parrilleros en la etapa terminador como se observa en la tabla 3. En un estudio realizado por Brandão et al. (2007) adicionando fitasa Natuphos®5000 en una dosis de 100 g t⁻¹ en raciones de pollos parrilleros a base de maíz y harina de soja, durante las fases de crecimiento (22 a 35 días de edad) y final (36 a 46 días de edad) para la variable GDP no observó

diferencia estadística en ambas fases, con una media de 73,43 g día⁻¹ para la fase de crecimiento y de 88,88 g día⁻¹ en la fase final, estos resultados son superiores a la presente investigación.

En dietas de pollos parrilleros suplementadas con pulido de arroz y fitasa en un estudio realizado por Castañeda (2012) usando 150 g t⁻¹ de la enzima fitasa para la etapa de finalización (22 a 42 días) obtuvo un consumo de 155,48 g día⁻¹, así como para el total del estudio (1 a 42 días) con promedio de consumo de 108,05 g día⁻¹, no observándose efectos de los tratamientos en el consumo diario de alimento (P>0,10). Así también Brandão et al. (2007) en la variable RDC no observaron diferencia estadística, con un promedio de 78,23% de RDC en pollos faenados a los 45 días de edad, resultados mínimamente superiores a la presente investigación.

Tabla 3. Efecto de la adición de fitasa sobre el desempeño productivo de pollos parrilleros en etapa terminador, Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, Caazapá, 2016.

Variables	Niveles de fitasa en la dieta				Promedio	CV (%)
	0	150	200	250		
Ganancia diaria de peso (g día ⁻¹)	31,43 c	92,55 a	57,38 b	47,80 bc	57,29	18,81
Consumo diario de alimento (g día ⁻¹)	114,19 b	251,39 a	224,50 a	250,39 a	210,12	7,98
Conversión alimenticia	4,26 ab	2,74 b	4,17 ab	5,29 a	4,12	25,42
Rendimiento de la canal (%)	77,00 a	81,20 a	73,40 a	78,20 a	77,45	6,53

*Medias con una letra común en las filas no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) CV: Coeficiente de variación

Conclusión

El uso de la enzima fitasa en la etapa iniciador y terminador resultó en un mejor desempeño productivo de pollos parrilleros.

Referencias bibliográficas

- Brandão, PA; Costa, FG; Brandao, JS; Silva, JH. 2007. Efeito da adição de fitase em rações de frangos de corte, durante as fases de crescimento e final (en línea). Lavras, BR. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n2/a33v31n2.pdf>
- Castañeda, LJ. 2012. Dietas de pollo suplementadas con pulido de arroz y fitasa (en línea). Consultado 14 oct. 2016. Disponible en <http://www.elsitioavicola.com/articles/2212/dietas-de-pollo-suplementadas-con-pulido-de-arroz-y-fitasa/>
- Contreras, TEA. 2001. Evaluación productiva de una fitasa de origen microbiano. Consultado 26 feb. 2016. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132085/Evaluacion-productiva-de-una-fitasa-de-origen-microbiano>
- Costa, FG; Brandão, PA; Brandão, JS; Silva, JH. 2006. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial (en línea). Consultado 22 set. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n3/a37v31n3.pdf>
- Laurentiz, AC de; Junqueira, OM; Filardi da Silva, R; Duarte FK; Assuena, V; Sgavioli, S. 2009. Desempenho, composição da cama, das tíbias, do fígado e das excretas de frangos de corte alimentados com rações contendo fitase e baixos níveis de fósforo (en línea). R Bras Zootec 38(10). Consultado 22 set. 2016. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982009001000012
- Rostagno, HS; Teixeira, A; Lopes, DJ; Gomes, PC; de Oliveira, RF; Lopes, DC; Soares, FA; de Toledo, BSL; Euclides, RF. 2011. Tablas brasileñas para aves y cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales (en línea). Viçosa, Brasil. Consultado 20 set. 2016. Disponible en <http://www.lisina.com.br/arquivos/Geral%20Espa%C3%B1ol.pdf>
- Quispe, EJ. 2013. Formulación de raciones balanceadas en aves y cerdos: zootec v2.0. Cuzco (en línea, blog). Consultado 24 may. 2015. Disponible en <http://elmerzinho.blogspot.com/>

Valoración del contenido de minerales del pastizal nativo sometido a tres frecuencias de corte a lo largo del año

Diego Avilio Ocampos Olmedo^{1*}, Luis Alberto Alonzo Griffith¹, Pedro Luis Paniagua Alcaraz¹, María Cristina Morales Palarea², Carlos Alberto Lezcano Martinez¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Fondo Mundial para la Naturaleza. WWF – Asunción, Paraguay.

*Autor para correspondencia: docamposolmedo@gmail.com

Introducción

Los minerales desempeñan innumerables funciones esenciales en el organismo de los animales. Participa como componente estructural de los tejidos corporales, mantención del equilibrio ácido base, mantención de la presión osmótica y permeabilidad de las membranas celulares. Además, actúan como activadores de procesos enzimáticos y varios otros procesos fisiológicos relacionados al crecimiento, a la reproducción y a la salud (NRC 1996).

Son considerados minerales esenciales para el buen desempeño animal los siguientes elementos: Calcio, Fósforo, Sodio, Cloro, Potasio, Azufre y Magnesio (macroelementos) y Cobre, Zinc, Hierro, Manganeseo, Iodo, Cobalto, Selenio, Molibdeno, Flúor, Cromo y Níquel (microelementos) (NRC 2000).

Las tablas de requerimientos minerales para animales más utilizada son las presentadas por el NRC (2001). Gran parte de los cálculos propuestos están basados en las exigencias determinadas por este consejo. Las mismas compilan promedios de concentraciones de proteína, energía y minerales de los alimentos. Sin embargo, los datos de estas tablas no siempre representan el valor real de las forrajeras atendiendo a las diferencias regionales de especies y calidad de suelo, así como el estadio de crecimiento al momento del corte.

Autores como Underwood y Suttle (1999), mencionan que las plantas responden a ofertas desbalanceadas de minerales disponibles en el suelo limitando su desarrollo y o reduciendo las

concentraciones de minerales deficientes en sus tejidos. Los mismos autores relatan que existe además una marcada influencia del clima en la composición mineral y nutricional de las plantas, indicando esto la necesidad de evaluar sus contenidos minerales no solamente en función a los días de crecimiento sino que cotejar estos en las diferentes estaciones del año de modo a lograr una estimativa de las composiciones mineralógicas de dichos pastizales.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el contenido mineralógico del pastizal nativo, en función a la frecuencia de utilización de la misma a lo largo de un año.

Metodología

El experimento fue llevado a cabo en la compañía Aguaray, distante a unos 24 km del distrito de San Juan Bautista, departamento de Misiones, Paraguay, localizado a 26° 44' S y 57° 20' O, altitud de 135 msnm. El período experimental fue de febrero de 2013 a febrero de 2014.

El suelo del área experimental es clasificado como suelos fuertemente ácidos, de textura franco arenosa con baja saturación de bases. La vegetación natural de la zona es caracterizada como zona de sabanas. Con predominancia de especies como: *Andropogon lateralis* y *Paspalum notatum*, además de *Sorghastrum minarum*, *Axonopus compressus*, *Axonopus affinis*, y apariciones ocasionales de *Aristida pallens*. Además de especies prostradas y erectas de la familia Cyperaceae y Fabaceae entre otras.

Se caracterizó fisiográficamente el establecimiento en zona alta, zona media y zona baja, dadas las características de pendiente y profundidad del suelo. Las caracterizaciones se realizaron en gabinete a través de imágenes satelitales y cotejada mediante visita a campo.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con tres tratamientos consistentes en las frecuencias de corte (28, 56 y 84 días). Las zonas fisiográficas (alta, media y baja) fueron consideradas como bloques para el presente diseño siendo consideradas cuatro estaciones (primavera, verano, otoño e invierno).

Al momento de realizar la evaluación visual del grado de adaptación, teniendo en cuenta la frecuencia de corte, fueron recolectadas muestras del forraje en un cuadrante de 1 m². El mismo era cortado al nivel del suelo, luego de ser identificadas, las muestras eran pesadas y puestas a secar en estufa a temperaturas entre 60 y 70°C por 72 horas.

Con la finalidad de observar posibles variaciones en las concentraciones de Azufre (S), Potasio (K), Magnesio (Mg), Cobre (Cu) y Zinc (Zn),

fueron remitidas al laboratorio de Bromatología de CETAPAR (Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay) muestras para su procesamiento y determinación de los contenidos medios de estos elementos minerales en función a la frecuencia de corte, a la zona fisiográfica y a la época del año (estación).

La comparación de medias fue realizada por medio del test de Tukey al nivel de significancia del 5% de probabilidad.

Resultados y discusión

No fueron observados diferencias estadísticas en el contenido de minerales agrupados por zonas fisiográficas por lo cual los resultados se presentan en función al intervalo de corte empleado y a la estación del año analizada.

La evaluación del contenido mineralógico del pastizal, como Azufre (S), Potasio (K), Cobre (Cu) y Zinc (Zn), estos dos últimos medidos en mg kg⁻¹ (ppm), presentaron diferencias significativas en las diferentes frecuencias de corte estudiadas a lo largo del año (Tabla 1).

Tabla 1. Contenido de Azufre (S); Potasio (K); Magnesio (Mg); Cobre (Cu) y Zinc (Zn) de un pastizal nativo sometido a tres frecuencias de corte (F-días) en las cuatro estaciones del año. San Juan Bautista, Misiones, 2014.

Estación	F	-----Contenido de Minerales-----				
		S (%)	K (%)	Mg (%)	Cu (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)
Otoño	28	0,09	1,67	0,10	11,25	20,00
	56	0,05	1,21	0,11	18,00	22,40
	84	0,07	1,18	0,11	22,33	22,50
Promedio		0,08 ^a	1,35 ^a	0,11	17,19 ^b	21,80 ^a
Invierno	28	0,10	1,60	0,12	10,22	23,00
	56	0,08	1,32	0,11	24,00	22,40
	84	0,08	1,18	0,10	33,00	20,20
Promedio		0,09 ^a	1,37 ^a	0,11	22,40 ^a	21,87 ^a
Primavera	28	0,07	1,36	0,09	6,88	18,00
	56	0,08	1,25	0,10	7,35	22,50
	84	0,05	1,21	0,10	9,00	26,32
Promedio		0,07 ^b	1,27 ^b	0,10	7,74 ^c	22,29 ^a
Verano	28	0,07	1,42	0,11	7,35	15,00
	56	0,08	1,33	0,13	2,33	18,22
	84	0,07	1,18	0,10	2,45	16,18
Promedio		0,07 ^b	1,31 ^b	0,11	4,03 ^c	16,47 ^b

^(a,b,c) Letras minúsculas diferentes en las columnas difieren entre sí por el Test de Tukey al 5% de error.

Los valores promedios para S encontrados en el presente trabajo en el periodo de primavera y verano (0,07%) son inferiores a los encontrados por Gavillon y Quadros (1970). Estos autores hallaron valores promedios de 0,14% para el mismo periodo. No obstante los resultados están más próximos a los obtenidos por Cavalheiro y Trinidad (1992) quienes encontraron valores promedios de 0,09% a lo largo del año.

Para concentraciones de K, el pastizal evaluado presentó mayores valores en las estaciones de invierno y otoño con valores promedios de 1,36% por encima de primavera y verano con valores promedios de 1,29% (Tabla 1). Los niveles de K se encuentran en niveles equivalentes para forrajeras implantadas de acuerdo a los trabajos reportados por Cavalheiro y Trinidad (1992).

Al evaluar el tenor de Mg apenas se observan modificaciones en la concentración a lo largo del año y en relación a los intervalos de corte empleados. No obstante, mismo sin que sean observadas diferencias estadísticas se muestran de acuerdo a lo afirmado por Underwood y Suttle (1999) en el sentido de que las concentraciones de este mineral van disminuyendo paulatinamente con la edad pero en una proporción menor con relación a otros minerales. Los valores medios obtenidos para este elemento fue de 0,11%.

Los contenidos promedios de Cu del pastizal variaron de 4,03 mg kg⁻¹ en verano a 22,40 en el periodo invernal. Valores intermedios fueron registrados en las estaciones de otoño y primavera con valores de 17,19 mg kg⁻¹ y 7,74 mg kg⁻¹ respectivamente. Gavillon y Quadros (1970) encontraron valores de 7,1 mg kg⁻¹ de Cu en el periodo primaveral y de 5,7 mg kg⁻¹ en el verano en pastizales nativos. En general los trabajos de experimentación asocian la gran variación existente a la época del año.

Los contenidos promedios de Zn variaron de 16,47 mg kg⁻¹ a 22,29 mg kg⁻¹ para el verano y la primavera respectivamente. Los valores promedios más bajos fueron observados en los meses de verano cercanos a fin de año (16,47 mg kg⁻¹), siendo este valor estadísticamente inferior a lo reportado en las demás estaciones que alcanzaron un valor promedio de 21,99 mg kg⁻¹.

Conclusión

En general los intervalos de corte menores han probado ser de mayores concentraciones mineralógicas en un inicio, pero en la medida que esta práctica es repetida a lo largo del año se observa una disminución paulatina de las concentraciones observadas mismo que no se traduzcan en diferencias estadísticas significativas, por lo cual las diferencias a lo largo del año se dieron entre las estaciones que entre frecuencias de corte.

Los mayores valores promedios encontrados tanto para el S como para el K, fueron en los periodos de otoño e invierno con valores promedio de 0,085% y 1,36% respectivamente.

Por su parte el Mg no presentó diferencias estadísticas significativas, con un valor promedio final de 0,11%.

Los menores contenidos de Cu y Zn fueron obtenidos en el periodo de verano.

Referencias bibliográficas

- Cavalheiro, ACL; Trinidad, DS. 1992. Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo. Porto Alegre, BR, Sagra-DC Luzzatto. 142 p.
- Gavillon, O; Quadros, A.T. 1970. O cálcio e o fósforo em pastagens nativas do Rio Grande do Sul: constatação de deficiências na primavera e no verão. Porto Alegre, BR, DPA. 18 p. (Boletim Técnico, 17).
- NRC (National Research Council). 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th Revised Ed. National Academy Press. Washington D.C. USA.
- NRC (National Research Council). 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th Revised Ed. National Academy Press. Washington D.C. USA.
- NRC (National Research Council). 2001. Nutrient requirements of Dairy Cattle, 7th Revised Ed. National Academy Press. Washington D.C. USA.
- Underwood, EJ; Suttle, NF. The mineral nutrition of livestock. 3 ed. Wallingford, Oxon, UK.

Características morfológicas del género *Brachiaria* sobre diferentes frecuencias de corte durante dos periodos del año

Koji Ishikawa¹, Daniel Caballero^{1*}, Pedro Paniagua¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: daniel.caballero@agr.una.py

Introducción

La ganadería bovina paraguaya ha tenido un crecimiento muy importante en los últimos años, sobre todo en lo que respecta a la producción de carne, actividad que se ha convertido en unos de los principales pilares de la economía del país. La apertura de nuevos mercados internacionales para la exportación de carne genera un alto interés para las inversiones en sector pecuario, tanto nacionales como extranjeras, por lo tanto, obliga a mejorar e intensificar aspectos como manejo, sanidad, genética y alimentación, factores que son claves para lograr el éxito en cualquier sistema de producción.

En ese contexto, la actividad pecuaria nacional es de tipo pastoril, es decir, la alimentación está basada principalmente en praderas nativas y gramíneas implantadas, las cuales son, por lo general, la fuente más económica para la alimentación de los rumiantes, sobre todo en América Latina, donde existen todavía grandes extensiones de tierra dedicadas a la explotación bovina.

Entre las principales gramíneas utilizadas en la región se encuentran las del género *Brachiaria*, dicho género se encuentra también entre los más difundidos en Paraguay, donde se utilizan diferentes especies y cultivares (Pizarro et al. 1998), por lo tanto, es de gran importancia el conocimiento de las características morfológicas de cada una de ellas durante toda la etapa de crecimiento, para así poder realizar un correcto manejo y obtener una mayor productividad, eficiencia de uso y sostenibilidad de dichas pasturas.

El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar las características estructurales de seis variedades de *Brachiaria* a diferentes frecuencias de corte durante las estaciones de otoño e invierno.

Metodología

El experimento fue instalado en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA), ubicada en la ciudad de San Lorenzo, Paraguay. El período experimental tuvo una duración de 246 d, la siembra de las pasturas se realizó el 14 de noviembre de 2014. Al cabo de 60 d fue realizado un corte de uniformización a 15 cm de altura y desde ese momento fueron destinados 168 d a la evaluación de las gramíneas hasta el último corte (18 julio de 2015).

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con parcelas divididas, con seis tratamientos, cuatro frecuencias de corte y cuatro repeticiones. Las parcelas principales (tratamientos) tuvieron una dimensión de 3 x 4 m (12 m²) y separadas entre sí por espacios de 1 m entre tratamientos y 0,50 m entre los bloques. Las mismas fueron divididas en cuatro sub parcelas de 3 m² (frecuencias de corte). Cada sub parcela fue tomada como una unidad experimental, totalizando así noventa y seis unidades experimentales. Las frecuencias de corte para ambos períodos de evaluación (otoño e invierno) fueron 21, 42, 63 y 84 d.

El experimento se realizó sobre un suelo caracterizado como Ultisol Rhodic Paleudult, de media a baja fertilidad, de textura areno franco, con nivel bajo de materia orgánica, pH ácido, bajo contenido de P, Ca, K y Na; contenido medio

de Mg y sin presencia de aluminio, el mismo fue corregido según la recomendación realizada por el Área de Suelos y Ordenamiento Territorial de la FCA-UNA.

Las variables analizadas fueron: peso de macollo, número de macollos y altura del meristema apical. La altura remanente para todas las variedades fue de 15 cm, excepto para la *Brachiaria humidicola*, cuya altura de residuo fue de 5 cm. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza, en los casos en los cuales existió diferencia se aplicó el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se observa los valores promedio del peso y número de macollos entre variedades y entre frecuencia de corte evaluados durante dos periodos del año.

Para la variable peso de macollo, en el primer periodo, la *Brachiaria brizantha* cv. MG5 obtuvo el mayor valor con un promedio de 1,87 g macollo⁻¹. Menores valores fueron encontrados

en las variedades *Brachiaria humidicola* y la *Brachiaria brizantha* cv. MG4. Las *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *B. ruziziensis* y *B. decumbens*; presentaron un peso de macollo intermedio con un promedio de 1,21 g macollo⁻¹. Para el periodo siguiente, únicamente la *B. humidicola* con 0,27 g macollo⁻¹ tuvo valores inferiores y con diferencia estadística en comparación a todas las otras variedades, que no registraron diferencias significativas entre sí, con un promedio de 0,53 g.

Con respecto a la frecuencia de corte, los días 63 y 84 no tuvieron diferencias estadísticas entre sí, con valores superiores estadísticamente a los intervalos 21 y 42 en ambos periodos, lo cual era de esperarse, ya que en la medida que aumenta el tiempo de rebrote, aumenta el tamaño y consecuentemente el peso del macollo. En relación a los periodos, para ambos, la frecuencia de corte de 21 d se mantuvo con los menores valores de peso de macollos, con una tendencia creciente hasta el intervalo de corte de 63 d, sin diferencia estadística con el intervalo de 84 d, lo cual demuestra un claro efecto de estabilización

Tabla 1. Peso y número de macollos de seis especies y cultivares de gramíneas forrajeras sometidas a diferentes frecuencias de corte durante el Periodo 1 (otoño) y Periodo 2 (invierno). San Lorenzo, Paraguay. 2015.

Variedades ¹	Peso de Macollo (g)		Número de macollos (cantidad/m ²)	
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 1	Periodo 2
1	1,22 ab*	0,47 a	393 bcd	232 cd
2	1,87 a	0,59 a	284 d	168 d
3	0,83 b	0,56 a	434 bc	280 bc
4	1,14 ab	0,48 a	387 cd	167 d
5	0,54 b	0,27 b	783 a	365 a
6	1,29 ab	0,57 a	527 b	324 ab
Frecuencias de corte (d)	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 1	Periodo 2
21	0,68 b	0,25 c	399 b	308 a
42	0,74 b	0,37 b	382 b	248 bc
63	1,48 a	0,64 a	562 a	196 c
84	1,69 a	0,70 a	530 a	272 ab

¹Variedades: 1: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; 2: *Brachiaria brizantha* cv. Toledo (MG5); 3: *Brachiaria brizantha* cv La Libertad (MG4); 4: *Brachiaria ruziziensis*; 5: *Brachiaria humidicola*; 6: *Brachiaria decumbens*.

*(a,b,c) Medias con una letra común en las columnas no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

en el tamaño y peso del macollo en ese periodo de tiempo. Normalmente, la menor frecuencia y/o intensidad de defoliación en los locales con sub pastoreo resulta en macollos más desarrollados y por lo tanto, más largos y pesados, lo que puede ser justificado por la mayor competencia por luz entre los macollos en ese sitio del dosel, situación en que es común el alargamiento del tallo y, por consiguiente, el aumento del peso de los macollos (Sbrissia y Silva 2008).

De forma general, plantas más altas presentaron macollos vegetativos más pesados, sin embargo, con menor densidad poblacional. Al contrario, en plantas con menor altura se observó mayor número de macollos vegetativos de menor tamaño. Ese padrón de respuesta concuerda con el mecanismo de compensación tamaño/densidad de macollos (Yoda et al. 1963).

Para la variable números de macollos la *B. humidicola* se mantuvo con valores superiores en ambos periodos (783 y 365 macollos m⁻²), no verificándose diferencias en el segundo periodo con la *B. decumbens* (324 macollos m⁻²). Se observó también elevados valores de números de macollos en *B. brizantha* cv. Marandu y MG4. Con relación a las frecuencias de corte, se observa un comportamiento ascendente del número de macollos para el primer periodo, contrariamente al segundo. Esta diferencia podría deberse a que en el primer periodo las pasturas todavía se encontraban en un periodo de establecimiento y ocupación del área, y por lo tanto, se da el aumento de número y tamaño de macollos, sin embargo, para el periodo dos, ya se observa una cobertura casi total del área de evaluación, y por lo tanto, se puede inferir un inicio del mecanismo de respuesta de la planta llamado compensación tamaño/densidad, ya explicado anteriormente. Así también, dicho efecto podría deberse a las condiciones climáticas, ya que en el periodo 2 (invierno) el clima no benefició el crecimiento óptimo y desarrollo de las pasturas. Según Saldanha et al. (2010), normalmente, la variación de los números de macollos en la frecuencia de 21 d se da porque el corte o pastoreo modifica la cantidad y calidad de la luz que llega a la base de la pastura. A mayor intensidad de corte

o pastoreo, aumenta la relación rojo/rojo lejano y las plantas responden con un aumento en la densidad de macollos. Probablemente una menor competencia por carbohidratos entre hojas en desarrollo y macollos, favorece la formación de un mayor número de macollos en los cortes más intensos.

En la Tabla 2 se observa los valores promedio de altura del meristema apical entre variedades y entre frecuencia de corte evaluados durante dos periodos del año.

En el periodo uno, los mayores valores fueron para la *B. ruziziensis*, con 51,07 cm de altura, seguido de la *B. decumbens* con 41,11 cm y luego, con valores inferiores y sin diferencias estadísticas entre sí la *B. brizantha* cv. Marandu, MG5, MG4 y la *B. humidicola*. Para el periodo dos, los mayores valores fueron la *B. decumbens* y la *B. brizantha* cv. MG4, con una altura de 14,88 y 12,84 respectivamente, luego, sin diferencias significativas entre sí la *B. humidicola*, *B. ruziziensis* y la *B. brizantha* cv. Marandu (7,81; 4,67 y 4,63 cm respectivamente), a su vez estas últimas dos fueron estadísticamente similares con la *B. brizantha* cv. MG5 con una altura de 3,12 cm. Cabe destacar, que los menores valores en el periodo dos, pueden deberse al crecimiento más lento de las pasturas en ese periodo (invierno), lo que ocasiona consecuentemente también una elevación más lenta del meristema apical.

Además, estos resultados nos indican que las diferentes especies de género *Brachiaria* deben ser manejados a diferentes alturas de corte o pastoreo y dejando una altura residual también diferenciada para cada especie, ya que, ante un mismo intervalo de corte, los valores de altura de meristema entre especies son diferentes. Como menciona Abbado (2012), el crecimiento del meristema apical es importante en el manejo de las pasturas, pues la eliminación de este con el corte o pastoreo, lleva a un mayor tiempo de rebrote de las plantas, que se realizará a partir de las gemas laterales e implicará un mayor consumo de reservas.

Tabla 2. Altura del meristema apical de seis variedades de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria*, sometidas a diferentes frecuencias de corte durante el Periodo 1 (otoño) y Periodo 2 (invierno). San Lorenzo, Paraguay. 2015.

Variedades ¹	Altura de Meristema (cm)	
	Periodo 1	Periodo 2
1	26,55 c*	4,63 bc
2	32,77 c	3,12 c
3	32,53 c	12,82 a
4	51,07 a	4,67 bc
5	28,40 c	7,81 b
6	41,11 b	14,88 a
Frecuencias de corte (d)	Periodo 1	Periodo 2
21	11,36 d	3,42 b
42	21,38 c	4,92 b
63	46,34 b	12,91 a
84	62,56 a	10,71 a

¹Variedades: 1: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; 2: *Brachiaria brizantha* cv. Toledo (MG5); 3: *Brachiaria brizantha* cv La Libertad (MG4); 4: *Brachiaria ruziziensis*; 5: *Brachiaria humidicola*; 6: *Brachiaria decumbens*.
*(a,b,c) Medias con una letra común en las columnas no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Con respecto a las frecuencias de corte, en el primer periodo, se observa claramente una tendencia creciente de la altura del meristema a medida que aumenta el intervalo de corte, existiendo diferencias estadísticas entre todos los intervalos, los mayores valores fueron para la frecuencia de 84 d (62,56 cm) y los menores para la frecuencia de 21 d (11,36 cm). En el segundo periodo, si bien, se mantuvo la misma tendencia que en el periodo uno, se observa una menor altura, con valores mayores y estadísticamente similares para los intervalos de corte 63 y 84 d, y valores menores y estadísticamente similares entre sí para los intervalos 21 y 42 d.

Los valores mencionados nos indican que, de forma general, para épocas de año con una velocidad de crecimiento mayor (Periodo 1) el intervalo de corte de 63 o 84 d ya posee una altura muy elevada del meristema apical, sin embargo, para épocas de menor crecimiento como la invernal (Periodo 2), incluso el mayor intervalo de corte (84 d) todavía posee una altura de meristema inferior a la altura residual que debe tener el pasto para la mayoría de las especies utilizadas (15 cm).

Según Cambrussi et al. (2005) el pastoreo que se realiza en las primeras etapas de desarrollo (macollaje), a diferencia de cuando se realiza en etapas más avanzadas, no promueve la eliminación de los meristemas apicales. La eliminación de los mismos de las plantas se da como resultado de alargamiento lento del tallo y la altura mayor del meristema apical. El meristema apical, es el tejido responsable de la formación de macollos, de nuevas hojas y posteriormente del alargamiento del tallo, culminando con la formación de la inflorescencia, pudiendo, ese tejido meristemático, ser expuesto al corte o al pastoreo ocasionando mayor número de macollos y de menor peso, ciertamente debido a la mayor eliminación de meristemas apicales (Cecato et al. 2000).

Conclusión

Se observó diferencias en el comportamiento de las *Brachiarias* estudiadas, todas las características morfológicas estudiadas variaron según las diferentes frecuencias de corte y periodos de año evaluados. Con respecto a las frecuencias de corte, se pudo observar que a los 42 d (otoño) y a los 63 d (invierno) se obtuvieron los mejores valores para la mayoría

de las variables en estudio, evidenciando la importancia de realizar el pastoreo/corte de acuerdo a la especie utilizada y a la velocidad de crecimiento de la misma.

Referencias bibliográficas

- Abbado, M; Dalazen, D; Batista, F; Rabello de Oliveira, PS; Mesquita, EE; Bernardi, TC; Guarianti, AJ; Lazaretti Vogt, AS. 2012. Características productivas, estructurales y organolépticas de tifton 85, piata y del feijão-guandu cv. Super n, en monocultivo o en asociación. *Ciência Rural Santa Maria* 42(5):862-869.
- Cambrussi, P; Moraes, A; Faccio, PC. 2005. Produção de forragem e de grãos de aveia branca sob pastejo. *Revista Brasileira Zootecnia* 34(6):2192-2199.
- Cecato, U; Yanaka, FY; Ramos, M; Dos Santos, GT; Weber do Canto, M; Mendoza, W; Peternelli, M. 2000. Influencia de la fertilización nitrogenada y fosfatada en la producción, rebrote y macollamiento de *B. brizantha* cv. Marandu. *Acta Scientiarum* 22(3):817-822.
- Pizarro, E; Do Valle, C; Keller-Grein G; Schultze-Kraft R, Zimmer, A. 1998. Experiencia regional con *Brachiaria*: región de América Tropical -Sabanas. *In* Miles, JW; Maass, BL; do Valle, CB (Eds). *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. Cali, Colombia, CIAT. p. 247-269.
- Saldanha, S; Boggiano, P; Cadenazzi, M. 2010. Intensidad del pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv horizon. *Agrociencia Uruguay* 14(1):44-54.
- Sbrissia, A; Carneiro da Silva, S. 2008. Compensación tamaño/densidad poblacional de macollos en pastos de capim-marandu. *Revista Bras Zootecnia* 37(1):35-47.
- Yoda, K; Kira, T; Ogawa, H. 1963. Intraspecific competition among higher plants. *Journal of Institute of Polytechnics* 14:107-129.

Producción de hidroforraje de maíz (*Zea mays* L.) con fertilización mineral en el Departamento de Concepción

Adolfo Leguizamón Resquín^{1*}, Salvadora Gavilan Oviedo¹, Ruben Alejandro Ovelar Centurion¹, Carlos Alberto Mongelos Barrios¹, Oscar Caballero Casuriaga¹, Eulalio Morel López¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay.

*Autor para correspondencia: adolfo_leguizamon@hotmail.es

Introducción

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.), es uno de los más importantes en el mundo por su extensa área cultivada, así como por su aporte a la alimentación humana, animal y a su uso industrial. La técnica de hidroponía juega un papel muy importante en el desarrollo global de la agricultura.

En la actualidad, a través del mundo hay más de 40 mil hectáreas de invernadero bajo el sistema de hidroponía, cifra que se incrementa rápidamente (FAO 2002).

La producción de hidroforraje de maíz permite asegurar una fuente constante de alimento muy homogéneo en volumen de biomasa y calidad nutritiva, mejorando la condición de salud, vitalidad y fertilidad del ganado atribuible a la alta calidad del alimento hidropónico (Lees et al. 1998).

Una alternativa tecnológica que parece llenar los requisitos antes señalados y que ha sido probada con éxito en otras partes del mundo lo es sin duda la producción de hidroforrajes, germinados o brotes (Sánchez 2000).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta del maíz cultivado bajo sistema de hidroponía a la aplicación del fertilizante mineral N, P y K, con formulación 20-20-20.

Metodología

El experimento se realizó en la Granja Didáctica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNC, situada a la altura del km 2 de la Ruta V Gral. Bernardino Caballero, durante el periodo

comprendido entre junio y julio del 2015. El tipo climático de la zona se caracteriza por presentar temperatura promedio de 26°C y 14°C con máximas que pueden llegar 45°C en verano y mínimas de hasta 4°C en invierno, con leves incidencias de heladas según datos proveídos por la Dirección de Metrología e Hidrología de la Dirección de Aeronáutica Civil (Paraguay 2014).

El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar, con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos utilizados se detallan en la Tabla 1.

Las bandejas utilizadas fueron de 45 cm x 45 cm con una profundidad de 5 cm y declive de 10%. Las 24 bandejas fueron separadas entre sí por una distancia de 10 cm. Estas bandejas se cubrieron con plásticos negros con el fin de mantener la humedad y la densidad fue de un kilo de semillas de maíz por 0,20 m². Se utilizaron semillas de la variedad GUARANI V – 312 – (Karape pyta), de ciclo corto. A los 6 días después de la siembra se aplicaron las dosis de fertilizante presentadas en la Tabla 1.

Las evaluaciones realizadas a los 22 días posteriores a la germinación fueron: altura de la planta, desde el ápice hasta el cuello de la planta y rendimiento de la biomasa total. Todos los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANAVA), aplicado el test de Fisher y las medias fueron comparadas entre sí con el test de Tukey al 5% de probabilidad para categorizar los tratamientos en estudio. Para los análisis estadísticos fue utilizado el paquete estadístico ESTAT.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos utilizados en la producción de forraje en hidroponía de maíz. Concepción – Paraguay.

Tratamientos	Formulación comercial (20-20-20)
T1	0 g
T2	10 g
T3	20 g
T4	30 g
T5	40 g
T6	50 g

Resultados y discusión

En la Tabla 2 se presentan las medias de altura de la planta y rendimiento de biomasa. El análisis de varianza aplicado encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos utilizados que corresponden a diferentes dosis de fertilizantes minerales.

El análisis estadístico demuestra que hay

diferencias altamente significativas en la altura de planta influenciadas por la aplicación de diferentes dosis fertilizantes. Se encontró una diferencia entre el T6 y T5 de 33,1 cm y un promedio general de 31,7 cm. La altura de planta es un parámetro importante, ya que es un indicativo de la velocidad de crecimiento, está determinado por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis Somarriba (1997).

Tabla 2. Altura de plantas de maíz en hidroponía bajo diferentes dosis de fertilizante mineral a los 22 días después de la siembra. Concepción, Paraguay, 2015.

Tratamientos	Altura de planta **		Rendimiento de biomasa **	
	(cm)		(g kg ⁻¹)	
T ₆	33,1	A	5.107	A
T ₅	33,1	A	5.016	A
T ₄	31,9	A B	4.964	A B
T ₃	31,7	A B	4.841	A B
T ₂	30,7	B	4.456	B
T ₁	29,8	B	3.647	C
Media:	31,7		4.672	
CV%:	3,01		4,82	

** Significativo al 1 % por el test de Fisher, Medias seguidas por la misma letra en columna son iguales estadísticamente fue aplicada la prueba de Tukey al 1%; CV: coeficiente de variación.

Según Reyes (1990), la altura de la planta puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, calor, humedad y nutrientes.

La mayor concentración del fertilizante mineral N, P y K, ha provocado mayor crecimiento en el T6 y T5. Según Palou (1996), el FVH cuando mide de 20 a 30 cm de altura es succulento, esto depende del periodo de crecimiento debido a su alto valor nutritivo

También se observan diferencias altamente significativas a nivel estadístico en el rendimiento de biomasa entre los diferentes tratamientos utilizados. Al efectuar la comparación de medias se distingue que entre los tratamientos evaluados, los T6, T5, T4 y T3 son iguales entre sí, sin embargo, el T6 fue el que mejor resultado obtuvo en forma agronómica con un total de 5.107 g kg⁻¹ de biomasa total.

De acuerdo con Tarrillo (2007) y Elizondo (2005), se puede obtener de 1 kg de semilla 6 a 9 kg de biomasa; sin embargo, en este trabajo no se logró alcanzar esos rendimientos; no obstante, coincide con lo establecido por Valdivia (1997), Sneath y McIntosh (2003), quienes indican que se puede considerar un buen rendimiento en forrajes bajo sistemas hidropónicos cuando la relación se mantiene en 1: 5. Ovelar y Lugo (2013), trabajando con fertilización orgánica en FVH de maíz obtuvieron un rendimiento de 5.695,6 g de biomasa total, valor más alto a lo obtenido en el experimento.

Conclusiones

Se obtuvieron mejores resultados en las determinaciones de altura y biomasa total con el tratamiento seis (T6) a una dosis de 50 g de fertilizante mineral 20-20-20 (N P K), indicando que esta cantidad aplicada es óptima para la producción de hidroforrajes de maíz en condiciones rústicas.

Referencias bibliográficas

Elizondo, J. 2005. Forraje verde hidropónico: una alternativa para la alimentación animal. *Revista ECAG informa* 32:36-39.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2001. Manual técnico: forraje verde hidropónico. Santiago, Chile, Oficina Regional de la FAO para América Latina. 68 p.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2012. Fenología del maíz (en línea, sitio web). Consultado 23 nov. 2016. Disponible en <http://riap.inta.gov.ar>

Palou, PA. 1996. Respuesta de tamaño de follaje y densidad de población sobre calidad y rendimiento de forraje verde hidropónico, el pedro Escobedo, Qro. Tesis Licenciatura, ITESM-CQ.

Less, P. 1983. Ganadería hidropónica. *Agricultura de las Américas* 32(10):16-20.

Reyes, CP. 1990. El maíz y su cultivo. México, DF, AGT Editorial. p. 320-350.

Sánchez, A. 2000. Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay. *Boletín Informativo de la Red Hidroponía* 7.

Sneath, R; Mcintosh, F. 2003. Revisión de la producción de forraje hidropónico para ganado vacuno en granja. Australia, Meat & Livestock Australia Limited. 54 p.

Somarriva, C. 1997. Texto básico de granos básicos. Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 197 p.

Tarrillo, H. 2007. Forraje verde hidropónico, forraje de alta calidad, para la alimentación animal (en línea). Arequipa, Perú. Consultado 15 ene. 2017. Disponible en [http:// www.ofertasagricolas.cl/articulos/print.php?id=88](http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/print.php?id=88)

Valdivia, E. 1997. Producción de forraje verde hidropónico. Lima, Perú. Conferencia Internacional de Hidroponía Comercial. p. 59.

Comportamiento productivo de la *Brachiaria brizantha* cv. MG4 en sistema silvopastoril con diferentes fuentes de nitrógeno

Javier Bordón¹, Daniel Caballero^{1*}, Tania Fariña¹, Nicolás Feltes¹, Aldo Liuzzi¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: daniel.caballero@agr.una.py

Introducción

El sistema silvopastoril permite la conjunción de especies forestales y pastizales en la misma área, al mismo tiempo promueve una mejoría en el bienestar animal durante periodos extremos de calor o la aparición de heladas. En dicho sistema de producción, una de la gramíneas más utilizadas en el trópico es la *Brachiaria brizantha*, entre ellas, una alternativa válida es la *Brachiaria brizantha* cv. MG4, debido a su buena adaptación a diferentes tipos de suelo, su resistencia a la sequía y tolerancia a la sombra (Miles et al. 1998). También se destaca por su rápido crecimiento y por poseer un sistema radicular vigoroso. Sin embargo, una de las principales limitantes de la producción pecuaria es la variación estacional de la producción forrajera, ocasionada principalmente por la distribución irregular de las temperaturas y precipitaciones durante el año.

Esto, sumado a la baja disponibilidad de nutrientes a nivel de suelo son factores que afectan la producción forrajera, ocasionando una disminución en el rendimiento de las pasturas. Para paliar dicho inconveniente, lograr altos rendimientos y hacer rentable la actividad agropecuaria, los cultivos requieren de un adecuado suministro de nitrógeno (N). Si el suelo no es capaz de aportar todo el N que demanda el cultivo, se debe suministrar parte de éste como fertilizante. Estos fertilizantes pueden originarse en procesos de síntesis química (sintetizados por el hombre) o provenir de fuentes orgánicas (por ejemplo, estiércol).

El N promueve una mayor velocidad de

crecimiento de la vegetación, una planta con buena provisión de nitrógeno brota rápidamente, adquiere una buena cobertura, y resulta normalmente en una intensa actividad asimiladora, es decir, un crecimiento activo y una mayor producción forrajera. Por ello, el nitrógeno es uno de los principales factores que hace que los rendimientos aumenten y es considerada como la base de la fertilización. El estiércol es una opción que se debe considerar, ya que puede pasar de ser un simple desecho de los establecimientos a ser una fuente de nitrógeno orgánico importante, ayuda a reducir los costos en comparación con el químico, además, aporta otros nutrientes y favorece la recuperación física y biológica del suelo.

El trabajo tuvo por objetivo determinar el efecto de diferentes fuentes de fertilizantes nitrogenados sobre el comportamiento productivo de la *Brachiaria brizantha* cv. MG4 manejado sobre un sistema silvopastoril durante el periodo otoño-invierno.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en el distrito de Repatriación, departamento de Caaguazú, ubicado a 200 km de la ciudad de Asunción. La evaluación comprendió el periodo otoño-invierno, desde el 21 de marzo al 5 de septiembre de 2016 (168 d). El ensayo se realizó sobre un suelo que presenta textura arenosa de color marrón rojizo opaco, con pH ligeramente ácido, materia orgánica baja, niveles de P, Ca, K, Na bajos y Mg alto, datos resultantes de análisis de suelo realizado en el Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial de la FCA-UNA. El

diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completamente al Azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes: T_1 = fertilización química con urea (200 kg ha^{-1}); T_2 =fertilización orgánica con estiércol bovino ($10.000 \text{ kg ha}^{-1}$); T_3 = fertilización orgánica con estiércol ovino ($10.000 \text{ kg ha}^{-1}$); T_4 = sin fertilización (Testigo). Los niveles aplicados fueron definidos de acuerdo a los análisis de laboratorio (análisis del suelo y análisis del fertilizante orgánico), cuyo resultado arrojó la recomendación aplicada, todos con un mismo equivalente de nitrógeno (90 kg de N). El resultado del análisis del estiércol arrojó valores de 4,14% y 4,26% de N para el bovino y ovino respectivamente. La aplicación de los fertilizantes se realizó al voleo. En el caso de la urea, se realizó fraccionando en dos aplicaciones (inicio de otoño e invierno). En el caso de los fertilizantes orgánicos, fueron aplicados una

única vez al inicio del ensayo. Se realizó un corte de uniformización a 10 cm de altura del suelo y luego fueron realizados seis cortes con intervalos de 28 d. La parcela experimental fue delimitada sobre una superficie homogénea cubierta de *Brachiaria brizantha* cv. MG4 bajo un sistema silvopastoril ($10 \times 3 \text{ m}$) de tres años de implantación. Los árboles de Eucalipto poseían una altura promedio de 6,7 m y un promedio de copa de 3,2 m con relación a la altura del árbol (nivel de sombreado bajo). Cada sub-parcela poseía una dimensión de $7 \times 3 \text{ m}$ (21 m^2), que fue sub-dividida en cuatro partes para un levantamiento uniforme de los datos, a los lados (más cerca de la línea de los árboles) con una sub-parcela de $2 \times 2 \text{ m}$ y en el centro una parcela de $2 \times 1,5 \text{ m}$ totalizando cuarenta y ocho unidades experimentales (Figura 1). Las variables evaluadas fueron: altura de la planta (cm) y producción forrajera en materia seca (kg ha^{-1}).

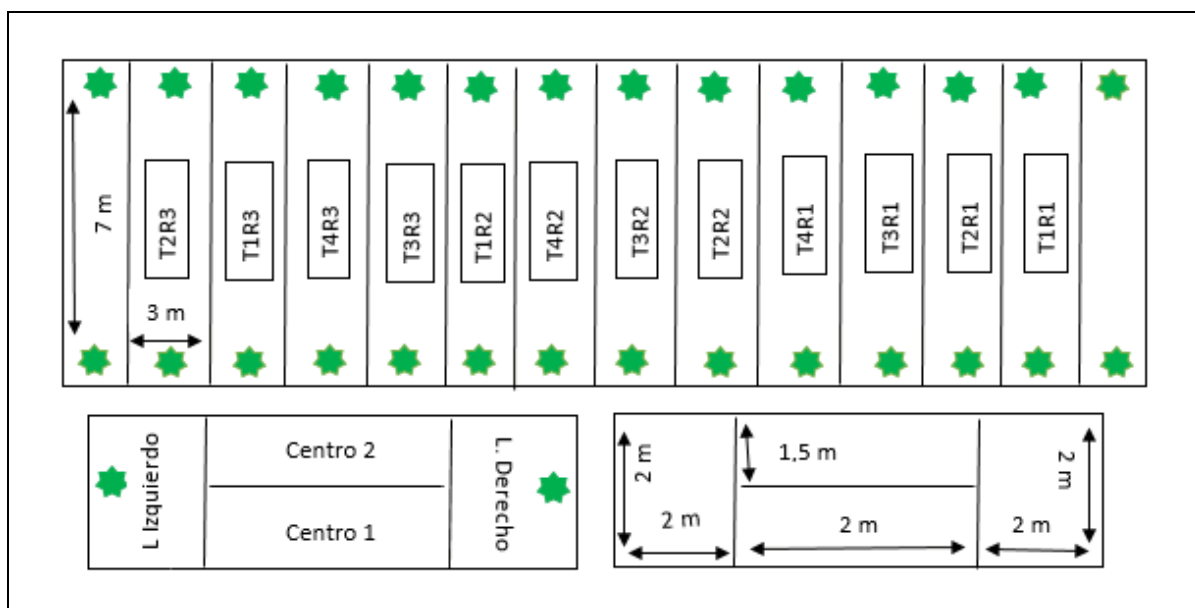


Figura 1. Diseño y disposición de los tratamientos y subdivisiones de la parcela experimental.

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA) y al determinarse una diferencia significativa entre las medias de las variables evaluadas se realizaron las comparaciones a través de test de Tukey con nivel de significancia del 5%.

Resultados y discusión

Para la variable altura los resultados indican que hubo diferencias estadísticas significativas en todos los cortes de otoño, donde los valores del T_1 fueron superiores, el T_2 y T_3 fueron intermedios y el T_4 fue el que obtuvo los menores valores (Tabla 1).

Tabla 1. Altura de planta de *Brachiaria brizantha* cv. MG4 sometidas a diferentes fuentes de fertilización nitrogenada en un sistema silvopastoril durante el periodo otoño-invierno. Repatriación, Paraguay, 2016.

Tratamientos	Altura de Plantas (cm)						Promedio general
	Otoño			Invierno			
	1	2	3	4	5	6	
T ₁	35,7 a*	45,7 a	32,5 a	25,3	21,1 ab	20,3	30,1 a
T ₂	30,1 ab	35,1 c	29,2 bc	20,6	18,3 b	19,6	25,5 bc
T ₃	31,9 ab	41,1 ab	30,7 ab	23,3	23,3 a	20,6	28,5 ab
T ₄	26,8 b	35,9 bc	27,8 c	21,6	17,3 b	19,8	24,9 c
Medias	31,1	39,4	30,0	22,7	20,0	20,1	28,9
CV	7,8	5,2	2,8	8	7,1	5,8	2,4

*^(a,b,c) Letras iguales en una misma columna no difieren significativamente ($p < 0,05$), según la prueba de Tukey, CV: Coeficiente de variación

En el periodo de invierno, las diferencias estadísticas fueron verificadas únicamente en el corte 5, donde los tratamientos T₃ y T₁ obtuvieron los mayores valores, a su vez, el T₁ no difirió estadísticamente del T₂ y T₄. En cuanto al promedio general el que obtuvo el valor superior fue el T₁ (Urea), el T₂ y T₃ (estiércol bovino y ovino) tuvieron valores intermedios, y el menor valor se dio en el T₄ (Testigo). De forma general, se observa la respuesta rápida del fertilizante químico (urea) cuando las condiciones de temperatura y humedad son favorables, así también, se puede observar el efecto positivo pero más lento del estiércol bovino y ovino, ya que ambos poseen una liberación más lenta que la urea, mostrando así una clara tendencia a que la altura aumente con la aplicación de fertilizantes, ya sea químico u orgánico en comparación con el testigo (Tabla 1).

El hecho que en los cortes 4 y 6 no hubo diferencia estadística puede deberse a las condiciones climáticas adversas en dichos cortes, lo cual limitó el crecimiento, ya que en estos periodos se registraron heladas y las precipitaciones fueron prácticamente nulas.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Bosi (2014), quien realizando un ensayo con *Brachiarias* en un sistema silvopastoril obtuvo diferencias significativas en cuanto a la altura, en ciertas épocas del año (otoño e invierno). El autor

menciona que ese efecto también pudo haber sido por la necesidad de la planta de captar energía solar cuando las condiciones son favorables. Además que, cuando existen temperaturas bajas y estrés hídrico la sombra deja de ser un factor incidente en las pasturas en dicho sistema.

Para la variable Producción forrajera los resultados indican que hubo diferencia estadística significativa en el primer corte de otoño, con valores superiores para el T₁, el cual fue similar al T₂ y T₄, e inferiores para T₃, de igual forma, en el primer corte de invierno, el T₁ fue superior estadísticamente a todos los demás tratamientos (Tabla 2).

Este efecto pudo deberse a la aplicación de urea al inicio de cada estación, demostrando así que la urea tiene un efecto de acción rápida, sin embargo, es muy volatilizable, motivo por el cual no se mantuvo ese efecto significativo en los cortes subsecuentes de cada estación. En el acumulado total se puede apreciar que no se produjo diferencias estadísticas significativas entre ninguno de los tratamientos.

Resultados similares de producción forrajera fueron encontrados por Gusmão et al. (2014) en un ensayo realizado con *Brachiaria brizantha* cv. MG4 sometido a distintos niveles de sombra artificial, en el cual no encontraron diferencia significativas en la producción de materia seca,

Tabla 2. Producción forrajera en materia seca por corte y acumulado total de *Brachiaria brizantha* cv. MG4 sometidas a diferentes fuentes de fertilización nitrogenada en un sistema silvopastoril durante el periodo otoño-invierno. Repatriación, Paraguay, 2016.

Tratamientos	Producción Forrajera (kg ha ⁻¹)						Acumulado total (kg ha ⁻¹)
	Otoño			Invierno			
	1	2	3	4	5	6	
T ₁	1.600 a	1.753	875	1.098 a	328	805	6.458
T ₂	1.383 ab	2.033	909	709 b	227	499	5.760
T ₃	1.017 b	2.024	1.154	707 b	494	651	6.044
T ₄	1.266 ab	1.934	963	697 b	295	460	5.615
Medias	1.317	1.936	975	803	336	604	5.970
CV	12,9	13,5	17,1	9,5	33,2	26,3	7,4

^{*(a,b,c)} Letras iguales en una misma columna no difieren significativamente ($p < 0,05$), según la prueba de Tukey, CV: Coeficiente de variación.

demonstrando una buena tolerancia del cultivar MG4 a niveles de sombreado moderado a bajo. De igual forma, resultados similares también fueron encontrados por Urbietta (2015), quien realizó un ensayo sobre los parámetros agronómicos de la *Brachiaria híbrido* cv. Mulato II aplicando diferentes dosis de nitrógeno en el periodo otoño-invierno, donde no se produjeron diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos a lo largo del experimento, con excepción de uno de los cortes de otoño. De esa forma, se infiere que, en el presente trabajo, existió una reducción del aprovechamiento del nitrógeno cuando fue aplicado en condiciones de déficit hídrico, ya que la precipitación registrada durante el periodo experimental fue solo de 188 y 135 mm para las estaciones de otoño e invierno respectivamente.

Conclusión

El uso de fertilizantes nitrogenados en las dosis evaluadas sea químico u orgánico, no logra obtener un efecto significativo sobre la producción forrajera si se aplica durante el periodo crítico de crecimiento del forraje.

Referencias bibliográficas

- Bosi, C. 2014. Interações em sistema silvipastoril: microclima, produção de forragem e parametrização de modelo para estimativa de produtividade de pastagens de *Brachiaria*. Piracicaba, BR, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- Gusmão, JO; Sale, EC; Rigueira, JP; Silveira, HV; Borges, JG; Gómez, VM; Martins, V. 2014. Produção e perfilamento do capim MG4 (*Brachiaria brizantha* cv. MG4) em sombreado artificial. 8° Fórum FEPEG. 24 a 27 Setembro Campus Universitario Professor Darcy Ribeiro. Resumen.
- Miles, JW; Maass, BL; Valle, CB; Kumble, V. 1998. *Brachiaria*: biología, agronomía y mejoramiento. Cali, CO, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 312 p.
- Urbietta, M. 2015. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno sobre los parámetros agronómicos y la calidad de *Brachiaria híbrido* cv Mulato II, en las estaciones de otoño-invierno. Tesis. (Ing Agr). San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Agronómica FCA UNA. 41 p.

Ganancia de peso y rendimiento de la canal de corderos enteros y castrados en confinamiento

Nicolás Oddone¹, Daniel Caballero^{1*}, Rubén Tellez², Luis Alonzo¹, Luis Ismael¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA). San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: daniel.caballero@agr.una.py

Introducción

En el Paraguay, actualmente, la cría de ovinos tiene como principal objetivo la producción de carne. Existe un gran interés por parte de sector productivo e industrial de potenciar y formalizar la cadena de la ovinocultura, para lo cual se necesita aumentar el hato y mejorar la calidad del producto final.

Este escenario obliga a los criadores de ovinos a conocer e implementar nuevas técnicas de engorde o terminación de esta especie, como alternativa al tradicional engorde a pasto, el cual es un proceso que demanda más tiempo y superficie de tierra. Una opción que está comenzando a ser utilizada en el país es el confinamiento total de corderos hasta su terminación.

La realización o no de la castración antes de confinar los corderos es una práctica de manejo que todavía sigue generando dudas y controversias entre productores. La castración en corderos es realizada desde hace décadas, la importancia de dicha práctica radica en diversos motivos como la optimización del manejo y la obtención de una mejor calidad de la canal (Costa 2008). El mismo autor señala, de forma general, que la castración tiene como objetivo mejorar la consistencia y el sabor de las carnes de los animales, convertir a los machos en animales más dóciles y terminar a los animales con un mejor tenor graso. Sin embargo, según Mach et al. (2011) la castración implica una reducción importante de rendimientos productivos a causa del estrés, el dolor y la disminución de la concentración de hormonas anabólicas.

Por ese motivo, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo y el rendimiento de la canal de corderos enteros y castrados en situación de confinamiento.

Metodología

El trabajo de investigación fue conducido en la cabaña “Don Toto”, ubicada en el distrito de Iturbe, departamento de Guairá, distante a unos 180 km de la ciudad de Asunción. El periodo experimental fue entre los meses de abril y junio de 2016. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con dos tratamientos y diez repeticiones por tratamiento, totalizando veinte unidades experimentales, donde cada cordero fue considerado una unidad experimental. El T₁ fue constituido por diez corderos machos castrados (castración quirúrgica 30 días antes del inicio del periodo experimental) y el T₂ por diez corderos machos enteros, los animales en su totalidad eran de la raza Texel, los cuales recibieron una alimentación similar basada en una relación 80% de concentrado y 20% de heno de *Digitaria eriantha* (Pasto Pangola).

El concentrado estaba constituido principalmente por maíz molido (80%) y expeller de Soja (20%), resultando en un equivalente a 17% de PB y 2,8 Mcal kg⁻¹. El total de balanceado que consumieron por día fue dividido en tres raciones (6:00, 12:00 y 18:00 hs). Los corderos iniciaron el experimento con 22,8 ± 3,8 kg de peso vivo promedio y 7 ± 1 meses de edad. El consumo de ración inicial fue del 4,1% del PV, el cual fue aumentando gradualmente cada 15 días hasta llegar a 5,2%. El consumo de agua y sal mineral para ovinos fue ofrecido *ad libitum*.

El experimento tuvo un periodo previo de acostumbramiento a la ración de 15 días y luego 75 días de evaluación (5 periodos de 15 d cada uno). Los animales fueron pesados cada 15 d siempre a las 7:00 hs con ayuno previo de 12 hs. Para determinar el rendimiento de la canal fueron faenados los seis animales más pesados de cada tratamiento, este valor se obtuvo dividiendo el peso de la canal caliente del peso vivo final de cada animal, el cual es expresado en porcentaje.

Las variables evaluadas fueron la ganancia diaria de peso (GDP) en 5 periodos, ganancia diaria de peso promedio y rendimiento de la canal (RC). Las medias de los tratamientos fueron sometidas a un análisis de varianza (ANAVA) y en los casos de determinarse diferencias entre las medias fueron analizadas a una prueba t-Student al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la ganancia diaria de peso (GDP) obtenidos en cada uno de los periodos de medición (intervalo de 15 días) y el promedio general de la GDP.

Los resultados indican que no hubo diferencia estadística significativa en ninguno de los periodos evaluados ni en el promedio general. Cabe destacar que, de forma observacional, se detectó diferencias en el comportamiento animal a lo largo del experimento, donde los corderos enteros se mostraron constantemente más agresivos, similar comportamiento también es relatado por otros autores (Fahmy et al. 1999). Este hecho pudo haber influido de forma negativa en la GDP, debido al mayor gasto de

energía a causa de dicho comportamiento, lo que hace suponer que machos enteros podrían tener una mayor GDP que machos castrados a una edad más temprana, en la cual por lo general, no presentan dicho comportamiento.

Resultados similares al presente trabajo también fueron obtenidos por Villa et al. (2010), quienes evaluaron los parámetros productivos y grado de terminación con diferentes tipos de corderos (criptorquídicos, castrados y enteros). Estos autores mencionan que no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la GDP, sin embargo, hacen referencia a que los corderos castrados normalmente llegan más rápido al grado de terminación que los corderos enteros. En un estudio realizado por Carvalho et al. (1999) comparando el desempeño de corderos enteros y corderos castrados alimentados en confinamiento, no obtuvieron diferencias estadísticas significativas en cuanto a la GDP, pero afirman que existe una tendencia a que los machos enteros tengan una velocidad de crecimiento mayor que los castrados. Clements y Bright (2013) atribuyen esa posible ventaja de crecimiento de los animales enteros a la secreción de testosterona producida en los testículos, ya que según Álvarez Díaz (2012), es la hormona masculina que por medio de un proceso fisiológico natural de desarrollo son segregadas y cumplen la función de acelerar el crecimiento lineal, el aumento de peso y el incremento de masa muscular.

Por su parte, Enrique (2002) sostiene que existe un efecto hormonal marcado propio en el macho entero, donde la testosterona estimula a receptores específicos favoreciendo la liberación de hormonas de crecimiento, lo que promueve la

Tabla 1. Ganancia Diaria de Peso (GDP) por periodo y promedio general de corderos enteros y castrados en confinamiento, Iturbe, Paraguay, 2016.

Tratamientos	GDP (g)					Promedio GDP (g)
	1	2	3	4	5	
T ₁ : Castrados	132	156	205	115	104	142
T ₂ : Enteros	81	173	226	130	167	155
CV (%)	59,7	37,2	33,9	35,5	63,3	13,4

CV: Coeficiente de variación

síntesis y depósito de proteína en detrimento de la grasa (carne magra) aumentando así el “*Lean Target*” o tamaño maduro del rumiante. Mazon et al. (2017) realizaron una investigación en la que evaluaron el efecto de la condición sexual (enteros y castrados) de corderos en confinamiento sobre el desempeño productivo, los autores concluyeron que los corderos enteros tuvieron una mayor GDP, sin embargo, también presentaron mayor consumo de alimento, este hecho puede explicar parcialmente porque no se dieron diferencias en la GDP en el presente trabajo, ya que el consumo de alimento fue limitado, lo que podría haber afectado en mayor grado a los machos enteros,

una vez que no pudieron expresar todo su potencial de crecimiento como lo hicieron en el trabajo mencionado anteriormente, en el cual el alimento suministrado fue *ad libitum*.

En la Tabla 2 se presentan los valores para el peso vivo final, el peso de la canal caliente y el rendimiento de los corderos. Los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento de los corderos indican que no se registraron diferencias estadísticas, resultando en un promedio de 47,3%. Cabe mencionar que los valores de Peso vivo final y Peso de la canal caliente no fueron analizados estadísticamente.

Tabla 2. Peso vivo final, peso de la canal caliente y el rendimiento promedio de los corderos evaluados. Iturbe, Paraguay. 2016

Tratamientos	Peso vivo final (kg)	Peso de la canal caliente (kg)	Rendimiento (%)
T ₁ : Castrados	36,2	17,2	47,5
T ₂ : Enteros	40,8	19,2	47,1
CV (%)			2,63

CV: Coeficiente de variación

Valores similares al presente estudio fueron relatados por González (2014), quien realizó una investigación comparando corderos enteros y castrados en *creep feeding* sobre rendimiento de la canal, el autor menciona que no hubo diferencias estadísticas para las variables analizadas, con un valor promedio de 17,3 kg y 48,6% para peso de la canal caliente y rendimiento respectivamente. Valores superiores, pero con similar comportamiento fue el resultado del trabajo realizado por Haddad et. al (2005), en donde se evaluó el efecto de la castración sobre el crecimiento y las características de la carcasa de corderos alimentados con una dieta de alta concentración, los autores obtuvieron resultados promedios de 36,7 kg, 20,2 kg y 53,7 % para peso vivo final, peso de la canal caliente y rendimiento respectivamente. De igual forma, valores similares al presente trabajo fueron obtenidos por Carvalho et. al (2005) en donde se

evaluó el efecto de la castración sobre variables productivas y las características de la canal de corderos terminados en confinamiento, los mismos autores mencionan que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en estas dos variables, con valores promedios de peso de la canal caliente de 19,7 kg y rendimiento de 47,1%.

En ese sentido, Butterfield et al. (2010) mencionan que la leve tendencia que tienen los corderos castrados a presentar pesos de carcasa próximos al de los enteros se debe a que estos últimos presentan un mayor porcentaje de músculos y huesos y menos de grasa que los castrados y que, a su vez, los corderos castrados poseen mayores valores porcentuales de grasa que los enteros, aproximándose así a los pesos de la canal caliente.

Conclusión

Los resultados obtenidos para las variables de GDP y rendimiento de la canal de corderos en confinamiento no fueron modificados por el efecto de su condición sexual (enteros y castrados). Sin embargo, no se descarta la posibilidad de variación porcentual de los componentes de la carcasa (musculo, hueso, grasa), los cuales no fueron evaluados en el presente experimento.

Referencias bibliográficas

- Álvarez Díaz, A. 2012. Fisiología del crecimiento. Uruguay, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. 25p.
- Butterfield, RM; Zamora, J; Thompson, JM; Reddacliff, KJR. 2010. Changes in body composition relative to weight and maturity of Australian Dorset Horn rams and wethers: carcass muscle, fat and bone and body organs. *Animal Cience* 39 (2): 251-258.
- Carvalho, S; Cassol Pires, C; Ramos, JR; Zeppenfeld, C; Weiss, A. 1999. Desempenho de cordeiros machos inteiros, machos castrados e fêmeas, alimentados em confinamento. *Ciência Rural Brasil* 29(1): 129-133.
- Carvalho, S; Pivato, J; Vergueiro, A; Kieling, R; Teixeira, RC. (2005). Desempenho e características quantitativas da carcaça de cordeiros da raça suffolk, castrados e não castrados, terminados em confinamento. *Revista Brasileira Agrociência* 11(1):79-84.
- Clements, R; Bright, A. 2013. The short scrotum method of castration in lambs: a review. Oxford, UK. Consultado 15 Dic 2016. Disponible en http://beefandlamb.ahdb.org.uk/wp-content/uploads/2013/04/theshortscrotummethodofcastrationinlambs_210710_final_report.pdf
- Costa, P. 2008. Assinalação, castração e descole dos cordeiros (en línea). Rio Grande do Sul, BR.
- Enrique, H. 2002. Estructura corporal o frame (en línea). Salta, Ar. 6p. Consultado 12 Dic 2016. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/frame%20score/03-estructura_corporal_o_frame.pdf
- Fahmy, MH; Sairam, MR; Proulx, JG; Petit, HV; Jiang, LG; Dufour, J.J. 1999. Effect of active immunization against luteinizing hormone on carcass and meat quality of Romanov lambs. *Small Rumin. Res.* 34:87-96
- González J. 2014. Desempeño productivo, calidad de la canal y de la carne de corderos enteros y castrados alimentados en sistema de creep-feeding. Tesis, Ing. Agr., San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Agronómica, FCA, UNA. 68 p.
- Haddad, SG; Husein, MQ; Sweidan, RW. 2005. Effects of castration on growth performance and carcass characteristics of awassi lambs fed high concentrate diet. *Jordan University of Science and Technology. Small Ruminant Research* 65:149-153.
- Mach, N; Bach, A; Realini, C; Font-Furnols, M; Velarde, A; Devant, M. 2011. Efecto de la castración en terneros (en línea). Barcelona, ES. Consultado 12 Feb 2017. Disponible en <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/8383/articulos-rumiantes-archivo/efecto-de-la-castracion-en-terneros.html>
- Villa, M; Ceballos, D; Opazo, W; Tracaman, J. 2010. Crecimiento y terminación de corderos pesados Texel, en pastoreo (en línea). Chubut, AR. Consultado 26 Feb 2017. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/crecimiento-y-terminacion-de-corderos-pesados-texel-en-pastoreo>

Desempeño agronómico de un pastizal nativo sometido a tres intervalos de corte a lo largo del año

Diego Avilio Ocampos Olmedo^{1*}, Luis Alberto Alonzo Griffith¹, Pedro Luis Paniagua Alcaraz¹, María Cristina Morales Palarea², Carlos Alberto Lezcano Martínez¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Fondo Mundial para la Naturaleza. WWF – Asunción, Paraguay.

*Autor para correspondencia: docamposolmedo@gmail.com

Introducción

En el Paraguay la agricultura y la ganadería constituyen las principales actividades económicas. En lo que concierne a la producción ganadera, el departamento de Misiones, ubicado al sur del país, ha sido históricamente considerado productor de ganado basado principalmente en la disponibilidad de praderas naturales. Sin embargo, estas praderas presentan hoy signos de estar sometidos a un sistema de explotación deficiente. Observándose por un lado, varios grados de degradación de la vegetación forrajera, debido principalmente al uso de malas prácticas de manejo; y por el otro, el aprovechamiento parcial de praderas de alto potencial (Samudio 2013).

Dentro de las malas prácticas de manejo, se encuentra el uso incorrecto de frecuencias de corte o pastoreo. La frecuencia de corte se define como los intervalos de tiempo entre defoliaciones sucesivas (Corsi y Nacimiento 1986).

Esta variable puede influenciar en la producción tanto de manera cuantitativa como cualitativa durante su ciclo de crecimiento (Gomide y Zago 1980), resultando en una menor productividad, así como la formación de estructuras inadecuadas al pastoreo, caracterizadas por mayores acumulaciones de tallo y tejidos muertos (Barbosa et al. 2007).

La producción de una pradera también se encuentra fuertemente influenciada por variables climáticas, pudiendo presentar marcada variaciones estacionales. Es por

ello, que se verifica la necesidad de encontrar nuevas alternativas de manejo expresadas en frecuencias de corte, y que las mismas sean adaptadas fácilmente, ofreciendo información local pudiendo ser utilizadas por la mayoría de los productores.

El objetivo del presente trabajo fue el de evaluar el desempeño agronómico de un pastizal nativo sometido a intervalos de corte crecientes a lo largo de un año.

Metodología

El experimento fue llevado a cabo en la compañía Aguaray, distante a unos 24 km del distrito de San Juan Bautista, departamento de Misiones, Paraguay, localizado a 26° 44' S y 57° 20' W, altitud de 135 msnm. El período experimental fue de febrero de 2013 a febrero de 2014. El suelo del área experimental es clasificado como un suelo fuertemente ácido y de textura franco arenoso con escasa saturación de bases.

La investigación fue subdividida en tres etapas. Siendo la primera, la caracterización fisiográfica del lugar en áreas (alta, media y baja), debido a la pendiente del terreno. Las mismas fueron realizadas a través de imágenes satelitales, en la cual se observaron las variaciones fisiográficas y corroboradas in situ con visitas a campo. La segunda etapa, consistió en la instalación de tres jaulas de exclusión (4 x 4 metros) ubicadas aleatoriamente en cada una de las zonas fisiográficas identificadas. Finalmente la tercera etapa fue la realización de un corte de uniformización, al inicio del período de evaluación.

El diseño experimental, fue el de bloques completos al azar, donde los bloques fueron las zonas fisiográficas (alta, media y baja) siendo evaluados tres intervalos de corte en cada zona fisiográfica con tres repeticiones de cada frecuencia en cada zona (28, 56 y 84 días) todo dispuesto con un arreglo factorial de 3 x 3 x 4, donde el factor A fue la zona fisiográfica, el factor B los intervalos de corte y el factor C las estaciones del año.

Los intervalos de corte utilizados fueron distribuidos dentro de cada jaula con arreglo de cuadrado latino, aleatorizando el intervalo de inicio de modo a garantizar que los intervalos no se repitan en fila ni en columna.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:
1. Cobertura de suelo: registradas en porcentajes por m² de acuerdo a los intervalos de corte y las zonas fisiográficas en las cuatro estaciones del año. Fue utilizado un marco metálico de 1 m² de área interior subdividido en 25 cuadrados iguales (0,2 x 0,2 m), a partir del cual se estimó la proporción aparente de cobertura vegetal de cada uno de los sub cuadros. Posteriormente fueron sumados estos valores por parcela y multiplicados por 4 (cuatro) para obtener el valor de cobertura en porcentaje.

2. Producción de materia seca: para el efecto se realizaron cortes en un cuadro de 1 m² al ras del suelo dentro de cada tratamiento. El material cosechado fue pesado en el campo con ayuda de una balanza de precisión. Las muestras de cada tratamiento fueron identificadas y secadas a estufa de circulación forzada de aire a 60°C por 72 horas. La Producción de Materia Seca (kg ha⁻¹), fue estimada a partir de la relación del peso total de la muestra y del área conocida del cuadro utilizado. La comparación de medias fue realizada por medio del test de Tukey al nivel de significancia del 5% de probabilidad.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan las medias de las coberturas de un pastizal nativo en los distintos intervalos de corte.

Se verificaron diferencias estadísticas, tanto en el intervalo de corte estudiado como en las estaciones del año. Además fueron observadas interacciones significativas entre los dos parámetros evaluados en invierno, primavera y verano (Tabla 1).

Los porcentajes de cobertura de suelo encontrados en el presente trabajo estuvieron en el rango de 60 a 85%. Siendo los mismos inferiores a los obtenidos por Cohn (2006) y Vera (2012) que obtuvieron resultados superiores a 90% durante todo el periodo de investigación. El bajo resultado obtenido para la variable cobertura pudo deberse a que en los potreros en donde fueron realizado los estudios, lo cual contaba con una sobrecarga animal que pudo incidir en la disminución del porcentaje de cobertura comparativamente a los dos trabajos anteriores en pastizal nativo.

No fueron observadas diferencias estadísticas en la Producción de Materia Seca (kg ha⁻¹), agrupadas por zonas fisiográficas por lo cual los resultados para esta variable se presentan en función al intervalo de corte empleado y a la estación del año analizada (Tabla 2).

De acuerdo a los resultados obtenidos; en el periodo de otoño, las frecuencias con mayor producción acumulada fueron las de 28 y 84 días con una producción total de 715 kg ha⁻¹, durante cada periodo de evaluación, siendo ambas superiores a lo obtenido en el intervalo de corte de 56 días. Para el periodo invernal, esta tendencia se revirtió, donde el intervalo de corte de 56 días fue el de mayores producciones acumuladas, con 835 kg ha⁻¹.

En el periodo de primavera con el aumento de la precipitación y las temperaturas promedios las mayores producciones de materia seca fueron observadas con el intervalo de corte de 28 días, siendo esta misma tendencia observada en el periodo de verano, 959 y 1.070 kg ha⁻¹ para los meses de primavera y verano respectivamente, que corresponden a los meses de temperatura promedio más alta y mayores precipitaciones.

Tabla 1. Cobertura de suelo (%) de un pastizal nativo de tres zonas fisiográficas (alta, media y baja) sometidas a tres frecuencias de corte (28, 56 y 84 días) en las distintas estaciones del año. San Juan Bautista, Misiones, 2014.

Estación	Zona Fisiográfica	Frecuencia de corte (días)			Promedio (%)
		28	56	84	
Cobertura de suelo (%)					
Otoño	Alta	68,55	70,11	75,66	71,44 ^c
	Media	70,22	74,44	77,66	74,11 ^b
	Baja	76,88	80,77	84,50	80,74 ^a
	Promedio	71,88 ^C	75,11 ^B	79,29 ^A	
Invierno	Alta	53,22 ^{Bc}	60,33 ^{Bb}	67,77 ^{Ba}	60,44
	Media	55,77 ^{ABc}	61,22 ^{Bb}	71,88 ^{Aa}	62,96
	Baja	58,11 ^{Ac}	67,44 ^{Ab}	72,88 ^{Aa}	66,14
	Promedio	55,70	63,00	70,85	
Primavera	Alta	66,66 ^{Bc}	70,44 ^{Bb}	76,00 ^{Ba}	71,03
	Media	68,11 ^{Bb}	72,33 ^{Ba}	74,22 ^{Ba}	71,55
	Baja	74,88 ^{Ab}	78,44 ^{Aa}	80,77 ^{Aa}	78,03
	Promedio	69,88	73,44	77,00	
Verano	Alta	70,22 ^{Ca}	72,11 ^{Ba}	72,22 ^{Ba}	71,51
	Media	73,00 ^{Ba}	73,22 ^{Ba}	73,33 ^{Ba}	73,18
	Baja	77,22 ^{Aa}	79,44 ^{Aa}	77,22 ^{Aa}	77,96
	Promedio	73,48	74,92	74,25	

^{A, B, C)} Las letras mayúsculas distintas, en las columnas, difieren entre sí por la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

^(a, b) Las letras minúsculas distintas, en las filas, difieren entre sí por la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Tabla 2. Producción de Materia Seca acumulada por estación (kg ha^{-1}) de un pastizal nativo sometido a tres intervalos de corte (28, 56 y 84 días) en las distintas estaciones del año. San Juan Bautista, Misiones, 2014.

Estación	Frecuencia de corte (días)			Promedio por estación (kg ha^{-1})
	Producción de Materia Seca (kg ha^{-1})			
	28 días	56 días	84 días	
Otoño	719 ^{aB}	487 ^{bB}	711 ^{aB}	639 ^B
Invierno	741 ^{aB}	835 ^{aA}	556 ^{bC}	710 ^B
Primavera	959 ^{bA}	783 ^{aA}	1.264 ^{aA}	1.001 ^A
Verano	1.070 ^{aA}	770 ^{aA}	925 ^{bB}	922 ^A
Acumulado	3.489 ^a	2.875 ^b	3.456 ^a	3.274
Cantidad de cortes	13	6,51	4,33	

^{A, B, C)} Las letras mayúsculas distintas, en las columnas, difieren entre sí por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

^(a, b) Las letras minúsculas distintas, en las filas, difieren entre sí por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Cohn (2006), evaluando el efecto de cuatro intervalos de corte (21, 42, 63 y 94 días) sobre el comportamiento y calidad de una pradera nativa en el departamento de Misiones (Paraguay), obtuvo rendimientos mayores en la estación

de verano seguida por la de primavera, otoño e invierno en ese orden, mientras que Vera (2012) evaluando pastizales nativos en cuatro frecuencias de corte (21, 42, 63 y 84 días) en el departamento de Paraguari encontró las mayores

producciones en primavera, seguida por las producciones de verano, otoño e invierno en ese orden, siendo que para el presente trabajo las mayores producciones se dieron en primavera y verano (los meses de mayor precipitación y temperatura) seguidos de invierno y otoño.

Conclusión

Bajo las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo se concluye que:

La variable cobertura de suelo se vio afectada por los intervalos de corte y zonas fisiográficas en las estaciones de invierno, primavera y verano, no así en la estación de otoño. Encontrándose la mayor cobertura en la zona baja con cada intervalo de corte, siendo a su vez superior la cobertura con un intervalo entre cortes de 84 días.

Las mayores producciones de masa forrajera fueron obtenidas en las estaciones de primavera, verano y otoño en ese orden (1.001, 922 y 720 kg ha⁻¹ respectivamente).

Al evaluar el efecto de los intervalos de corte se observaron las mayores producciones para cortes a cada 28 días independiente de la estación evaluada.

Referencias bibliográficas

- Barbosa, RA; Nascimento JRD; Euclides, VPB; Da Silva, SC; Zimmer, AH; Torres Jr, RAA. 2007. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42:329-340.
- Cohn, H. 2006. Efecto de cuatro frecuencias de corte sobre el comportamiento productivo y calidad en tres zonas fisiográficas de una pradera nativa en suelo franco arenoso en el departamento de Misiones, Py. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Agronómica, FCA UNA. 55 p.
- Corsi, M; Nascimento, D. 1986. Principios de fisiología e morfología de plantas forrajeras aplicadas no manejo dos pastagen. BR, s.n. 43 p.
- Gomide, J; Zago, C. 1980. Crescimento e recuperacao do capim colonia apos corte. *Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia* 9(2):293-305 p.
- Samudio, R. 2013. Cultivo y manejo de pastos y forrajes para la alimentación del ganado: las praderas en el Paraguay. San Lorenzo, PY. 15-43 p.
- Vera, A. 2012. Producción Forrajera de una pradera nativa, sometida a cuatro frecuencias de corte en las distintas épocas del año, en un suelo Aquic Paleudalf. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Agronómica, FCA UNA. 49 p.

Germinación *in vitro* de palo santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb.) bajo estrés salino

Mariella Belén Galeano López^{1*}, Hugo Nicasio Rodríguez Espínola¹, Gloria Céspedes Domínguez¹, Aida Orrego Fuente¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: mbgaleano@outlook.es

Introducción

El Chaco semiárido posee especies forestales de características físicas y mecánicas de alto valor agregado, como lo son *Schinopsis quebracho-colorado*, *Schinopsis balansae* y *Bulnesia sarmientoi*, entre otras (Tvalchrelidze 2009; Mereles y Degen 1997). La carencia de información científica respecto a la especie *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb. “palo santo”, en situación de peligro y de gran valor ecológico, así como el posible aumento de la salinidad de los suelos del Chaco paraguayo, de origen antrópico, y consecuente pérdida de hábitat, hacen importante colaborar con la conservación de la diversidad forestal y el manejo y conservación de suelos a través del impulso de programas de manejo, regeneración e implantación de bosques de “palo santo” en su área de dispersión natural.

La presente investigación tuvo por finalidad principal evaluar el efecto del estrés salino en

la germinación *in vitro* de *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb. considerando el porcentaje de germinación, la velocidad e índice de velocidad de germinación y longitud de la radícula de la especie en estudio. La presente investigación se basó en la premisa de que los niveles de salinidad aplicados influyen sobre la germinación *in vitro* de semillas del “palo santo”.

Metodología

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), entre los meses de noviembre y marzo de los años 2013 y 2014. El diseño experimental fue completamente al azar, totalizando cuatro tratamientos consistentes en niveles de salinidad de 0; 8,6; 16,6 y 22,3 mS cm⁻¹ respectivamente (Queiroz y Nakagawa 1992), con 10 repeticiones, donde cada unidad experimental (UE) estuvo compuesta por 40 semillas (Tabla 1).

Tabla 1. Niveles de salinidad utilizados como tratamientos en la fase laboratorial de la experimentación. San Lorenzo, Paraguay, 2014.

Tratamiento	Nivel	Descripción
T ₁	0,0 mS cm ⁻¹ (1)	0,0 g NaCl L sol ⁻¹ (2)
T ₂	8,6 mS cm ⁻¹ (1)	4,6 g NaCl L sol ⁻¹ (2)
T ₃	16,6 mS cm ⁻¹ (1)	9,3 g NaCl L sol ⁻¹ (2)
T ₄	22,3 mS cm ⁻¹ (1)	12,6 g NaCl L sol ⁻¹ (2)

(1) Conductividad eléctrica de la solución equivalente a un potencial osmótico de 0,3; 6 y 9 atm, respectivamente.
(2) Cantidad de NaCl (p.a.) en un litro de solución.

Las semillas fueron colectadas en el mes noviembre de 2013 en la localidad de Pozo Colorado, Presidente Hayes. Se seleccionaron

las semillas de mejor tamaño y aspecto de acuerdo a lo indicado por Viveros (2005). El material genético fue sometido a un proceso de

acondicionamiento mediante un triple lavado (alcohol 70 %, hipoclorito de sodio 1:3 y agua destilada) de acuerdo a la metodología mencionada por Orrego et al. (2009). Posteriormente, fueron distribuidas en placas de Petri (PP), sobre papeles de filtro embebidos en soluciones de NaCl, y colocadas a temperatura ambiente en el laboratorio. Las determinaciones fueron diarias durante 15 DDI (Días Después del Implante). Las variables evaluadas de acuerdo a los criterios y consideraciones dadas por Agüero (2006) fueron: a) porcentaje de germinación: se contabilizó el número de semillas germinadas, considerándose como tales aquellas en donde se observó rotura de testa y emergencia de la radícula; b) velocidad de germinación: se midió en días medios (DM) y fue dada por la media aritmética de los días necesarios para la germinación, ponderada por el número de semillas germinadas en el día *i*-ésimo, (Pece et al. 2010); c) Índice de velocidad de germinación: se mide en plántulas por día ($pl\ d^{-1}$), y fue dada por la sumatoria total del número de semillas germinadas en el día *i*-ésimo sobre el número de días a partir de la siembra hasta los sucesivos recuentos; c) longitud de la radícula: se determinó midiéndose todas las plántulas germinadas mediante una regla y expresándose los valores en cm.

Se realizó el análisis de varianza de los valores obtenidos para las variables evaluadas, bajo un nivel de significancia del 95 %. Los efectos significativos y la interacción entre factores fueron verificados, para luego proceder a la prueba de comparación de medias por el Test de Tukey bajo un nivel de significancia del 95 %. Los datos correspondientes

a porcentaje de germinación fueron transformados mediante $\text{arc sen}1/2x$, mientras que para la velocidad de germinación, índice de velocidad de germinación se transformaron mediante $x+20$ de acuerdo con Storck y Lopes (1998).

Resultados y discusión

El Test F al 5% indicó diferencias significativas entre los porcentajes de germinación bajo los diferentes niveles de salinidad (Tabla 2). Se observó un mayor porcentaje de germinación en las plántulas sin agregado de NaCl (testigo) con un 42%. No se encuentran diferencias significativas entre los porcentajes de germinación bajo los mayores niveles de salinidad. Asimismo, si bien en apariencia, la especie del estudio, prefiere suelos salobres a salados o con napa freática salada alta, y observaciones realizadas en el terreno coinciden en que es la especie dominante por hectárea, en aquellos bosques donde los suelos se presentan muy salobres (Mereles 2005), se denota una baja cantidad de regeneración por semilla de la especie, a pesar de la gran cantidad de frutos que produce, posiblemente en más de un evento de fructificación (Ramírez 2011).

Por lo tanto, esto podría señalar que el período inicial de imbibición es crítico para la germinación de los individuos de “palo santo” y está generalmente afectada de forma negativa por la salinidad del medio, aún en especies con comportamiento halófito (Ungar 1978; Fanti y Gualtieri 2004). En concordancia con Carnavale et al. (2004), Sosa et al. (2005) y Ruiz y Parera (2013) los individuos

Tabla 2. Porcentaje de germinación *in vitro* de *Bulnesia sarmientoi* a los 15 DDI para los diferentes niveles de salinidad aplicados. San Lorenzo, Paraguay, 2014.

Tratamiento	Niveles de salinidad		Germinación (%)	TT (1)
	Concepto	Unidad		
1	0,0	mS cm^{-1}	42	a
2	8,6	mS cm^{-1}	25	b
3	16,6	mS cm^{-1}	17	c
4	22,3	mS cm^{-1}	12	c

Diferencia media significativa (DMS) Tukey: 7,14

Coefficiente de variación (CV): 24,54 %

(1) TT: Test de Tukey, donde en las columnas, medias seguidas por la misma letra minúscula, no difieren entre sí, en el nivel de significancia del 5 %

de “palo santo” podrían presentar sensibilidad a la presencia de NaCl y esto impediría lograr niveles aceptables de emergencia en suelos salinos a pesar de que los individuos adultos pueden sobrevivir en suelos con altos tenores de salinidad (Mereles 2005).

Con respecto a la velocidad de germinación *in vitro* de “palo santo”, el Test F al 5 % de significancia, mostró efectos significativos entre los días medios de velocidad de emergencia (DM) de los individuos de “palo santo” bajo los diferentes niveles de salinidad (Tabla 3).

Tabla 3. Velocidad de germinación *in vitro* de “palo santo” a los 15 DDI para los diferentes niveles de salinidad aplicados. San Lorenzo, Paraguay, 2014.

Tratamiento	Niveles de salinidad		Velocidad (DM)	TT (1)
	Concepto	Unidad		
1	0,0	mS cm ⁻¹	7,56	a
4	22,3	mS cm ⁻¹	8,23	ab
3	16,6	mS cm ⁻¹	8,67	ab
2	8,6	mS cm ⁻¹	9,92	b

Diferencia media significativa (DMS) Tukey: 2,25

Coefficiente de variación (CV): 6,54 %

(1) TT: Test de Tukey, donde en las columnas, medias seguidas por la misma letra minúscula, no difieren entre sí, en el nivel de significancia del 5 %

El tratamiento testigo (0 mS cm⁻¹) registró el menor valor de velocidad de germinación de 7,56 DM, lo que indica un menor número de días para que se alcance el máximo de germinación posible.

De acuerdo con esto se puede señalar que las semillas de “palo santo” que no recibieron estrés salino presentaron mejor germinación, pues cuánto menor es el valor de la velocidad de germinación, menor es el número de días utilizados en esta etapa (Pece et al. 2010).

Con respecto Índice de Velocidad de Germinación *in vitro* de “palo santo”, el Test F al 5% indicó

diferencias significativas bajo los diferentes niveles de salinidad (Tabla 4).

Las semillas sembradas en medio sin NaCl (T1) presentaron mayor índice de velocidad de germinación con un valor de 3,03 pl d⁻¹, superando estadísticamente a los otros niveles de salinidad. Esto indica que medios con niveles de salinidad nulos dan las mejores condiciones de germinación para las semillas de “palo santo”, esperándose que este comportamiento sea similar en condiciones de campo, donde una germinación débil o retrasada suele tener consecuencias fatales (Aldhous citado por FAO 1991).

Tabla 4. Velocidad de germinación *in vitro* de “palo santo” a los 15 DDI para los diferentes niveles de salinidad aplicados. San Lorenzo, Paraguay, 2014.

Tratamiento	Niveles de salinidad		Índice de Velocidad de Germinación (pl d ⁻¹)	TT (1)
	Concepto	Unidad		
1	0,0	mS cm ⁻¹	3,03	a
2	8,6	mS cm ⁻¹	0,95	b
3	16,6	mS cm ⁻¹	0,58	b
4	22,3	mS cm ⁻¹	0,32	b

Diferencia media significativa (DMS) Tukey: 0,7634

Coefficiente de variación (CV): 2,99 %

(1) TT: Test de Tukey, donde en las columnas, medias seguidas por la misma letra minúscula, no difieren entre sí, en el nivel de significancia del 5 %

Finalmente, con respecto a la longitud de la radícula en condiciones *in vitro* de “palo santo”, el Test F al 5% indicó que no se encuentran diferencias significativas bajo los diferentes niveles de salinidad.

Conclusión

El porcentaje e índice de velocidad de germinación *in vitro* de semillas de “palo santo” siguieron un modelo lineal decreciente en respuesta a los diferentes niveles de salinidad aplicados. La velocidad de germinación *in vitro* indica que sin NaCl es mayor y la longitud de radícula no presentó diferencias significativas. Los resultados obtenidos sustentan la hipótesis de investigación que postulaba que la salinidad influye sobre la germinación *in vitro* de de *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb.

Referencias bibliográficas

- Agüero, N. 2006. Efecto de la salinidad en la germinación *in vitro* de las cucurbitáceas: pepino (*Cucumis sativus* L.), sandía (*Citrullus lanatus* L.) y melón (*Cucumis melo* L.). Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, FCA UNA. 53 p.
- Carnavale, N; Alzugaray, C; López, D. 2004. Efecto de la salinidad sobre el establecimiento de plántulas de dos especies arbóreas dominantes en un “quebrachal” de *Schinopsis balansae* Engl. (en línea). Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias 6:43-49. Consultado 1 mar. 2014. Disponible en <http://rep-hip.unr.edu.ar>
- Fanti, S; Gualtieri, S 2004. Processo germinativo de sementes de paineira sobestresses hídrico e salino (en línea). Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira 39(9):903-909. Consultado 12 ene. 2014. Disponible en [http://www.researchgate.net/publication/234840557_Water_and_Salt_Stress_in_the_Germination_of_Anadenanthera_colubrina_\(Veloso\)_Brenan_Seeds/file/79e415101c015a0586.pdf](http://www.researchgate.net/publication/234840557_Water_and_Salt_Stress_in_the_Germination_of_Anadenanthera_colubrina_(Veloso)_Brenan_Seeds/file/79e415101c015a0586.pdf)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales (en línea). Roma, IT. Consultado 10 mar. 2014. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD232S/AD232S00.HTM>
- Mereles, F. 2005. Una aproximación al conocimiento de las formaciones vegetales del Chaco Boreal, Paraguay. *Rojasiana* 6(2):5-48.
- Mereles, F; Degen, R. 1997. Leñosas colonizadoras e indicadoras de sitios modificados en el Chaco Boreal. *Rojasiana* 4(1):85-117.
- Orrego, A; Grabowsky, C; Rodríguez, H; Soilan, L. 2009. Grado de infección de *Macrophomina phaseolina* en semillas de soja, sésamo y maní en condiciones *in vitro*. In Orrego, A. 2009. *Macrophomina phaseolina*, hongo causante de la pudrición carbonosa del tallo. San Lorenzo, PY, FCA UNA/INBIO. p. 37-52.
- Pece, M; Gaillard, C; Acosta, M; Bruno, C; Saavedra, S. 2010. Tratamientos pre germinativos para tipa colorada (*Pterogyne nitens* Tul.) (en línea). Revista Foresta Veracruzana 1(12):17-25. Consultado 18 mar. 2014. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49720264003>
- Queiroz, S; Nakagawa, J. 1992. Estudos preliminares sobre os efeitos da salinidad en a germinação de sementes de arroz. Revista Científica 20(1):43-50.
- Ramírez, J. 2011. Evaluación preliminar de la regeneración natural de *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb. (palo santo), en parcela permanente de medición de la biodiversidad, reserva natural privada Estancia Salazar, Departamento Presidente Hayes. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY, FCA UNA. 132 p.
- Ruiz, M; Parera, C. 2013. Efecto del estrés hídrico y salino sobre la germinación de *Atriplex nummularia* (Chenopodiaceae) (en línea). Acta Biológica Colombiana 18(1):99-106. Consultado 10 mar. 2014. Disponible en <http://www.academia.edu/download/31124921/39936.pdf>
- Sosa, L; Llanes, A; Reinoso, H; Reginato, M; Luna, V. 2005. Osmotic and specific effects on



- the germination of *Prosopis trombulifera* (en línea). *Annals of Botany* 96(2):261-267. Consultado 15 mar. 2014. Disponible en <http://aob.oxfordjournals.org/content/96/2/261.long>
- Storck, L; Lopes, S. 1998. *Experimentação II*. 2 ed. Santa Maria, BR, UFSM. 205 p.
- Ungar, I. 1978. Halophyte seed germination (en línea). *The Botanic Review* 44(2):233-262. Consultado 22 mar. 2014. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007/BF02919080#page-1>
- Tvalchrelidze, N. 2009. Oportunidades de mercado para productos de las especies forestales del Chaco paraguayo (en línea). Asunción, PY. Consultado 5 ene. 2013. Disponible en <http://www.fepama.org/maderas-chaquenhas.pdf>
- Viveros, P. 2005. Gestión de recursos nativos para forestación, reforestación y enriquecimiento de bosque de palo santo (*Bulnesia sarmientoi*), en área de distribución de la especie (en línea). Consultado 26 dic. 2012. Disponible en http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADQ859.pdf

Crecimiento inicial de Palo santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb.) bajo estrés salino

Mariella Belén Galeano López^{1*}, Hugo Nicasio Rodríguez Espínola¹, Gloria Céspedes Domínguez¹,
Aida Orrego Fuente¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: mbgaleano@outlook.es

Introducción

Una de las especies forestales de alto valor agregado del Chaco semiárido es *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb. (Tvalchrelidze 2009). La misma se distribuye en forma natural en un área de intensa actividad agropecuaria y deforestación con picos máximos de hasta 1.400 hectáreas por día en promedio (CoP 2010, Guyra Paraguay 2012). Bajo este contexto, se hace de gran importancia generar información relevante de esta especie a fin de colaborar con su conservación, siendo para ello, los datos de crecimiento inicial de plántulas y su respuesta a diferentes niveles de salinidad, informaciones básicas.

La presente investigación tuvo por finalidad principal evaluar el efecto del estrés salino en el crecimiento inicial de *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb. considerando el porcentaje de sobrevivencia, altura del tallo, diámetro a la altura de cuello, número de hojas y área foliar. La presente investigación se desarrolló bajo la premisa de que los mayores niveles de salinidad aplicados inhiben el crecimiento inicial de plántulas de Palo santo.

Metodología

La investigación se desarrolló en el Invernadero de Producción de Mudas (IPM) del Centro Hortifrutícola de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), entre noviembre de 2013 y marzo de 2014. El diseño experimental fue completamente al azar, totalizando cuatro tratamientos (Queiroz y Nakagawa 1992) de diferentes niveles de salinidad (Tabla 1) y 5 repeticiones, siendo la UE un conjunto de 30 macetas con una plántula cada una. Las variables evaluadas fueron: sobrevivencia (expresada en %), altura del tallo (expresada en cm), diámetro a la altura de cuello (expresado en cm), número de hojas y área foliar (expresada en cm²).

La siembra se realizó en bandejas de plástico de 162 celdas. Posteriormente, cuando las mudas tuvieron 3 a 4 hojas verdaderas, se realizó el trasplante a las macetas. Al sustrato de las macetas se agregaron las cantidades de NaCl para obtener los niveles de salinidad correspondientes a los tratamientos, según Tabla 1. Las variables fueron medidas a los 15, 30 y 45 días después del trasplante a maceta (DDT).

Tabla 1. Tratamientos aplicados a las plántulas de Palo santo. San Lorenzo, Paraguay, 2014.

Tratamiento	Nivel	Descripción
T ₁	0,0 mS cm ⁻¹ (1)	0,0 g NaCl kg sust ⁻¹ (2)
T ₂	8,6 mS cm ⁻¹ (1)	2,08 g NaCl kg sust ⁻¹ (2)
T ₃	16,6 mS cm ⁻¹ (1)	3,58 g NaCl kg sust ⁻¹ (2)
T ₄	22,3 mS cm ⁻¹ (1)	4,65 g NaCl kg sust ⁻¹ (2)

(1)Conductividad eléctrica de la solución equivalente a un potencial osmótico de 0,3; 6 y 9 atm, respectivamente.

(2)Cantidad de NaCl por kg de sustrato.

El ensayo en invernadero fue realizado con plántulas de edad semejante, el tamaño de las macetas y el sustrato fueron idénticos y las condiciones de riego, luz, humedad y temperatura fueron idénticas para todos los tratamientos. Los datos de área foliar de las plántulas fueron procesados a través del programa ImageJ 1.47v (National Institute of Health 2013). Los valores obtenidos para las variables evaluadas fueron procesados con análisis de varianza con un nivel de significancia del 95%. Los efectos significativos y la interacción entre factores fueron verificados para luego proceder a la prueba de comparación de medias por el Test de Tukey a un nivel de significancia del 95%, realizada a través del programa estadístico Estat 2.0 (Universidade Estadual Paulista 1996).

Resultados y discusión

El Test F al 5% indicó que no se existen diferencias significativas entre los porcentajes de sobrevivencia de las plántulas bajo los diferentes niveles de salinidad aplicados a los 15, 30 y 45 DDT. Por lo tanto se observa tolerancia de los individuos a los diferentes niveles de salinidad aplicados, a diferencia de lo observado por Barchuk y Díaz (2000), que denotan una declinación exponencial con el tiempo de la supervivencia de individuos juveniles de *Prosopis chilensis* y *Aspidosperma quebracho-blanco*. Sin embargo, Barkla et al. (2007), exponen que individuos de *Thellungiella halophila* son capaces de tolerar niveles altos de salinidad por periodos cortos; no obstante, cuando son estresados por periodos largos,

su crecimiento es inhibido y las plantas muestran signos de muerte.

La altura de las plántulas a los 15, 30 y 45 DDT para los diferentes tratamientos aplicados, mostró diferencias significativas por el Test F al 5% (Tabla 2). Las mayores alturas de las plántulas a los 15, 30 y 45 DDT, se obtuvieron bajo los niveles salinos de 8,6 y 22,3 mS cm⁻¹. A los 45 DDT, las alturas de las plántulas bajo los niveles de salinidad de 0 y 16,6 mS cm⁻¹ (10,48 y 10,11 cm respectivamente) no expusieron diferencias significativas con las alturas del nivel de salinidad 22,3 mS cm⁻¹ (13,88 cm). Esta tendencia irregular de crecimiento en altura de las plántulas bajo tratamientos sugiere que una inhibición del crecimiento vegetal por el estrés salino depende en gran medida de la severidad del estrés (Nawaz et al. 2010). Las señales hormonales, probablemente inducidas por el efecto osmótico de la sal fuera de las raíces, controlan la velocidad de la elongación celular (Munns et al. 2000). Por lo tanto, los mayores niveles de salinidad aplicados, en la etapa de crecimiento inicial de las plántulas de Palo santo, podrían no inhibir su crecimiento en altura. Esto coincide con lo expuesto por Mereles (2005), que indica un crecimiento en altura sobre fluvisoles compactados que no excede los 2-3 metros, en tanto, que sobre los luvisoles salobres, como los solnetz, alcanza su porte real de unos 25-30 m de altura.

El diámetro de las plántulas de Palo santo a los 15, 30 y 45 DDT bajo los diferentes tratamientos no mostraron diferencias significati-

Tabla 2. Altura de los tallos de *Bulnesia sarmientoi* en invernadero a los 15, 30 y 45 DDT con diferentes niveles de salinidad aplicados. San Lorenzo, Paraguay, 2014.

Tratamientos	Niveles de salinidad (mS cm ⁻¹)	Altura del tallo (cm)					
		15 DDT	TT (1)	30 DDT	TT (1)	45 DDT	TT (1)
2	8,6	6,72	a	11,26	a	15,55	a
4	22,3	5,92	ab	9,83	ab	13,88	ab
3	16,6	4,40	bc	7,06	c	10,11	b
1	0,0	3,78	c	7,26	bc	10,48	b

(DMS) Tukey 15, 30 y 45 DDT: 1,63; 2,62; 3,85.

Coefficiente de variación 15,30 y 45 DDT: 17,29; 16,36; 17,01%

(1) TT: Test de Tukey donde en las columnas, medias seguidas por la misma letra minúscula, no difieren entre sí en el nivel de significancia del 5%

vas al nivel de significancia del 5%. Si bien el proceso de crecimiento del tallo ha sido menos estudiado, probablemente está afectado por las mismas fuerzas que limitan el crecimiento de la hoja durante el estrés (Taiz y Zeiger 2006). Semejante a lo visto en la presente investigación lo describen Mema et al. (2003), que no observaron diferencias en los diámetros a nivel del cuello de los individuos un mes después de la implantación a campo. No obstante, Rodríguez et al. (2003), en plántulas de 80 días de *Bulnesia retama*, observaron que el estrés salino afecta significativamente el crecimiento del tallo en esta etapa de crecimiento. Así, el alcance de los efectos adversos del estrés salino sobre el tejido fotosintético o sobre el crecimiento varía con el tipo de especies, nivel de estrés y la duración del estrés (Nawaz et al. 2010).

Con respecto al número de hojas de plántulas de Palo santo a los 15, 30 y 45 DDT bajo los diferentes niveles de salinidad aplicados, el Test F al 5% indicó que se encuentran diferencias significativas bajo los diferentes tratamientos (Tabla 3). A los 15 DDT, las plántulas desarrollaron mayor número de hojas con el nivel salino de 22,3 mS cm⁻¹ y sin agregado de sal (testigo) con 9,23 y 8,06 hojas, respectivamente. Si bien el crecimiento vegetal responde a la salinidad en dos fases: osmótica, que inhibe el crecimiento de hojas nuevas, e iónica, que acelera la senescencia de las hojas maduras (Munns y Tester 2008), ninguno de los efectos fue observado explícitamente en la presente investigación. Esto podría deberse a un mecanismo fisiológico y molecular de tolerancia a los componentes osmóticos e iónicos del estrés salino considerado en todo nivel del vegetal (Munns y Tester 2008).

Tabla 3. Número de hojas en Palo santo en invernadero a los 15, 30 y 45 DDT para los diferentes niveles de salinidad aplicados. San Lorenzo, Paraguay, 2014.

Tratamientos	Niveles de salinidad (mS cm ⁻¹)	Número de hojas					
		15 DDT	TT (1)	30 DDT	TT (1)	45 DDT	TT (1)
4	22,3	9,23	a	13,29	a	18,06	a
1	0,0	8,06	ab	11,5	ab	15,80	ab
2	8,6	7,86	b	12,53	a	17,59	a
3	16,6	6,4	c	9,83	b	13,26	b

(DMS) Tukey 15, 30 y 45 DDT: 1,33;2,07; 3,32

Coefficiente de variación 15,30 y 45 DDT: 9,35;9,71; 11,33%

(1)TT: Test de Tukey donde en las columnas, medias seguidas por la misma letra minúscula, no difieren entre sí en el nivel de significancia del 5%

Finalmente, el Test F al 5% indicó que no se encuentran diferencias estadísticas significativas bajo los diferentes niveles de salinidad en el área foliar de las plántulas de Palo santo en invernadero. La reducción en la velocidad del crecimiento de las hojas está probablemente relacionada con los factores ligados al estrés hídrico en lugar de un efecto sal específica (Munns 2002). Como la pérdida de turgencia es el primer efecto biofisiológico significativo del estrés hídrico, las actividades que dependen de la turgencia como la expansión foliar, son las más sensibles a las deficiencias hídricas y una inhibición de la expansión celular da lugar a una expansión foliar más lenta (Taiz y Zeiger 2006), lo cual se verificó para los mayores

niveles de salinidad en este estudio, a pesar de que los valores registrados no presentaron diferencias significativas entre sí.

Conclusión

Las plántulas de Palo santo mantenidas en invernadero, hasta los 45 DDT se mostraron tolerantes a las condiciones de estrés salino a las que fueron sometidas (aproximadamente 98% de sobrevivencia con todos los niveles aplicados).

El crecimiento de las plántulas se vio influido positivamente en la altura de tallo y número de hojas con los niveles de salinidad de 8,6 y 22,3 mS cm⁻¹.



El diámetro y el área foliar no mostraron diferencias significativas.

Los resultados obtenidos no verifican la hipótesis de investigación ya que los distintos niveles de salinidad aplicados no inhibieron el crecimiento inicial de los individuos de Palo santo en altura del tallo, número de hojas y porcentaje de sobrevivencia de los individuos.

Referencias bibliográficas

- Barchuk, A; Díaz, M. 2000. Vigor de crecimiento y supervivencia de plantaciones de *Aspidosperma quebracho-blanco* y de *Prosopis chilensis* en el chaco árido (en línea). Revista Quebracho 8:17-29. Consultado 10 mar. 2014. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48100802>
- Barkla, B; Vera-Estrella, R; Balderas, E; Pantoja, O. 2007. Mecanismos de tolerancia a la salinidad en plantas (en línea). Consultado 10 mar. 2014. Disponible en http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:YCj2nqA1SnMJ:www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro_25_aniv/capitulo_23.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es
- Conferencia de las Partes de Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2010. Examen de las propuestas de enmienda a los apéndices I y II (en línea). Doha, QT. Consultado 17 ene. 2013. Disponible en <http://www.cites.org/esp/cop/15/prop/S-15%20Prop-42.pdf>
- Guyra Paraguay. 2012. Resultados del monitoreo de los cambios de uso de la tierra, incendios e inundaciones del Gran Chaco Americano (2010-2011) (en línea). Asunción, PY. Consultado 22 nov. 2012. Disponible en <http://www.guyra.org.py/index.php/reportes-de-cambios-de-uso-de-la-tierra-del-gran-chaco-americano>
- Mema, V; Garau, A; Lemcoff, J. 2003. Fertilización de *Eucalyptus globulus* y *E. camaldulensis* en vivero: modificaciones inducidas por diferentes niveles de fertilización nitrogenada y potásica y su efecto sobre el estrés de plantación (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 25 ago. 2012. Disponible en <http://64.76.123.202/new/0forestacion/biblos/pdf/2003/posters03/195%20MemaGarauLemcoff.pdf>
- Mereles, F. 2005. Una aproximación al conocimiento de las formaciones vegetales del Chaco Boreal, Paraguay. Revista Rojasiana 6(2):5-48.
- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress (en línea). Journal Plant Cell and Environment 25(2):239-250. Consultado 12 feb. 2014. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11841667>
- Munns, R; Hare, R; James, R; Rebetzke, G. 2000. Genetic variation for improving salt tolerance of durum wheat (en línea). Australian Journal of Agricultural Research 51(1):69-74. Consultado 20 mar. 2014. Disponible en <http://www.publish.csiro.au/?paper=AR99057>
- Munns, R; Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance (en línea). Annual Review of Plant Biology (59):651-681. Consultado 25 mar. 2014. Disponible en http://download.bion.com.cn/view/upload/month_0807/20080707_b3129d548fe90afe6995DvfnwQU DH7Lj.attach.pdf
- Nawaz, K; Hussain, K; Majeed, A; Khan, F; Afghan, S; Ali, K. 2010. Fatality of salt stress to plants: morphological, physiological and biochemical aspects (en línea). African Journal of Biotechnology 9(34):5475-5780. Consultado 20 mar. 2014. Disponible en <http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/viewFile/92097/81537>
- NIH (National Institutes of Health, US). 2013. Image: Image processing: version 1.47. Maryland, US.
- Queiroz, S; Nakagawa, J. 1992. Estudos preliminares sobre os efeitos da salinidade em a germinação de sementes de arroz. Revista Científica 20(1):43-50.
- Rodríguez, M; Sosa, L; Fernández, E; Reale, M; Villarreal, V. 2003. Efecto del estrés hídrico y salino en el crecimiento temprano de *Bulnesia retama* (en línea). In Jornadas Argentinas de Botánica (21), Reunión Anual de la Sociedad

Botánica de Chile (15, 2003, San Luis, AR).
Resúmenes. San Luis, AR. p. 169.

Tvalchrelidze, N. 2009. Oportunidades de mercado
para productos de las especies forestales
del Chaco Paraguayo: red de inversores y
exportaciones. Asunción, PY, Ministerio
de Industria y Comercio, Presidencia de la
República de Paraguay.

Taiz, L; Zeiger, E. 2006. Fisiología vegetal: estrés
salino. 3 ed. Sunderland, USA, Universitat
Jaume I. 581 p.

UNESP (Universidade Estadual Paulista, BR);
FCAV (Faculdade de Ciências Agrarias e
Veterinárias). 1996. ESTAT: sistema para
análisis estadísticas: versão 2.0. Sao Paulo, BR.

Capacidad germinativa de semillas de *Cedrela odorata* (cedro) y *Anadenanthera colubrina* (kurupa´y kuru) colectadas en diferentes épocas

María Carolina Escobar Ortiz¹* y Enrique Benítez León¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: caescortiz93@gmail.com

Introducción

El mecanismo de reproducción de la mayoría de las especies vegetales es en forma sexual, es decir, por medio de semillas. No obstante, en muchas ocasiones, las semillas tras su maduración y dispersión no son capaces de germinar, ya sea por la dormancia que presentan o bien porque las condiciones ambientales no son favorables. En esta situación las semillas comienzan a deteriorarse, lo que se manifiesta por la progresiva pérdida de su capacidad de germinar (viabilidad) y de dar lugar a plántulas sanas y vigorosas. El tiempo que tardan las semillas en perder su viabilidad es variable según las especies y dependiente de factores externos (temperatura), como internos (contenido de humedad, genotipo, etc.) y los factores propios de las semillas (Pérez García y Pita Villamil 2001).

Dada la importancia de todos estos aspectos relacionados con la fisiología y tecnología de semillas, se han desarrollado diferentes protocolos para evaluar la viabilidad y vigor de las semillas, así como para lograr condiciones de almacenamiento que aseguren una mayor longevidad. Las especies forestales *Cedrela odorata* (Meliaceae) y *Anadenanthera colubrina* (Fabaceae), de gran importancia económica y ecológica, pudiendo ser utilizadas para restauración y/o enriquecimiento de áreas degradadas. Según Romalho Carvalho (1994), esta última es una especie heliófita, medianamente tolerante al frío, cuando joven. Posee un hábito de crecimiento irregular, generalmente presenta bifurcaciones desde la base. Presenta brotaciones después del corte. Mientras que *Cedrela odorata*, según Francis y Lowe (2000) se puede encontrar de manera natural en los suelos bien drenados,

tolera una larga temporada seca pero no prospera en las áreas con una precipitación de más de 3.000 mm o en los sitios con suelos densos o anegados.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar las respuestas de germinación de semillas de cedro y kurupa´y kuru colectadas en diferentes épocas.

Metodología

El experimento fue realizado en el vivero forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción. Los tratamientos consistieron en semillas de las especies forestales nativas *Anadenanthera colubrina* colectadas en los años 2014 y 2015 y semillas de *Cedrela odorata* colectadas en los años 2013 y 2015 de la zona de San Lorenzo, Departamento Central y almacenadas en recipientes herméticamente cerrados a 4°C. Los años de colecta de semillas de cada especie contaron con cuatro repeticiones cada uno, según lo establecido por las normas ISTA (1991). Cada repetición estuvo conformada por cien semillas, totalizando cuatrocientas semillas por tratamiento.

La población total fue de 1.600 semillas. Las semillas de ambas especies fueron colocadas en bandejas de plástico con dimensiones de 30 cm x 17 cm x 6 cm que contenía arena lavada como sustrato. Los registros fueron tomados a partir de observaciones diarias controlando la germinación durante treinta días, debido a que, según López et al. (2002), las semillas de *Anadenanthera colubrina* germinan en aproximadamente diez días; González (1991) menciona que las semillas de *Cedrela odorata* inician la germinación en

promedio a los siete días después de la siembra y completan la germinación a los 25 días después de la siembra. Los datos fueron cargados y procesados en planilla electrónica excel.

Para cada especie forestal, fue evaluado el porcentaje de germinación (PG), el porcentaje de semillas duras (%SD) y el índice de velocidad de germinación (IVG) por medio de las siguientes fórmulas:

$$PG = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100$$

$$\%SD = \frac{\text{Semillas duras o no germinadas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100$$

$$IVG = \Sigma (ni/\Sigma ti)$$

Donde:

(ni) número de semillas germinadas

(ti) tiempo durante el cual germinaron

Resultados y discusión

Se obtuvieron los mayores valores y porcentajes de germinación en las semillas de *Anadenanthera colubrina* colectadas en el año 2015, con 44,5%, mientras que en las semillas colectadas en el año 2014 se obtuvo 22,75% de germinación.

La mayor germinación para *Cedrela odorata* se obtuvo en las semillas colectadas en el año 2015 (78,75 %), mientras que 61,75 % de las semillas colectadas en el 2013 también germinaron (Tabla 1).

Considerando los resultados obtenidos en el primer conteo de germinación, las semillas de

Anadenanthera colubrina presentaron un vigor muy reducido, atendiendo que a los seis días después de la siembra germinaron 18,25% de las semillas colectadas en el año 2014, aumentando a 22,75% de germinación a los treinta días. Las semillas colectadas en el año 2015 presentaron porcentaje de germinación más reducido en el primer conteo, pero durante el periodo de registro (treinta días) el porcentaje aumentó considerablemente comparado con las semillas colectadas en el año 2014.

A estas respuestas puede ser atribuido el efecto del tiempo de almacenamiento sobre la capacidad de germinación. Analizando las respuestas obtenidas en *Cedrela odorata*, que recién a los 12 días registraron las primeras semillas germinadas, se puede mencionar que las colectadas en el año 2013 probablemente se encontraban en menor estado de latencia, ya que 36,25% de las mismas germinaron en comparación con 17,25% de germinación en las colectadas en el año 2015. Esa diferencia observada inicialmente no se mantuvo en el resto del periodo de evaluación de las semillas, atendiendo que las semillas colectadas en el año 2015 presentaron mayor porcentaje de germinación a los treinta días después de la siembra comparadas con las colectadas en el año 2013, con 78,75% y 61,75% respectivamente.

El mayor porcentaje de semillas duras (en este trabajo se tuvo en cuenta como semillas duras aquellas que al final del experimento no germinaron) se obtuvo para las semillas de *Anadenanthera colubrina* colectadas en el año 2014, con un porcentaje de 77,25%; mientras que las semillas colectadas en el año 2015

Tabla 1. Valores absolutos y porcentaje de germinación de semillas de *Anadenanthera colubrina* y *Cedrela odorata* observados durante el experimento en el vivero de la FCA – UNA.

Especie	Año de Colecta	Germinación	
		Cantidad	Porcentaje
<i>Cedrela odorata</i>	2013	247	61,75
	2015	315	78,75
<i>Anadenanthera colubrina</i>	2014	91	22,75
	2015	178	44,5

presentaron un menor porcentaje de semillas no germinadas (55,5%). Naturalmente se espera que las semillas almacenadas por períodos más prolongados presenten menor porcentaje de germinación, considerando que las semillas de especies forestales pierden el poder germinativo con el almacenamiento por largos períodos de tiempo. Para las semillas de *Cedrela odorata* se obtuvieron porcentajes de semillas duras más bajos; las colectadas en el año 2013 presentaron 38,25%, mientras que en las colectadas en el año 2015 se obtuvo 21,25% de semillas duras.

El primer registro de germinación fue realizado a los seis días después de la siembra, donde se obtuvo un porcentaje de germinación de 18,25% para las semillas de *Anadenanthera colubrina*

colectadas en el año 2014 y un porcentaje de germinación de 16,25% para las semillas colectadas en el año 2015. Comparando las semillas de *Anadenanthera colubrina* colectadas en el año 2014, con índice de velocidad de germinación (IVG) de 3,03 con las colectadas en el año 2015, en la que se obtuvo de 5,93 de IVG se puede afirmar que el periodo de almacenamiento de las semillas puede ejercer efectos negativos sobre la capacidad de germinación de las semillas de especies forestales.

Este efecto también pudo ser observado en las semillas de *Cedrela odorata*, en las que semillas colectadas en el año 2013 arrojaron un valor de 8,23, mientras que las semillas colectadas en el año 2015 presentaron 10,5 de IVG (Figura 1).

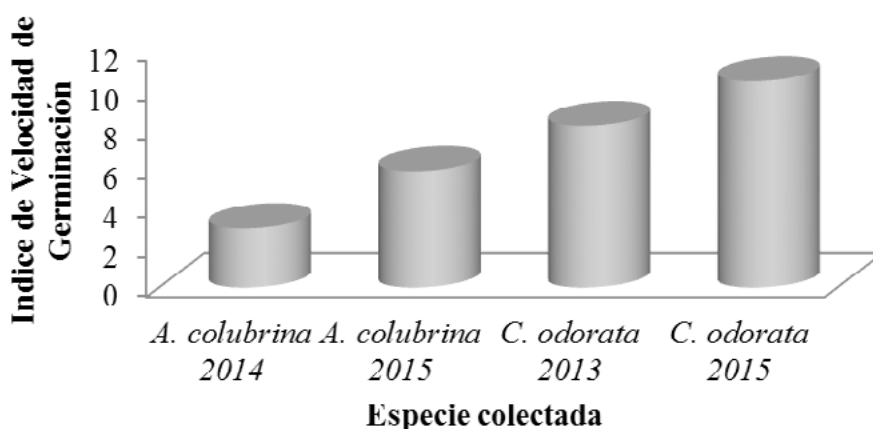


Figura 1. Índice de velocidad de germinación de semillas de *Anadenanthera colubrina* colectadas en el año 2014 y 2015 y semillas de *Cedrela odorata* colectadas en el año 2013 y 2015 a los treinta días después de la siembra.

Estos valores son más elevados comparados con las semillas de *Anadenanthera colubrina*, pero los efectos son similares en relación al periodo de almacenamiento, considerando lo mencionado por Pece et al. (2010), este índice expresa la velocidad en número de semillas germinadas por día, por lo tanto, cuanto mayor, mayor es la velocidad e indirectamente mayor el vigor del lote.

Conclusión

El periodo de almacenamiento de las semillas de *Cedrela odorata* y *Anadenanthera colubrina* afecta negativamente la capacidad de germinación de las mismas, observándose mayores efectos sobre las semillas de la segunda especie.

El índice de velocidad de germinación se ve disminuido con el aumento del periodo de almacenamiento de las semillas de *Cedrela odorata* y *Anadenanthera colubrina*.

Referencias bibliográficas

- Francis, J; Lowe, C. 2000. Biotecnología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y de las Indias Occidentales (en línea). Consultado 14 oct. 2015. Disponible en http://data.fs.usda.gov/research/pubs/iitf/Bioecologia_gtr15.pdf#page=140
- González, E. 1991. Recolección y germinación de semillas de 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical (en línea). *Rev Biol Trop* 39(1):47-51. Consultado 14 oct. 2015. Disponible en http://www.ots.ac.cr/rbt/attachments/volumes/vol39-1/08_Gonzalez_Semillas_arboreas.pdf
- ISTA (Asociación Internacional de Ensayo de Semillas). 1991. Lista de nombres de plantas estabilizadas (en línea). 5 ed. Bassersdorf, Nomenclature Committee. 73 p. Consultado 17 abr. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/ad232s/ad232s12.htm>
- López, J. 2002. Árboles comunes del Paraguay: ñande yvyramatakuera. 2a ed. Asunción, Paraguay, Gráfica Mercurio. 460 p.
- Pece, MG; Gaillard de Benítez, C; Acosta, M; Bruno, C; Saavedra, S; O. Buvenas, O. (sf). Germinación de Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntze (tipa blanca) en condiciones de laboratorio (en línea). Consultado 29 abr. 2016. Disponible en <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/v18a02.pdf>
- Perez Garcia, F; Pita Valdimir, JM. 2001. Vialidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. Madrid, España, Ministerio de Agricultura pesca y alimentación. 15 p. (Hojas Divulgadoras N° 2112).
- Romallo Carvalho, PE. 1994. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo, Embrapa/CNPF; Brasília, DF: Embrapa/SPI 640 p.

Respuesta de diferentes lotes de semillas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert a tratamientos pre-germinativos

Jorge Marcelo Nuñez¹ y Enrique Benítez León^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: ebenitezleon@gmail.com

Introducción

La producción de plantas en vivero constituye el pilar fundamental para asegurar la supervivencia y calidad de los individuos una vez trasplantados a campo. En el proceso de producción intervienen actividades que van desde la selección de material genético adecuado, su posterior procesamiento, germinación y crecimiento de las plantas. La calidad de una plantación depende en gran medida de la calidad de las plantas utilizadas para su establecimiento, por ello cuando la especie se propaga a partir de semillas, es necesario que la emergencia sea rápida y homogénea, para lograr una homogeneidad en el desarrollo de las plantas (Pece et al. 2010).

La germinación es un proceso crucial en el ciclo de vida de las plantas; conociendo y manejando este proceso, se tiene la posibilidad de reproducir una determinada especie de la manera más eficaz posible. La eficiencia y el éxito de la producción de plantas en vivero y de su establecimiento posterior en plantaciones forestales, dependen en gran porcentaje de la calidad de la semilla que se utiliza. Por ello la aplicación y la eficacia de tratamientos previos a la siembra representan una práctica fundamental en el proceso de germinación, que a su vez dependen del grado de latencia característica de cada especie, origen, época de colecta, entre otros (Cuevas 2003).

Es de gran interés el estudio de la latencia de las semillas en función a diferentes lotes de una misma especie y de esa manera obtener en vivero los mejores individuos que contengan o expresen todas las características deseables en el árbol (Jiménez et al. 2001).

Peltophorum dubium (Sprengel) Taubert (Yvyra pyta) es una de las especies nativas del Paraguay más apreciables por sus características maderables. Su diámetro puede llegar a medir hasta 200 cm y es de muy amplio uso que van desde sistemas agroforestales, silvopastoriles, en asociación con cítricos y para reforestación (López 2002).

El objetivo fue evaluar el efecto de tratamientos pre-germinativos en diferentes lotes de semillas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el vivero de la Carrera de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, ubicada en el Campus de San Lorenzo. El experimento consistió en un diseño bifactorial 3 x 4, siendo representada por 3 lotes de semillas y 4 tratamientos pre-germinativos (Tabla 1).

La colecta de semillas se llevó a cabo en junio de 2015, de tres sitios diferentes (Ciudad de Capiatá, Jardín Botánico de Asunción y Campus de la UNA) y cinco árboles en cada sitio, constituyéndose el conjunto de semillas de cada sitio en los lotes. La distribución de los tratamientos se realizó siguiendo un diseño experimental de bloques completos al azar y la unidad experimental estuvo compuesta por 100 semillas, con 4 repeticiones cada una, totalizando 400 semillas por cada tratamiento, siguiendo las recomendaciones de la RAS (2009) y la ISTA (1991).

Tabla 1. Distribución de los tratamientos de acuerdo al lote de semillas y el tratamiento pre-germinativo recibido.

Tratamiento	Combinación	Código
1	Semillas del lote 1 con inmersión en agua caliente por 12 h	L1 + G1
2	Semillas del lote 1 con inmersión en agua caliente por 24 h	L1 + G2
3	Semillas del lote 1 con inmersión en agua caliente por 36 h	L1 + G3
4	Semillas del lote 1 sin inmersión en agua caliente (Testigo)	L1 + G4
5	Semillas del lote 2 con inmersión en agua caliente por 12 h	L2 + G1
6	Semillas del lote 2 con inmersión en agua caliente por 24 h	L2 + G2
7	Semillas del lote 2 con inmersión en agua caliente por 36 h	L2 + G3
8	Semillas del lote 2 sin inmersión en agua caliente (Testigo)	L2 + G4
9	Semillas del lote 3 con inmersión en agua caliente por 12 h	L3 + G1
10	Semillas del lote 3 con inmersión en agua caliente por 24 h	L3 + G2
11	Semillas del lote 3 con inmersión en agua caliente por 36 h	L3 + G3
12	Semillas del lote 3 sin inmersión en agua caliente (Testigo)	L3 + G4

Fueron determinados el porcentaje de germinación (PG) y el Índice de Velocidad de Germinación (IVG) registrando cada tres días la emergencia de las plántulas por un periodo de 45 días, según la velocidad de semillas germinadas; y sometidos estos valores a las siguientes fórmulas:

$$\text{Semillas germinadas (\%)} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{IVG} = \sum \frac{(n_i)}{t} \quad (2)$$

Donde:

n_i : número de semillas germinadas en el día

t: tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

También fueron analizados la forma de la radícula y el cotiledón siguiendo las recomendaciones de la RAS (2009), quien divide el estudio visual de estas estructuras en plantas normales y anormales (Tabla 2).

Las variables estudiadas fueron sometidas a análisis de variancia y, cuando el valor de F fue significativo, fue utilizado para comparación de medias el test de Skott-Knott con 5% de significancia o aplicado regresión polinomial. Fue utilizado el programa estadístico Sisvar (Sistema para Análisis de Variancia) para Windows® versión 5.1 (Ferreira 2011).

Tabla 2. Factores para la evaluación de radícula y cotiledón.

Plántulas normales	Plántulas anormales
Presencia del cotiledón	Ausencia de cotiledón
Hipocótilo recto y bien definido	Hipocótilo corto, grueso, curvo o amarillento.
Cotiledones bien coloreados, sanos, y desarrollados	Cotiledones enrollados, deformados o deteriorados por infección por patógenos
Radícula bien desarrollada	Radícula ausente, atrofiada, espiralada.

Fuente: RAS (2009)

Resultados y discusión

Para el porcentaje de germinación de semillas fueron encontradas diferencias estadísticas altamente significativas para los factores lote de semilla ($p=0,0000$), tratamiento pre-germinativo ($p=0,0000$) y la interacción entre ambos factores

($p=0,0000$).

Según el análisis de desdoblamiento de lote dentro de cada nivel de tratamiento pre-germinativo, los lotes no difieren entre sí en el tratamiento pre-germinativo de 12 h; mientras que para los de 0 h, 24 h y 36 h sí existen diferencias estadísticas (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de germinación de lotes de semillas de *Yvyra pyta* para diferentes tratamientos pre-germinativos. San Lorenzo, 2016.

Lote	Tratamientos			
	0 hs	12 hs	24 hs	36 hs
1	25,75 a*	44,00 a	42,00 a	48,50 a
2	15,75 b	52,75 a	14,00 b	7,00 b
3	25,25 a	43,00 a	10,75 b	6,50 b
CV (%)	23,55			
Media	27,93			

* Medias seguidas por la misma letra minúscula para lotes, en las columnas, no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba de Scott y Knott ($p>0,05$).

El porcentaje de germinación en función a los diferentes tratamientos pre-germinativos a las que fueron sometidas las semillas de *Peltophorum dubium*, donde para el Lote 1 (L_1) se observa que, a medida que aumentaron las horas de inmersión de las semillas incrementaron las medias del porcentaje de germinación, alcanzando el valor máximo en el tratamiento pre-germinativo de 36 h con una media de 48,50% y un valor mínimo de 42% en el tratamiento pre-germinativo de 24 h, con un coeficiente de correlación de 86% (Figura 1A).

En tanto que, en el L_2 ha disminuido con el aumento de las horas de inmersión, alcanzando su valor máximo en el tratamiento pre-germinativo de 12 h con una media de 52,75% y el valor mínimo en el de 36 h con una media de 7%, con un coeficiente de correlación del 54% (Figura 1B), mientras que en el L_3 el valor máximo también se dio en el tratamiento pre-germinativo de 12 h con una media de 43% y el valor mínimo nuevamente en el de 36 h con una media de 6,50% con un coeficiente de correlación de 62% (Figura 1C).

Para la variable analizada IVG, no existen diferencias significativas en el factor lote de semillas ($p=0,0792$) y en la interacción entre lote y tratamiento pre-germinativo ($p=0,1069$); mientras que para el factor tratamiento pre-germinativo sí existió diferencia significativa. Los datos fluctúan, con una media inicial de 0,071, alcanzando un valor máximo en el tratamiento pre-germinativo de 12 h con una media de 0,19 y un valor mínimo de 0,09 en el tratamiento pre-germinativo de 24 h; los datos demuestran una tendencia curva positiva, con un coeficiente de correlación de $R^2 = 38\%$ (Figura 2).

Según los registros de germinación realizados durante el experimento del total de 1.341 semillas germinadas, se verificó que mayormente las plántulas se presentaron normales en un 98,65%, presentándose anormales solo el 1,34%, mostrando la mayor cantidad de plántulas anormales el T1 (L_1+G_1) con siete unidades. Esto significa que los tratamientos pre-germinativos aplicados a las semillas no afectaron sobre la posterior calidad de las plántulas.

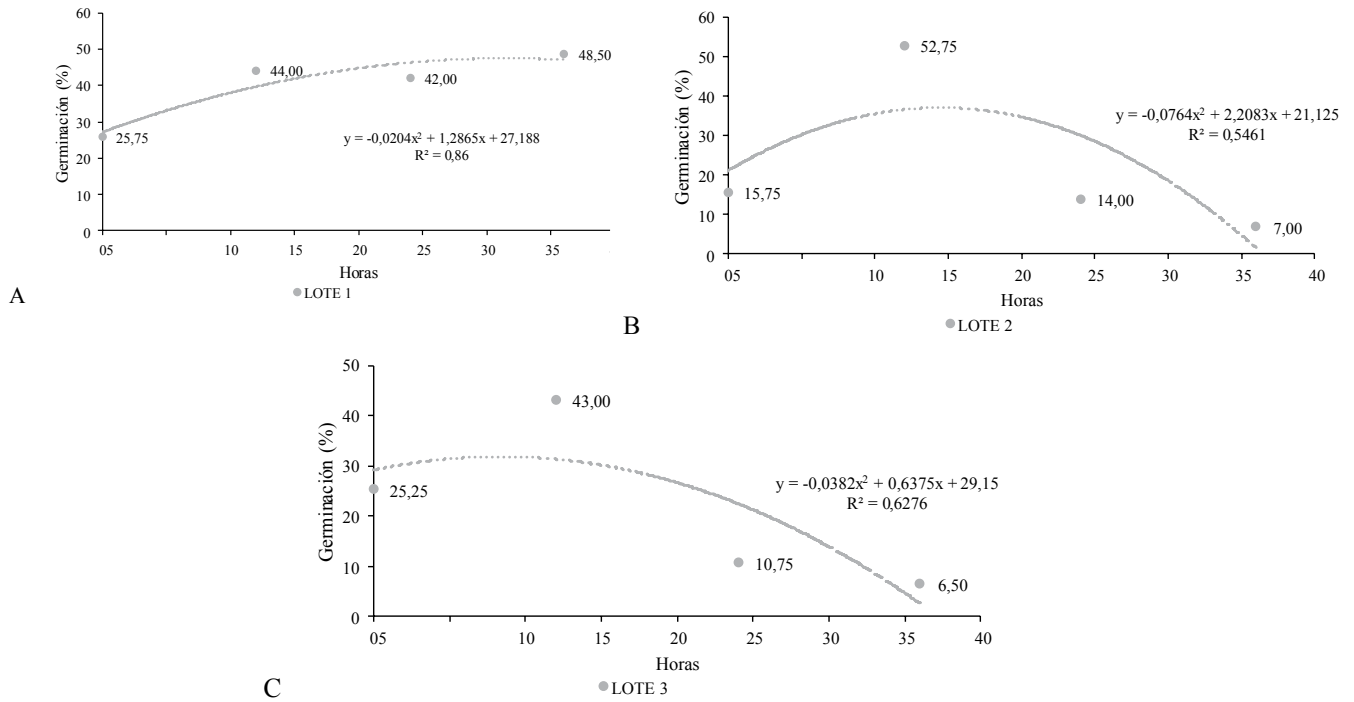


Figura 1. Análisis de regresión para tratamientos pre-germinativos para cada lote de semillas de Yvyra pyta colectadas de diferentes árboles semilleros.

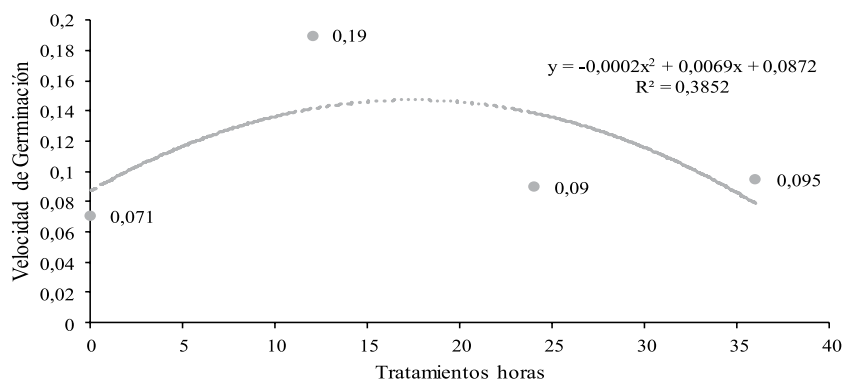


Figura 2. Velocidad de geminación de semillas de Yvyra pyta del total de mediciones, colectadas de diferentes árboles seleccionados.



Conclusión

Los diferentes tratamientos pre-germinativos no afectan en forma negativa a las semillas de *Peltophorum dubium* observándose alto porcentaje de plántulas normales y porcentajes de germinación aceptables. Se puede recomendar la realización de ensayos con otros tratamientos pre-germinativos para optimizar este último.

Referencias bibliográficas

- Cuevas, C. 2003. Análisis de la calidad física de las semillas forestales. Santo Domingo, RD, Banco de Semillas Forestales, Dirección General Forestal. p. 49-55.
- Ferreira, DF. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência & Agrotecnologia Lavras* 35(6):1039-1042.
- ISTA (Asociación Internacional de Ensayo de Semillas). 1991. Lista de nombres de plantas estabilizadas (en línea). 5 ed. Bassersdorf: Nomenclature Committee. 73 p. Consultado 18 jun. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/ad232s/ad232s12.htm>
- Jiménez, J; Aguirre, O; Kramer, H. 2001. Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multicohortal de pino en el norte de México. *Investigación Agronómica de Sistema de Recursos Forestales*. p. 355-366.
- López, J; Litle, L; Oritz, F; Rombold, J; Hahn, W. 2002. *Arboles comunes del Paraguay: Ñande yvyra mata kuera*. 2 ed. Asunción, PY, Cuerpo de Paz. 446 p.
- Pece, M; Gaillard, C; Acosta, M; Bruno, C; Saavedra, S. 2010. Tratamientos pregerminativos para tipa colorada (*Pterogyne nitens* Tul.). *Forestal Veracruzana* 12(1):17-25.
- RAS (Regras para Análise de Sementes, BR). 2009. *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. Brasil. 399 p.

Formação de coletores de sementes florestais nativas

Antonio Carlos de Souza Medeiros^{1*}, Daniela Cleide Azevedo de Abreu²,
Maria Madalena Santos da Silva²

¹ Ambiental Mata Atlântica: Treinamento e Consultoria. Curitiba-PR, Brasil.

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Dois Vizinhos-PR, Brasil.

*Autor para correspondência: antoniocarlos.medeiros@ambientalmataatlantica.eco.br

Introdução

O curso intitulado “Formação de Coletores de Sementes Florestais Nativas” foi criado como uma iniciativa da área de treinamento e capacitação do BASEMFLO- Banco de Sementes Florestais da Embrapa Florestas, em 2001 e realizado até 2007.

Teve como objetivo, a formação de coletores de sementes florestais nativas para atuarem em programas e projetos governamentais e não governamentais de restauração florestal e mesmo de ecossistemas degradados. De acordo com Primack e Rodrigues (2001), restauram-se ecossistemas para que eles voltem a funcionar como eram antes de serem destruídos, ou seja, para melhorar a qualidade e quantidade de água em nascentes e cursos d’água, reduzir a erosão, e servir como alimento e refúgio para a fauna e sua diversidade. Ademais, o retorno da fauna contribui positivamente na polinização e dispersão de frutos e sementes.

Assim, de acordo com Galvão e Medeiros (2002), torna-se cada vez mais importante a atuação do coletor de sementes florestais nativas, especialmente aquelas que devem ser utilizadas não só na restauração ambiental da Mata Atlântica, como também para atender aos bancos de sementes. Walter et al. (2005) alertam para a rápida degradação a que estão sendo submetidos os ecossistemas naturais em todo o mundo, incluindo a eliminação de grandes trechos de vegetação nativa e sugerem a coleta e enriquecimento dos bancos de germoplasma.

Nessa direção, Kalil Filho et al. (2002) recomendam várias espécies arbóreas para serem

empregadas na restauração da Mata Atlântica. Entretanto, muitas dessas espécies são muito altas e possuem frutos com características deiscentes. Ou seja, se abrem por ocasião da maturidade fisiológica, exigindo que sejam coletados diretamente das árvores matrizes, no momento em que os primeiros frutos se aproximam da sua fase de maturidade fisiológica e dispersam suas sementes, que são levadas pelo vento (Nogueira e Medeiros 2007). Essa característica determina que os produtores de sementes executem a tarefa de escalada eficiente, rápida e segura nas árvores matrizes, muitas delas com mais de 20 m de altura, sem que lhes sejam provocados danos em seu tronco, galhos e coletem os frutos antes que as sementes sejam dispersadas na floresta.

Foram principalmente essas justificativas que recomendaram a criação e realização dos treinamentos de pessoas para atuarem diretamente na coleta e manejo de sementes visando a produção de mudas que devem ser empregadas nesses projetos de restauração ambiental e de sementes para conservação em bancos de germoplasma.

Também tem como objetivo, ampliar a oferta de novas oportunidades de emprego no setor florestal, com destaque para a escalada em árvores muito altas, como cedros-rosa ou cedro (*Cedrela fissilis*), canjeranas ou cancharana, yvyrapyte pyta (*Cabralea canjerana*), açoitas-cavalo ou ka’a oveti (*Luehea divaricata*), canafistulas ou yvyra pyta (*Peltophorum dubium*), jequitibás-rosa, kai kay’gua (*Cariniana estrellensis*), entre outras, muitas das quais com mais de 20 m de altura.

A técnica de escalada segura, uma vez dominada, permite ao profissional trabalhar também em

outras áreas tecnológicas de prestação de serviços ou pesquisa, como coleta de material botânico e de insetos, construção de plataforma para estudos no dossel, estudos e coleta de plantas epífitas e de animais, além de estudos de fenologia, biologia reprodutiva e polinização controlada.

Metodologia

Treinamentos como esse, precisam ser ministrados em aulas teóricas e práticas, totalizando aproximadamente 40 horas.

Nas aulas teóricas devem ser abordados principalmente os temas como:

- conservação da capacidade produtiva das áreas de coleta de sementes florestais nativas,
- beneficiamento de sementes florestais nativas,
- fisiologia básica de sementes,
- estratégias para secagem e armazenamento de sementes florestais nativas
- noções de legislação sobre coleta de sementes e o credenciamento do coletor de sementes, e
- aspectos inerentes às atividades em altura/escalada, incluindo orientações, cuidados, normas técnicas e conceitos.

Já nas aulas teóricas e práticas, os participantes devem receber ensinamentos sobre:

- uso e manejo do GPS na marcação e localização de árvores matrizes,
- noções básicas sobre amostragem e análise de sementes de espécies florestais nativas em laboratório,
- noções de primeiros socorros e resgate do escalador no ambiente florestal.

Mais de 28 horas precisam ser dedicadas ao treinamento prático acerca das técnicas de escalada segura por meio de cordas em árvores de porte muito alto, a fim de que os participantes realmente dominem as técnicas transferidas. Neste quesito, para o melhor aprendizado, as aulas devem ser

inicialmente conduzidas em grupo, passando, em seguida, para as orientações personalizadas a fim de que o participante domine as técnicas transferidas.

É necessário que esse treinamento conte com equipe habilitada e experiente em sementes florestais nativas, bem como na área de serviços e treinamento em altura, a fim de transferir com eficiência a tecnologia atualizada sobre sementes florestais nativas e escalada segura e rapel em árvores altas, sem o uso de esporas que danificam as árvores matrizes.

Resultados e discussão

Preocupada com a devastação da Floresta Atlântica, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, através da sua Unidade Embrapa Florestas, criou em 2001 um Banco de Sementes Florestais incumbido de disponibilizar sementes de espécies arbóreas nativas de qualidade superior aos projetos e programas, projetos e ações efetivas de recomposição da cobertura florestal que eram muito tímidas na época.

Dentre as estratégias fundamentais para o sucesso do empreendimento, destacava-se a disponibilização de recursos humanos treinados para coleta de sementes. De 2001 a 2007, mais de 200 pessoas foram capacitadas (Figura 1).

Em 2013 os cursos foram retomados, dessa vez, como atividade da empresa Ambiental Mata Atlântica: Treinamento e Consultoria, em parceria com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR e a empresa Mundo Vertical: Trabalhos e Soluções em Altura. De 2013 a 2016 foram treinados 126 participantes de diferentes áreas de atuação.

Em 2016 foi realizado no Paraguai o primeiro curso internacional, com apoio da Fundación Moisés Bertoni, que atua pelo desenvolvimento sócio econômico sustentável do Paraguai, através de ações em conservação da natureza e a Facultad de Ciencias Agrarias da Universidad Nacional

de Asunción. Esse treinamento foi uma das atividades previstas no projeto “Establecimiento y fortalecimiento de un centro de semillas de especies forestales nativas del Bosque Atlántico del Alto Paraná”. Contou com a participação de 13 pessoas, entre elas mateiros, estudantes e

professores da Universidad Nacional de Asunción que se dedicam ao projeto na Reserva Natural do Bosque Mbaracayú e ao estabelecimento de um banco de sementes florestais nativas com as espécies que ocorrem nessa e em outras reservas biológicas do Paraguai.



Figura 1. Alguns participantes dos Cursos para formação de coletores de sementes florestais nativas, desde a sua criação, em 2001, até 2016.

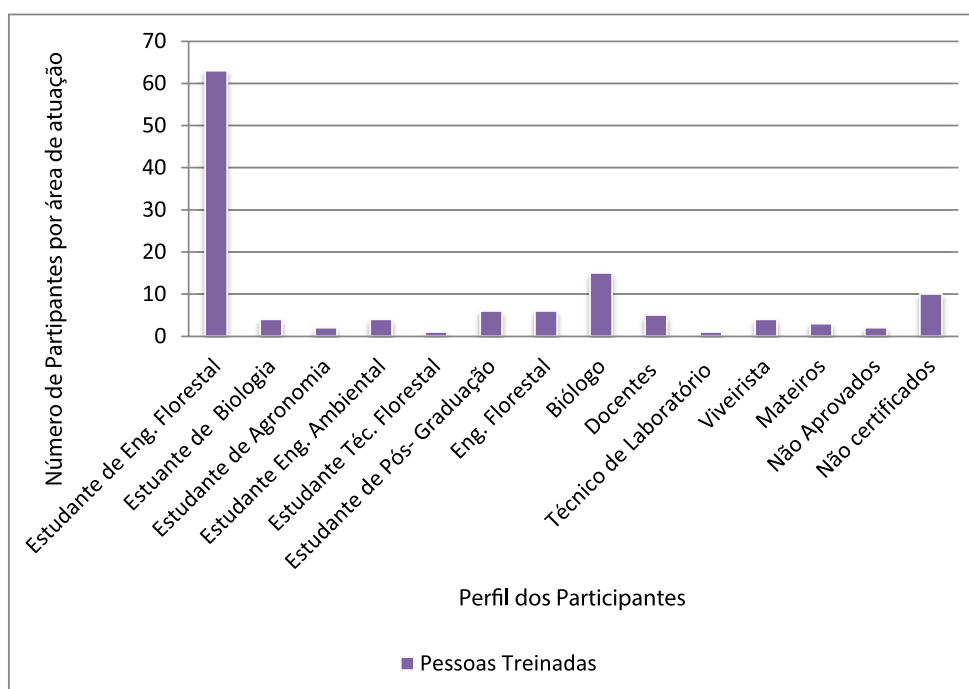


Figura 2. Número de pessoas e áreas de atuação dos participantes nos Cursos para formação de coletores de sementes florestais nativas, desde a sua criação, em 2001, até 2016.



Observou-se que as categorias profissionais foram bem diversificadas entre os inscritos nos cursos para Formação de Coletores de Sementes Florestais Nativas. Na procura pela capacitação em coleta de sementes florestais nativas destacaram-se em número os estudantes do Curso de Engenharia Florestal (Figura 2). Embora, seja uma área de interesse profissional do Engenheiro Florestal e do Engenheiro Agrônomo, constatou-se que, no decorrer desses cursos ministrados, a busca pelo treinamento também atingiu estudantes e profissionais de outras áreas que atuam no meio ambiente, dentre eles, estudantes do Curso de Engenharia Ambiental. Entre os profissionais das áreas afins destacaram-se os Biólogos.

Entretanto, tem-se constatado participação muito baixa de profissionais que atuam diretamente na coleta de sementes, os que trabalham com análise de sementes em laboratório (Técnicos de Laboratório), na produção de mudas florestais (viveiristas), assim como estudantes de escolas técnicas florestais de nível médio.

Conclusões

Desde a sua criação no Brasil, foram capacitadas mais de 300 pessoas para atuarem na coleta de sementes florestais de espécies arbóreas nativas, com vistas principalmente à restauração de áreas cujos ecossistemas estejam degradados.

Referências bibliográficas

- Galvão, APM; Medeiros, AC. de S. (Eds.). 2002. Restauração da mata atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural. Colombo, Embrapa Florestas. 133 p.
- Kalil Filho, AN; Santos, A; Carvalho, AP; Medeiros, ACS; Ferretti, AR; Nogueira, AC; Ferreira, CA; Carvalho, PER. 2002. Espécies recomendadas para a restauração da mata atlântica. In Galvão, A. P. M.; Medeiros, A. C. de S. (Eds.). Restauração da mata atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural. Colombo, Embrapa Florestas. p. 77-132.
- Nogueira, AC; Medeiros, AC de S. 2007. Coleta de sementes florestais nativas. Colombo, Embrapa Florestas. 11 p. 1 CD-ROM. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 144).
- Primack, RB; Rodrigues, E. 2001. Biologia da conservação. Londrina, Editora Planta. 328 p.
- Walter, BMT; Cavalcanti, TB; Bianchetti, LB; Valls, JFM. 2005. Coleta de germoplasma vegetal: relevância e conceitos básicos. In Walter, B. M. T.; Cavalcanti, T. B. (Eds.). Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal. Brasília, DF, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. p. 663-679.

Caracterización morfológica de poblaciones naturales de *Acrocomia aculeata* en el Departamento de Itapúa, Paraguay

E. Ramirez H.^{1*}, A. Verga², R. Negrelle³

¹Universidad Nacional Santiago del Estero, Argentina

²Instituto de Fisiología Vegetal-INTA, Argentina

³Universidad Federal de Paraná, Brasil

*Autor para correspondencia: erhaedo@hotmail.com

Introducción

El *mbokaja* como se le conoce a la especie *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. Ex Martius es una palmera arborescente, espinosa, con más de 16 m de altura, se distribuye a lo largo de la América tropical y subtropical, desde el sur de México y las Antillas hasta el sur del Brasil, llegando a Paraguay y Argentina; con excepción de Ecuador y Perú. En Paraguay, conocida como *mbokaja*, habita la Región Oriental del Paraguay. Es una especie heliófila que abunda en lugares abiertos, especialmente en terrenos abandonados, chacras y pastizales. Prefiere los suelos bien drenados, rojos arenosos, con 70–85% de arena, aunque se lo encuentra habitando suelos arcillosos (López et al. 2002).

Se ha observado una gran variabilidad fenotípica de los caracteres morfológicos y productivos; comunes en especies no domesticadas, lo cual representa un inconveniente desde el punto de vista de la productividad, cosecha, comercialización e industrialización del producto. Debido a las variaciones fenotípicas observadas y a la diversidad de ambientes donde se desarrolla esta especie en estudio, sugiere la existencia de otra especie, sub-especies o de grandes grupos morfológicos, de gran plasticidad fenotípica, que le permite adaptarse a diferentes ambientes.

Frente a esta problemática, con el objetivo de contribuir para el proceso de domesticación de esta especie, se presenta el resultado de investigación que buscó caracterizar y evaluar la variabilidad fenotípica de distintas poblaciones naturales de *A. aculeata* en Paraguay. Específicamente, se buscó identificar los factores determinantes de

la variabilidad observada, incluyendo aspectos taxonómicos.

Metodología

El trabajo se realizó en la región Sur, Centro y Noreste del Departamento de Itapúa, Sur de Paraguay. Fueron seleccionadas cinco áreas distantes aproximadamente a 100 km de Encarnación, capital departamental: General Artigas en la región Suroeste en la Ecorregión Selva Central, Obligado, Trinidad 1 y Trinidad 2 en la región Centro y Yatyty en la región Noreste de Itapúa, todos perteneciente a la Ecorregión Alto Paraná.

Para la selección de las áreas se consideró la presencia en estado natural en pastizales, chacra, distribuyéndose en agrupaciones de 50 o más individuos adultos. En cada lugar fueron seleccionadas 30 plantas adultas y bien desarrolladas, en plena producción, estandarizados en relación al estado de maduración de los frutos, contando como mínimo dos racimos por planta. Para caracterizar las plantas se utilizó taxonomía numérica; los datos fueron tomados entre noviembre - diciembre de 2014 y febrero- marzo - abril de 2015.

Las variables morfológicas consideradas tanto de las hojas, estípites y frutos son: largo peciolo, número de pina en la planta, largo de pina (cm), número de foliolo, distancias entre foliolos en las pinas, largo del foliolo (cm), ancho foliolo (cm), relación largo/ancho, área de la pina (m²), relación entre la superficie del tercio superior del foliolo respecto del área total del foliolo, relación entre la superficie del tercio superior del foliolo respecto de un rectángulo que lo inscribe, área total de la hoja (m²), relación

largo del foliolo respecto de la distancia entre foliolos en la pina respecto del ancho del foliolo, altura de la planta en m, diámetro del estípite (cm), número de cachos por planta, porcentaje de espina en el estípite, número de inflorescencia por planta, peso de un racimo (kg), pesos frutos/racimo (kg), número frutos/racimos, diámetros longitudinal de los frutos, diámetro transversal de los frutos, relación diámetro longitudinal/transversal de los frutos.

Para la evaluación estadística se utilizó el Software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al. 2008). Con el modelo lineal generalizado y mixto, donde la población se introduce como efecto fijo, se estimó el desvío estándar de las variables cuantitativas consideradas con respecto a la media de la variable, a fin determinar la variabilidad dentro y entre las poblaciones de palmeras.

Resultados y discusión

Variabilidad de caracteres morfológicos

Se observa una gran variabilidad fenotípica tanto entre la población como entre plantas dentro de

la población para muchos variables, pero no para todas las variables. Las variaciones suelen ser consecuencias de efectos genéticos (Nucci 2007; Abreu et al. 2012; Manfio et al. 2012; Plata 2014; Lanes 2014; Conceição 2015; Lanes et al. 2016) y ambientales (Freitas Teles 2009; Costa 2009; Pimentel et al. 2011; Manfio et al. 2011; Faria 2012; Plata 2014); difíciles de determinar la proporción de participación de cada uno de ellos en la expresión fenotípica de la planta en consideración. Los coeficientes de variación dentro de la población y entre la población reflejan la variación de cada carácter en relación a su media.

Las variables que presentan mayor coeficiente de variación dentro de la población son: número de frutos por racimo, largo de la pina u hoja (LPI), número de foliolo (NFOL), área total de la pina/planta (ARTOT), la relación entre largo del foliolo/distancia entre foliolo (L-DIFOL), largo del foliolo (LFOL) y relación largo-ancho del foliolo (L_AFOL) son las que presentan mayor variabilidad dentro de la población (Tabla 1).

Tabla 1. Componente de varianza dentro, entre y la relación entre/dentro de la poblaciones para caracteres morfológicos y productivos de *A. aculeata*

Variable	Dentro	Entre	Rel_Entre-Dentro
NFOL	25,15	10,8033	0,43
DIFOL	0,33	0,18566	0,56
ARPI	0,54	0,27136	0,5
ARTOT	19,68	8,02146	0,41
LDIFOL	13,68	7,81003	0,57
DIFOLA	0,2	0,1285	0,63
Altura	1,2	0,9339	0,78
DiamEstip020	4,88	2,5739	0,53
DiamEstip1.3	3,46	1,54523	0,45
No Racimo Planta	2,85	2,32482	0,82
Peso Racimo	2,51	1,22304	0,49
Peso Fruto Racimo	2,14	0,97047	0,45
No Fruto Racimo	158,35	69,61532	0,44
DLFR	0,26	0,16425	0,63
DTFR	0,23	0,15919	0,69
DLDTFR	0,04	0,03701	0,84

Aunque la proporción de variabilidad de estos caracteres morfológicos llega hasta 84% en algunas variables, ninguna es ≥ 1 como para pertenecer a ecotipos distintos; sin considerar variables categorizadas, tales como: forma del estípite, porcentaje de espina y color del fruto, que son variables usadas por Pimentel et al. (2011) como descriptores para la nueva propuesta de clasificación. Pero, considerando estos descriptores, se concluye que las poblaciones de palmeras de *A. aculeata* estudiadas en el presente trabajo de investigación pertenecerían a dos ecotipos o sub-especie de *A. aculeata*, que son *A. aculeata ssp totai*, *A. aculeata ssp intumescens* y sus híbridos.

Conclusiones

Bajo las condiciones del presente estudio realizado en el Departamento de Itapúa, Sur de Paraguay, se concluye lo siguiente:

En el aspecto Taxonómico: los ecotipos encontrados son *A. aculeata ssp totai*, *A. aculeata ssp. Intumescens* y posibles híbridos.

El *A. aculeata ssp. Intumescens*, anteriormente no fue reportado en Paraguay; pero el 33,33% de las palmeras encontrada presenta intumescencia entre 1/3 a 2/3 de la parte superior del estípite.

Existe gran variabilidad fenotípica en los caracteres morfológicos de hojas y estípites, además de los caracteres productivos; formando grupos de palmeras de características superiores a otros; dadas dentro y entre poblaciones y asociadas a la variabilidad genética y ambiental.

Referencias bibliográficas

- Abreu, AGF. 2012. The genetic structure and mating system of *Acrocomia aculeata* (Arecaceae). *Genetic and Molecular Biology* 5(1):119-121.
- Conceição, LDM. 2015. Genetic diversity of macauba from natural populations of Brazil. *Biomed Central Research Notes* 8(406):1-9.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2008. *InfoStat*, version 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Faria, G. 2012. Caracterização morfoanatômica da planta, plantula e sementes da macauba :*Acrocomia aculeata* (Jacq. Lodd. ex Martius). Lavras, Universidade Federal de Lavras, Programa de Pos-graduação em Agronomia/ Fitotecnia.
- Freitas Teles, H. 2009. Caracterização de ambientes com ocorrência natural de *acrocomia aculeata* (Jacq.) Logg. ex Martius e suas populações nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás. Tesis Mestrado. Goiânia, Universidade Federal de Goiás, Programa de Pos-graduação em Agronomia - Area Produção Vegetal.
- Lanes, EC. 2014. Variabilidade molecular e sistema de reprodução de Macaúba (*Acrocomia aculeata*). Tesis Doutorado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Fitotecnia Programa de Pós-graduação e Melhoramento.
- López, J; Little, E; Ritz, G; Rombold, J; Hahn, W. 2002. Árboles comunes del Paraguay: ñandeyvyra mata kuera. 2 ed. Asunción, Paraguay, Mercurio. 458 p.
- Manfio, CE; Motoike, YS; Resende, MD; Santos, CE. 2012. Avaliação de progênies de macaúba na fase juvenil e estimativa de parâmetro genética e diversidade genética. *Pesquisa Florestal Brasileira* 32(69):63-68.
- Nucci, SM. 2007. Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microssatélites em genéticas de populações de macaúba. Tesis de Mestre. Campinas, Instituto Agronomico de Campinas, Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical y Sub-Tropical.
- Pimentel, LD; Dias, LA; Paes, JM; Sato, AY; Motoike, SY. 2011. Diversidade no gênero *Acrocomia* e proposta de subdivisão da especie *Acrocomia aculeata*. *Informe Agropecuario* 32(265):81-87.
- Plata R, M. 2014. Avaliação de germoplasma para melhoramento e a conservação da macaúba. Minas Gerais, Universidade Federal de Viçosa, Programa pós-graduação em Fitotecnia II Universidade Federal de Viçosa.

Caracterización productiva de poblaciones naturales de *Acrocomia aculeata* en el Departamento de Itapúa, Paraguay

E. Ramirez H.^{1*}, A. Verga², R. Negrelle³

¹ Universidad Nacional Santiago del Estero, Argentina;

² Instituto de Fisiología Vegetal-INTA, Argentina;

³ Universidad Federal de Paraná, Brasil.

*Autor para correspondencia: erhaedo@hotmail.com

Introducción

En Paraguay, la *Acrocomia aculeata*, conocida como mbokaja, habita la Región Oriental del Paraguay. Es una especie que presenta alto valor socio-económico, dado que los pequeños agricultores recolectan los frutos de las poblaciones silvestres y los venden a las aceiteras cocoterías del país (Hauptenthal et al. 2011); donde la extracción del aceite de mbokaja constituye una industria importante, tanto en la elaboración de aceite comestible extraída de la pulpa o mesocarpo; como de la semilla para hacer jabón (López et al. 2002), esta última, son productos de exportación. Aunque se la aprovecha industrialmente en Paraguay desde la década de 1940, son escasas las investigaciones orientadas al mejoramiento y la implementación de cultivos ordenados a gran escala. Se ha observado una gran variabilidad fenotípica de los caracteres productivos; comunes en especies no domesticadas, lo cual representa un inconveniente desde el punto de vista de la productividad, cosecha, comercialización e industrialización del producto.

Frente a esta problemática, con el objetivo de contribuir para el proceso de domesticación de esta especie, se presenta el resultado de investigación que buscó caracterizar la capacidad productiva de las distintas poblaciones de mbokaja del Departamento de Itapúa.

Metodología

El trabajo se realizó en la región Sur, Centro y Noreste del Departamento de Itapúa, Sur

de Paraguay. Fueron seleccionadas cinco áreas distantes aproximadamente a 100 km de Encarnación, capital departamental: Artigas en la región Sur-oeste en la Ecorregión Selva Central, Obligado, Trinidad 1 y Trinidad 2 en la región Centro y Yatyty en la región Noreste de Itapúa, todos pertenecientes a la Ecorregión Alto Paraná. Para la selección de las áreas se consideró la presencia en estado natural en pastizales, chacra, viviendo en agrupaciones de 50 o más individuos adulto.

En cada lugar fueron seleccionadas 30 plantas adultas y bien desarrolladas, en plena producción, estandarizados en relación al estado de maduración de los frutos, contando como mínimo dos racimos por planta. Se cosechó un racimo de cada planta de palmera entre noviembre de 2014 y abril de 2015. El inicio del desprendimiento de los frutos se utilizó como indicativo de maduración de los mismos. Los caracteres productivos considerados son: número de inflorescencia, número de racimos planta⁻¹, peso de racimo, peso de frutos racimo⁻¹, número de frutos/cacho, diámetro longitudinal de frutos (DLFR) y diámetro transversal de frutos (DTRF). Para todas las evaluaciones estadísticas se utilizó el Software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al. 2008). Las variables de las plantas y frutos fueron evaluados a través de estadísticas descriptivas, estimándose la media, el coeficiente de variación, desviación estándar para cada variable e identificados los valores máximos, mínimos para las observaciones en cada población.

Resultados y discusión

Se observó la presencia de diferentes estados fenológicos de florecimiento y fructificación, con cachos de frutos en diferentes estados de desarrollo y en dispersión en la misma planta, en las diferentes poblaciones. Freitas Teles (2009) en estudio realizados en el Estado de Goiás menciona la presencia de diferentes fenofase en la misma planta en el transcurso del mismo año.

Las poblaciones de mbokaja produjeron entre 5,17 a 10,8 racimos por planta (Tabla 1), con media de 8,5 racimos por planta; la cantidad máxima de racimos encontrados en las diferentes poblaciones varía entre 11 en Trinidad 2 y de 21 en General Artigas. Estos valores son superiores a lo encontrado por Freitas Teles (2009) en Goiás, pero similares a lo encontrado por Valim (2015) en poblaciones de Sao Paulo.

En cuanto a la cantidad total de frutos producidos por racimos, se ha encontrado media mínima de 119,8 frutos en Trinidad 2 y media máxima de 310,1 frutos en Obligado, y media general de 234,87 lo que representaría entre 1991,70 – 5428,89 frutos/planta; los valores máximos oscilan entre 308 frutos en planta de Trinidad 2 y de 875 frutos en General Artigas, lo cual es parecido a lo encontrado por Freitas Teles (2009) en el Centro y Sur del Estado de Goiás, pero difieren por lo encontrado por Valim (2015).

El peso de los racimos tuvo medias que varió de 2,51 kg en Trinidad 2 y 6,14 kg en Obligado y valores extremos que variaron entre 700 gr - 4,45 kg en Trinidad 2; entre 550 gr - 9,19 kg en General Artigas; entre 1,68 - 11 kg en Yatytay; y entre 2,15 - 12,25 kg en Obligado a 12,6 kg en Trinidad 1. Estos valores podrían estar muy asociados a las características físicas y químicas de los suelos, además de la característica genética de cada palmera. Estos valores son menores a lo encontrado por Freitas Teles (2009).

El peso de los frutos por racimo, la media varía desde 2,06 kg hasta 4,94 kg, con media general de 3,358 kg; el peso de los frutos dentro de la población variaron entre 0,280 - 4,45 kg en

Tabla 1. Característica productiva de las poblaciones naturales de *A. aculeata* en el Dpto. Itapúa, Extremo Sur de Paraguay, 2015

Población	Nº Inflor.	No. de racimo/planta		No. de frutos/racimo		Peso de racimo (kg)		Peso de fruto kg/racimo		DLFR		DTFR	
		Media	Máx	Media	Máx	Media	Máx	Media	Máx	Media	Máx	Media	Máx
Art	2	8,83	21	294,8	875	4,05	9,19	2,97	6,91	3,01	3,51	3,09	3,4
Obli	4	10,8	15	310,1	634	6,14	12,25	4,94	10,65	3,48	4,04	3,43	3,96
Tri 1	1	10,52	17	221,9	542	4,73	12,6	3,55	9,54	3,32	3,8	3,34	3,68
Tri 2	0	5,17	11	119,77	308	2,51	4,45	2,06	4,3	3,22	3,99	3,36	4,08
Yat	0	7,07	12	227,8	842	4,31	11	3,27	9,65	3,23	4,04	3,07	3,84
Media	1,4	8,478	15,2	234,874	640,2	4,348	9,898	3,358	8,21	3,25	3,88	3,26	3,79

Art (General Artigas), Obli (Obligado), Tri 1 (Trinidad 1), Tri 2 (Trinidad 2), Yat (Yatytay).



Trinidad 2; de 0,4–6,91 kg en General Artigas; 0,4–9,54 kg en Trinidad 1; entre 0,55–9,65 kg en Yatytay y entre 1,51–10,65 kg en Obligado. Con relación a las características físicas de los frutos, los valores varían de acuerdo a la posición de los frutos en el racimo, siendo de mayor tamaño los frutos próximo a la base del racimo; de menor tamaño los que están en el medio y muy inferior los que están ubicado en la punta del racimo, punto de coincidencia por lo observado por Faria (2012). En el diámetro longitudinal se presentan variaciones entre 3,01-3,48 cm y media general de 3,25 cm. En el diámetro transversal varía entre 3,07–3,43 cm. con media general de 3,26 cm y diámetro máximo entre 3,4 cm en General Artigas y 4,08 cm. en Trinidad 2; valores que coinciden con lo encontrado por Santos et al. (2013) para *A. aculeata ssp. totai*. El diámetro de los frutos varió de acuerdo a su posición en el racimo, siendo mayores en la base y menor en la punta del racimo.

Conclusión

Los palmares de *A. aculeata* estudiados presentan diferente fenofase en la misma planta y al mismo tiempo, pudiendo encontrar planta en estado de floración, frutos en diferente fase de crecimiento y frutos en dispersión al mismo tiempo.

Producen en media 8,5 racimos/planta, 234,9 frutos/racimo; 1.991,7 a 5.428,9 frutos/planta; 4,35 kg de frutos/racimo y 36,862 kg de frutos/planta. La media del diámetro longitudinal es 3,25 cm y la transversal de 3,26 cm dándole forma de drupa achatada.

Referencias bibliográficas

- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Faria, G. 2012. Caracterização morfoanatômica da planta, plantula e sementes da macauba (*Acrocomia aculeata* Jacq. Lodd. ex Martius). Lavras, Universidade Federal de Lavras, Programa de Pos-graduação em Agronomia/Fitotecnia. 54 p.
- Freitas Teles, H. 2009. Caracterização de ambientes com ocorrência natural de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Logg. ex Martius e suas populações nas regiões Centro e Sul do Estado de Goiás. Tesis Mestrado. Goiânia, Universidade Federal de Goiás, Programa de Pos-graduação em Agronomia - Area Produção Vegetal. 137 p.
- Hauptenthal, DI; Schneider, A; Sorol, CB. 2011. Caracterización de frutos de Mbokaya *Acrocomia aculeata* de la zona centro - sur del Departamento de Itapúa, Paraguay. VIII Jornada Científico Tecnológico - UNAM, 1.
- López, J; Little, E; Ritz, G; Rombold, J; Hahn, W. 2002. Árboles comunes del Paraguay: ñandeyvyra mata kuera. 2 ed. Asunción, Paraguay, Mercurio. 458 p.
- Santos, JVF; Machado; Lira, FF; Takahashi, LSA; Guimarães, MF y Leal, AC. 2013. Caracterização biométrica de frutos diferentes de Macaúba. Anais do Simpósio de Bioquímica y Biotecnología 2(3):14-16.
- Valim, H. 2015. Caracterização de acessos de macauba (*Acrocomia aculeata*) com base em variáveis quantitativas relacionadas com aspectos agronômicos y características físicas dos frutos. Tesis de grado. Brasília, Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Veterinaria.

Determinación de área foliar de poblaciones naturales del mbokaja (*Acrocomia aculeata*)

E. Ramirez H.^{1*}, A. Verga², R. Negrelle³

¹Universidad Nacional Santiago del Estero, Argentina;

² Instituto de Fisiología Vegetal-INTA, Argentina;

³Universidad Federal de Paraná, Brasil.

*Autor para correspondencia: erhaedo@hotmail.com

Introducción

El análisis del crecimiento de las plantas requiere de la medida de dos variables, evaluadas a intervalos definidos: el área foliar (AF) y el peso seco (PS). La medida del AF es fundamental para entender los procesos y relaciones entre ésta y la materia seca formada, y su asignación o partición a los órganos, en momentos claves del crecimiento. Asimismo, es útil para estudiar esta asignación de la materia seca, como respuesta a diversos tratamientos agronómicos o ambientales (Rojas y Seminario 2014). Se han desarrollado diversos métodos para medir o estimar el área de las hojas individuales, como base para obtener el AF total de una planta. Estos métodos se clasifican en destructivos y no destructivos. Los primeros, llamados directos, son aquellos que requieren desprender las hojas de la planta.

El objetivo del presente estudio fue analizar el área foliar de diferentes poblaciones naturales de *A. aculeata* en el Departamento de Itapúa, a fin de conocer los cambios del sistema asimilatorio de la planta antes de dar al inicio al proceso de domesticación de la especie.

Metodología

El trabajo se realizó en la región Sur, Centro y Noreste del Departamento de Itapúa, Sur de Paraguay. Fueron seleccionadas cinco áreas distantes alrededor de 100 km de Encarnación, capital departamental: General Artigas en la región Suroeste en la Ecorregión Selva Central, Obligado, Trinidad 1 y Trinidad 2 en la región Centro y Yatytay en la región Noreste de Itapúa,

todos pertenecientes a la Ecorregión Alto Paraná. Para la selección de las áreas se consideró la presencia en estado natural en pastizales, chacra, viviendo en agrupaciones de 50 o más individuos adultos. En cada lugar fueron seleccionadas 30 plantas adultas y bien desarrolladas, en plena producción.

Los datos tomados entre noviembre - diciembre de 2014 y febrero- marzo - abril de 2015. En cada lugar y de cada planta se cosechó una hoja de la parte media de la copa y con los folíolos más sanos posibles, totalizando 600 folíolos. Ya en el laboratorio se procedió al conteo del número de folíolo por cada pina. Cada pina fue seccionada en tres partes acorde a las características de los folíolos debido a su posicionamiento en el raquis, denominadas: base (que corresponde a $\frac{1}{4}$ del total), medio (que corresponde a $\frac{2}{4}$ del total y dispuestas en dos hileras) y punta (que corresponde a $\frac{1}{4}$ del total); a su vez la parte media del raquis fue separada en dos debido a la diferencia en el ancho y longitud del folíolo, donde M1 corresponde a los folíolos de la hilera de abajo, más ancho y corto; y M2 corresponde a los folíolos de la hilera de arriba, más angosto y largo.

De cada pina fueron sacados cuatro folíolos de acuerdo a su posición en la pina, para determinar: área foliar de cada folíolo, por pina y por planta. La superficie foliar de cada folíolo se multiplicó por el número de folíolo existente en cada sección de la hoja o pina y luego se sumaron el total de cada sección para obtener la superficie foliar de la hoja o pina. Se utilizó el software ImageJ para determinar la superficie foliar.

Para las evaluaciones estadísticas se utilizó el Software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al. 2008). Se realizó análisis de varianza para verificar posibles diferencias entre las poblaciones, utilizando el Test DGC (Di Rienzo et al. 2008) para la diferencias estadísticas. Con el modelo lineal generalizado y mixto, donde la población se introduce como efecto fijo, se estima el desvío estándar de las variables cuantitativas consideradas con respecto a la media de la variable, a fin determinar la variabilidad dentro y entre las poblaciones de palmeras del mbokaja.

Resultados y Discusión

El área foliar de la pina se tuvo mayor valor absoluto en Trinidad 1 con 2,91 m², diferenciándose estadísticamente de las poblaciones de palmas de Trinidad 2, Yatytay, Obligado y General Artigas cuyas áreas de las pinas oscilaron entre 2,17 – 2,33 m² por cada pina, como se puede observar en la Tabla 1. Las palmeras presentaron dentro de cada población, valores extremos que va de 2 – 4,87 m² en Trinidad 1; de 1,23 – 4,48 m² en

Obligado que presento la mayor variabilidad (27%) de este carácter; General Artigas y Yatytay con valores extremos similares de 1,55 – 3,45 m²; Trinidad 2 con valores entre 1,47 – 3,29 m². La capacidad productiva de las palmeras será diferentes dentro y entre población, dependiendo de su área fotosintética activa.

El área total fue mayor fue en Trinidad 1 con 80,22 m² de superficie foliar, diferenciándose con respecto a las poblaciones de Trinidad2, Yatytay, Obligado y General Artigas que tuvieron entre 65,10 – 59,52 m² de superficie foliar, lo que representa 23,22% más de superficie foliar asimilante. La mayor variabilidad fue observada en Obligado, donde hubo palmera con un total de 20,93 m², en relación a otra con 120,83 m² de superficie foliar. En la población de Trinidad 1 se observó palmera con la mayor superficie foliar, con 126,36 m² y la menor con 47,9 m². La capacidad productiva, en todo caso, probablemente sean diferentes en las palmeras, dadas las diferencias existente en su área fotosintéticamente activa.

Tabla 1. Comparaciones de medias de variable continua de poblaciones de *A. aculeata* del Departamento de Itapúa, Sur de Paraguay, 2015.

Variable	p-valor	Heterogeneidad	Tri 1	Tri 2	Yat	Obli	Art	DGC
ARPI	0.0001	Si	2,91	2,17	2.33	2,29	2,33	abbbb
ARTOT	0.0001	Si	80,22	60,09	65.10	60,17	59,52	abbbb

Referencia: ARPI: área de la pina; ARTOT: área foliar total de una planta de mbokaya

Los coeficientes de variación dentro de la población y entre la población (Tabla 2) reflejan la variación de cada carácter en relación a su media. Las variables que presentan mayor coeficiente de variación dentro de la población son: área de la pina y área foliar total . Se

observa menor variación entre poblaciones; la variabilidad aumenta dentro de la población. La proporción de variabilidad alcanza un valor de 0,5 para ARPI (Área de la pina) y de 0,41 para ARTOT (área foliar total de la planta).

Tabla 2. Componente de varianza dentro, entre y la relación entre/dentro de las poblaciones para caracteres morfológicos de la hoja de *A. aculeata*.

Variable	Dentro	Entre	Rel_Entre-Dentro
ARPI	0,54	0,27136	0,5
ARTOT	19,68	8,02146	0,41

Referencia: ARPI: área de la pina; ARTOT: área foliar total de una planta de mbokaja.

Conclusión

Se observa que la población de Trinidad 1 presenta mayor área foliar, tanto del foliolo, pina y de las plantas, en relación a las demás poblaciones.

Con base a estos resultados no se puede afirmar si repercutirá o no sobre la capacidad productiva, aunque se espera que palmeras con mayor área foliar tengan mayor capacidad productiva.

Existe variabilidad fenotípica de los caracteres estudiados entre planta de mbokaja de las diferentes poblaciones y en especial entre planta dentro de la población.

Agradecimiento

Al programa de beca de posgrado de la Itaipú Binacional – Paraguay.

Referencias bibliográficas

Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Tablada, M; Robledo, CW. 2008. Info Stat, versión 2008. Argentina, Grupo Info Stat, Universidad Nacional de Córdoba.

Rojas, JM; Seminario, JF. 2014. Método alométrico para estimar el área foliar de valeriana (*Valeriana pilosa* Ruiz & Pav.) al estado silvestre. *Arnaldoa* 21(2):305-316.

Estimación de área basal, volumen total y comercial de un bosque de la Ecorregión Chaco Seco, Departamento de Presidente Hayes

Deisy Beatriz Gill de Villanueva^{1*}, Maura Isabel Díaz Lezcano¹, Martha Elizabeth Gauna Duarte¹, Cynthia Carolina Gamarra Lezcano¹, Christian Daniel Santacruz Flor¹, Gustavo Ariel Torres Benítez¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay.

*Autor para correspondencia: deisygill@gmail.com

Introducción

La República del Paraguay posee una superficie aproximada de 406.792 km², se divide en dos grandes regiones fisiográficas: la Occidental o Chaco y la Oriental, donde el Chaco representa el mayor porcentaje de la superficie de Paraguay. Según FCA y FFPRI (2013), la Ecorregión Chaco Seco todavía posee una cobertura forestal significativa del 30,03% en relación a la superficie del país, por lo que es de importancia el estudio de las especies forestales existentes y sus parámetros dasométricos como el área basal (m² ha⁻¹), volumen total y comercial (m³ ha⁻¹). El área basal puede indicar si un bosque se encuentra o no degradado y el volumen es un parámetro muy utilizado por profesionales forestales para determinar la cantidad de madera, de una o varias especies existentes en un determinado lugar, la información cuantitativa sobre el área basal y el volumen se obtiene mediante la instalación y establecimiento de parcelas de medición a través del inventario forestal.

La presente investigación se llevó a cabo en el marco de proyecto “Desarrollo de Metodologías de Monitoreo de Carbono almacenado en los Bosques para la REDD+ en el Paraguay”, financiado por el Instituto de Investigación Forestal y productos Forestales del Japón (FFPRI) y la Carrera de Ingeniería Forestal, y tiene como objetivo general determinar el área basal, volumen total y volumen de fuste de las especies forestales del bosque Xerofítico de la Ecorregión Chaco Seco, Departamento de Presidente Hayes.

Metodología

La investigación se realizó en el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), ubicado en la Región Occidental de la República del Paraguay en el Departamento de Presidente Hayes, distrito de Teniente Primero Manuel Irala Fernández, en la subregión del Chaco seco a 412 kilómetros de Asunción.

El trabajo consistió en la instalación de 12 parcelas temporales con dimensiones de 50 m x 50 m (2.500 m²) cada una, en la Estación Experimental del Chaco Central. Se midieron todos los árboles con un DAP (Diámetro a la Altura de Pecho) igual o mayor a 10 cm, el nombre científico, nombre común, familia, DAP, altura total y altura de fuste registrándose en planillas de campo. La nomenclatura científica de las especies identificadas fue realizada conforme a la base de datos del Instituto Darwinion, Flora del Cono Sur y la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden.

Se utilizaron fórmulas predeterminadas para obtener parámetros como área basal, volumen de fuste y volumen total. La clase diamétrica fue distribuida en seis clases teniendo en cuenta los diámetros obtenidos en el trabajo de campo. El análisis estadístico del volumen de fuste y volumen total consistió en el análisis de varianza ANAVA con un nivel de significancia del 5% con la ayuda del programa Excel.

Resultados y discusión

El cálculo realizado de área basal arrojó un

resultado promedio por hectárea de 4,10 m². En el análisis realizado de área basal por clase diamétrica se observa una concentración principal de valores en la clase diamétrica I (10-20 cm) y II (20,1-30 cm). El valor de área basal por hectárea de la zona de estudio puede deberse a varios factores, uno de ellos es que la mayoría de los individuos inventariados están en el rango de diámetros de 10-20 cm que corresponde a la clase diamétrica I, por lo tanto aportan poco al área basal, además de que las especies encontradas en la zona de estudio no son de gran porte.

Según Gill de Villanueva et al. (2014) en un trabajo realizado en la misma formación boscosa de la presente investigación, se registró un total de 102 individuos por hectárea correspondientes a las categorías latizal bajo y alto donde no se encontraron especie como *Bulnesia sarmientoi*, *Aspidosperma quebracho blanco* y *Ceiba chodatii* que son especies de gran porte que podrían aportar más al área basal en el futuro.

En la Figura 1 se puede observar los valores de área basal distribuidos por clase diamétrica.

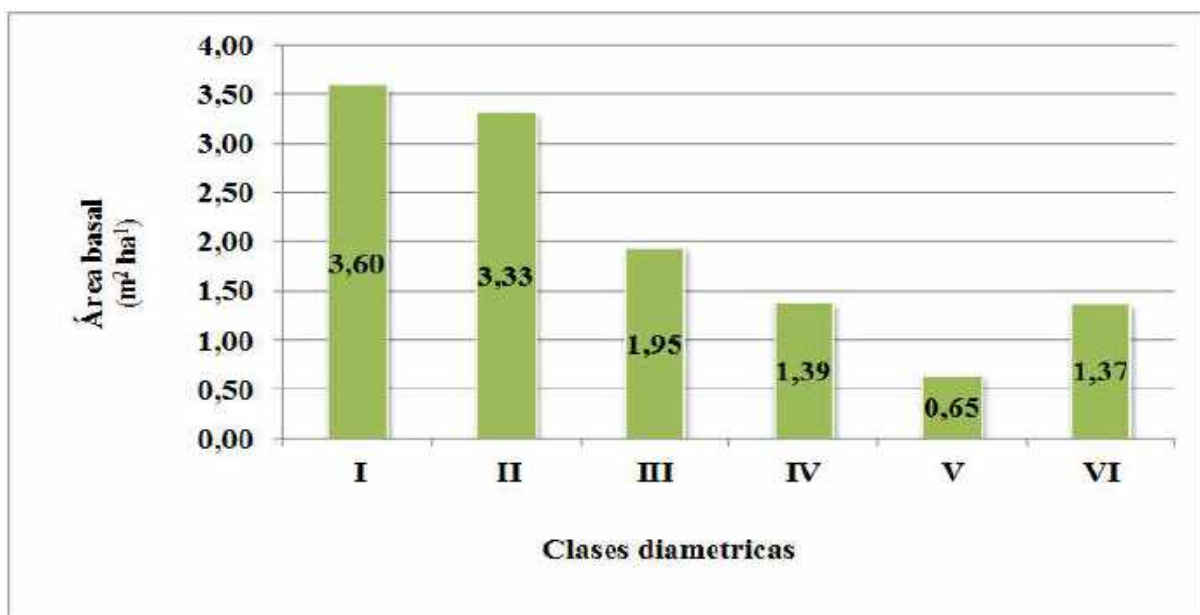


Figura 1. Distribución del área basal por clase diamétrica

En cuanto a los cálculos de volumen realizados se obtuvo que el volumen total por hectárea del bosque en estudio fue de 17,3 m³ con un promedio de 0,15 m³ ha⁻¹ un valor mínimo de 0,0091 m³ ha⁻¹ y máximo de 4,79 m³ ha⁻¹ con un error de 0,037 m³ ha⁻¹ y un nivel de confianza del 95%. El volumen de fuste fue de 6,47 m³ ha⁻¹ con promedio de 0,056 m³ ha⁻¹, valor mínimo de 0,0031 m³ ha⁻¹ y máximo de 1,79 m³ ha⁻¹ un error de 0,013 m³ ha⁻¹ al 95 % de confianza.

En la Figura 2 se puede observar la distribución del volumen total por hectárea de las especies

en las clases diamétricas. La clase diamétrica II es la que presenta el mayor valor de volumen siendo para esta clase 4,78 m³ ha⁻¹ representando el 28% del total, la clase diamétrica con menor valor de volumen presentado es la clase V con 1,01 m³ ha⁻¹ representando el 6% del total.

En la Figura 3 se aprecia la distribución del volumen de fuste por clase diamétrica donde la clase II presenta el mayor valor en cuanto a volumen de fuste al igual que el volumen total con 2,16 m³ ha⁻¹ representando el 33% del total.

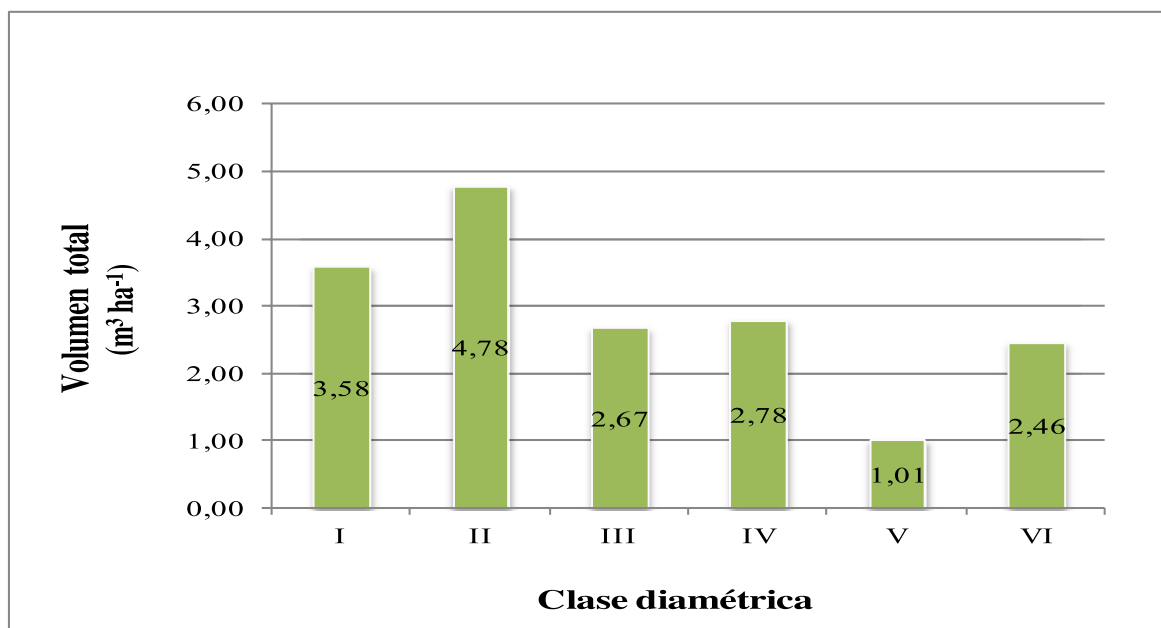


Figura 2. Distribución del volumen total por clase diamétrica

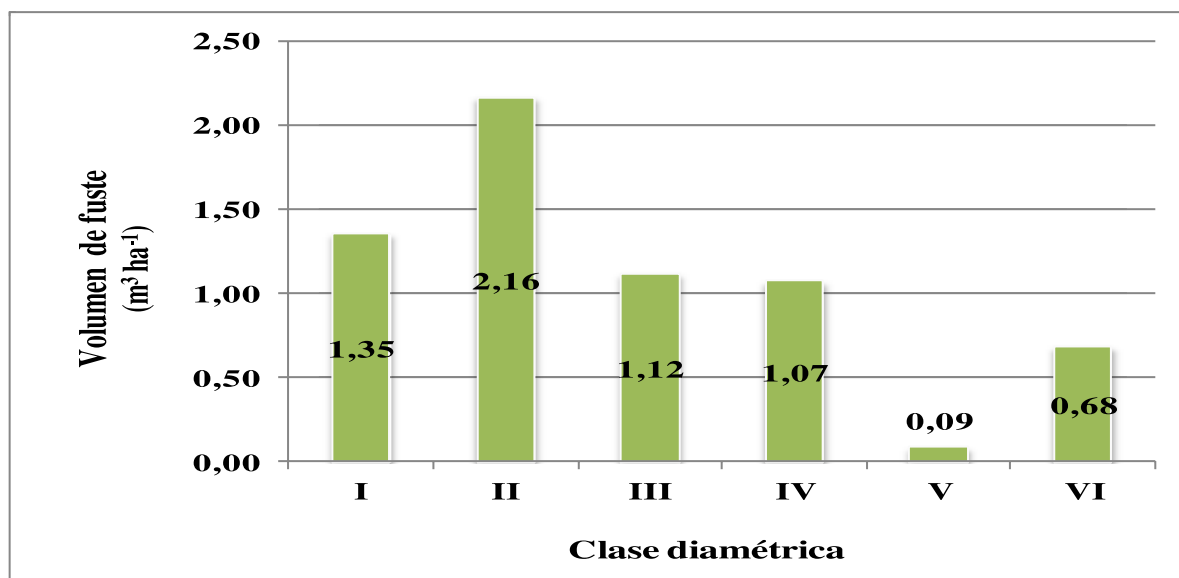


Figura 3. Distribución del volumen de fuste por clase diamétrica

Conclusión

El área basal correspondiente a la superficie en estudio es de $4,10 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, este valor puede ser debido a que existen individuos que se encuentran en la clase diamétrica I (10-20 cm) por lo que aportan poco al área basal. Para el cálculo del volumen de fuste se registró un total de $19,42 \text{ m}^3$ que representa $6,47 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Con respecto al volumen total, se obtuvo $51,82 \text{ m}^3$ para una superficie de 3 hectáreas que representa $17,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

Referencias bibliográficas

- FCA (Facultad de Ciencias Agrarias, Paraguay); FFPRI (Forestry and Forest Products Research Institute). 2013. Mapa de cobertura de la tierra: Paraguay 2011. San Lorenzo, Paraguay. 30 p.
- Gill de Villanueva, DB; Díaz Lezcano, MI; Gauna Elizabeth, ME; Gamarra Lezcano, CC; Santacruz Flor, CD; Torres Benítez, GA. 2014. Composición florística de especies forestales en la Ecorregión Chaco Seco. *In* Congreso Nacional de Ciencias Agrarias UNA (3, 2014, San Lorenzo, Paraguay). San Lorenzo, Paraguay, FCA-UNA. 600 p.

Determinación del DAP de *Pinus* spp. a través de la medición con tres instrumentos: cinta métrica, cinta diamétrica y forcípula

Ana Alicia Alarcón Almirón^{1*} y Maura Isabel Díaz Lezcano¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: aniqca@gmail.com

Introducción

El diámetro del árbol, es un parámetro cuantitativo fundamental en inventarios forestales, su medición exacta es importante, ya que este parámetro junto con la altura, se utilizan en la estimación del volumen de un árbol o un rodal; que es el objetivo principal de toda evaluación de plantaciones con fines de aprovechamiento. Puede ser medido en forma directa y por lo tanto, se pueden obtener datos precisos, pero pueden variar las mediciones dependiendo de los instrumentos utilizados.

Los instrumentos más difundidos en la medición del DAP son la cinta diamétrica y la forcípula o calibre forestal de brazo móvil. La cinta diamétrica mide el perímetro de la sección del tronco, dando el valor directo del diámetro y la forcípula mide la distancia entre dos líneas paralelas.

La sección transversal del árbol a la altura del pecho no es exactamente circular, por lo cual los instrumentos utilizados en la medición del DAP al ser comparados no brindan resultados idénticos. Las mediciones de DAP deben ser las más precisas posibles, ya que se puede incurrir en un error sistemático de sobremedición o submedición, estos errores afectan en el cálculo

de área basal y volumen, lo que puede producir resultados inexactos en los inventarios forestales, y por ende, a erróneas decisiones económicas.

El objetivo general del presente trabajo fue determinar el DAP con tres instrumentos de medición: forcípula, cinta diamétrica y cinta métrica.

Metodología

Este trabajo se llevó a cabo en Plantaciones de *Pinus* spp. ubicadas en la Facultad de Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Veterinarias y Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Asunción, en la ciudad de San Lorenzo.

El levantamiento de datos se llevó a cabo en cinco parcelas temporales de 750 m² de superficie (25 m por 30), que fueron establecidas al azar (Tabla 1). La variable analizada fue el DAP. La medición del DAP se realizó a los 1,3 m sobre el nivel del suelo, con cinta métrica, cinta diamétrica y forcípula (con la forcípula se midieron dos ejes de la sección transversal, para luego obtener un promedio de las mismas). El análisis estadístico de la variable DAP consistió en el análisis de varianza ANAVA con un nivel de significancia del 5%, con la ayuda del programa estadístico STAT.

Tabla 1. Ubicación y densidad de las parcelas.

N° de parcela	Lugar	Densidad
1	Facultad de Ciencias Agrarias	5m x 5m
2	Facultad de Ciencias Agrarias	5m x 5m
3	Facultad de Ciencias Veterinarias	6m x 7m
4	Facultad de Ciencias Veterinarias	6m x 7m
5	Facultad de Ciencias Económicas	2m x 2m

Tabla 2. Fórmulas utilizadas en el estudio.

	Fórmulas
Error absoluto	$E = \text{valor real} - \text{valor medido}$
Error relativo	$e = \frac{\text{valor real} - \text{valor medido}}{\text{valor real}} \times 100$

Resultados y discusión

Determinación de DAP a través de tres instrumentos de medición

En la Tabla 3 se presentan los promedios de las medidas de DAP obtenidos con la cinta diamétrica, cinta métrica y forcípula, y se puede apreciar que en las cinco parcelas de medición, con la forcípula

se subestiman los valores de DAP, comparados con los valores obtenidos con la cinta diamétrica y la cinta métrica.

En el estudio realizado por González Ocampos (2012) en plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* y *Grevillea robusta*, se observó que con la utilización de la forcípula se sobreestima el valor del DAP

Tabla 3. Valores de los promedios de DAP por parcela.

Parcela	Promedio de DAP (cm parcela ⁻¹)		
	Cinta diamétrica	Cinta métrica	Forcípula
1	30,9	31,1	29,5
2	34,8	34,8	32,3
3	41,6	41,7	40,3
4	42,3	42,4	40,2
5	27,8	27,8	26,1

comparando con la obtenida con la cinta métrica, con un promedio de DAP de 10,02 cm obtenidos con la forcípula y un promedio de 8,73 cm con la cinta métrica.

En el trabajo realizado por Wabö et al. (2003) en la comparación entre la exactitud relativa de la forcípula y de la cinta diamétrica en la determinación del DAP, el área basal y el volumen, en la especie *Nothofagus pumilio*, se observó una subestimación de las medidas de DAP con la forcípula comparado con las obtenidas con cinta diamétrica; el DAP medido con cinta diamétrica fue un 2 % mayor al obtenido con forcípula.

Prodan et al. (1997) mencionan que la submedición del DAP con la forcípula puede deberse a que el brazo móvil suelto ha perdido su paralelismo con el brazo fijo, en cuyo caso el error de medición es sistemático y de signo negativo, y la sobremedición por que la forcípula no se mantiene perpendicular al eje longitudinal

del árbol; los errores son en este caso de signo positivo.

Determinación de DAP por densidad de plantación por parcela

Se puede observar en la Figura 1 los promedios de DAP obtenidos con cada instrumento de medición por densidad de la plantación, y que para las condiciones de este estudio se demuestra que a mayor distanciamiento entre los árboles es mayor el DAP.

Al aplicar el análisis de varianza de los promedios de DAP por densidad de plantación entre los instrumentos utilizados se observaron diferencias significativas (Tabla 4).

Al aplicar el Test de Tukey se evidenció que los tratamientos 1 y 2 no difieren significativamente entre sí, mientras que el tratamiento 3 difiere significativamente con los tratamientos 1 y 2, como se puede observar en la Tabla 5.

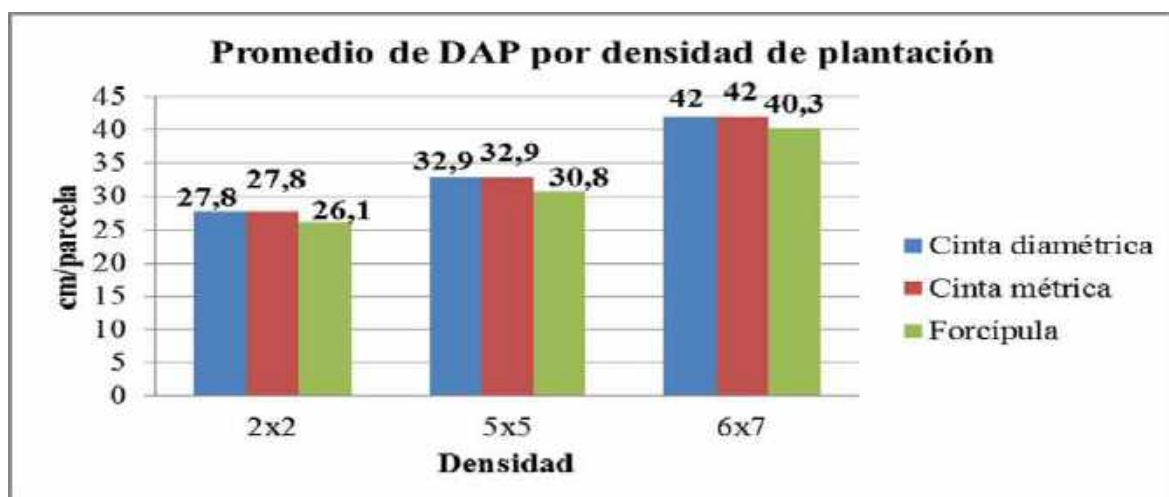


Figura 1. Promedios de DAP por densidad de plantación.

Tabla 4. Análisis de Varianza de las medias de DAP por densidad de plantación.

C. Variacion	GL	SC	CM	F
Bloques	2	311,5622	155,7811	8762,69**
Tratamientos	2	6,7222	3,3611	189,06**
Residuo	4	0,0711	0,0178	
Total	8	318,3556		

**= Existen diferencias significativas Desviación estándar= 0,1333
 Error estándar de la media= 0,0770 Media general= 33,6222
 Coeficiente de variación= 0,40

Tabla 5. Test de Tukey entre medias de DAP por parcela por densidad de plantación.

Tratamientos	Medias
1 Cinta diamétrica	34,2333 A
2 Cinta métrica	34,2333 A
3 Forcípula	32,4000 B

* Medias con letras diferentes difieren significativamente entre sí por la prueba de Tuckey al de 5% de probabilidad de error

Error absoluto de DAP

Como se puede apreciar en la Figura 2, realizando una comparación entre las mediciones con cinta diamétrica y cinta métrica se observó que no hay diferencia entre los valores obtenidos con ambos instrumentos, es decir que el error absoluto es cero (0) en las tres densidades de plantación; y haciendo un paralelo entre las 3 densidades de plantación las que registraron menor error absoluto entre las comparaciones

de cinta diamétrica vs forcípula, cinta métrica vs forcípula, fueron las de densidad de 2 x 2 y 6 x 7.

Error relativo de DAP

Se puede observar en la Figura 3, que la plantación con menor densidad (6 x 7) presentó valores menores de error relativo de DAP, en cada comparación entre instrumentos realizadas en el estudio.

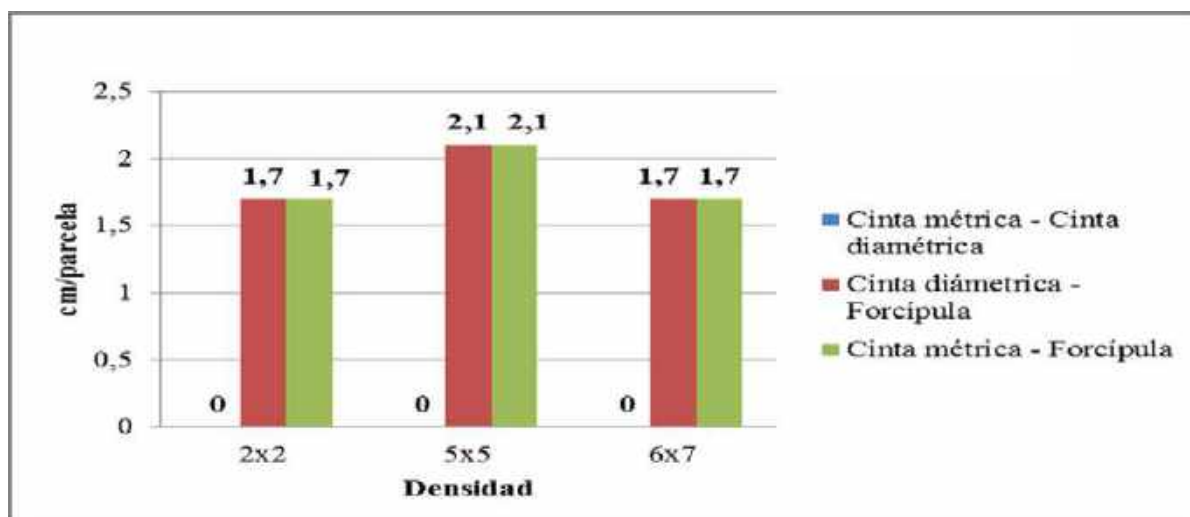


Figura 2. Error absoluto de DAP.

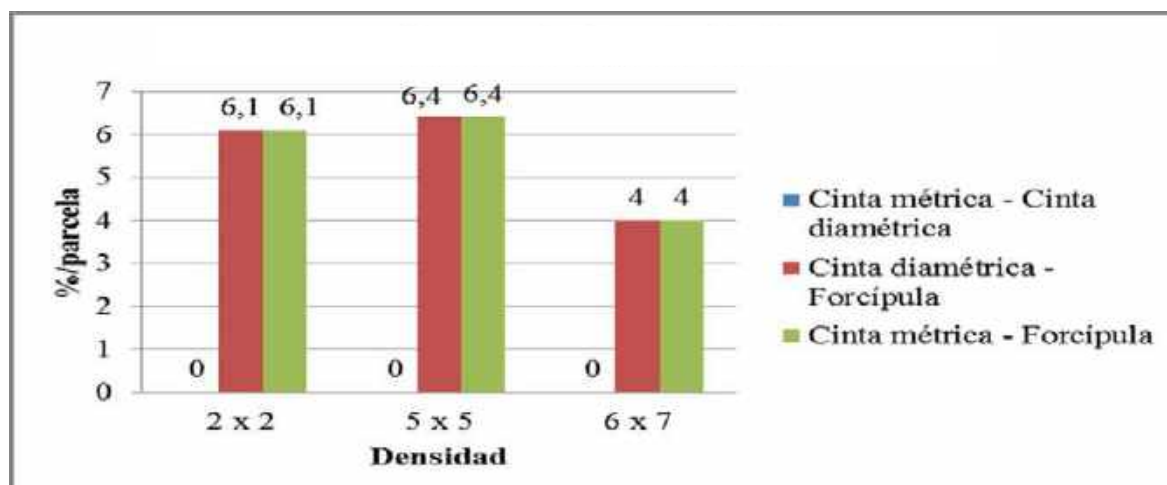


Figura 3. Error relativo de DAP.

Conclusión

En las condiciones del estudio, plantaciones de *Pinus* spp. de diferentes densidades, se puede concluir que con la utilización de la forcípula se subestiman los valores de DAP, comparados con los valores obtenidos con la cinta métrica y la cinta diamétrica.

Referencias bibliográficas

- González, P. 2012. Determinación de crecimiento de DAP con dos instrumentos de medición. Pasantía Ing. Ftal. San Lorenzo, PY, UNA FCA CIF. 56 p.
- Prodan, M; Peters, R; Cox, F; Real, P. 1997. Mensura forestal. San José, Costa Rica, IICA/ GTZ. 586 p.
- Wabö, E; Cellini, J; G. Martínez, G; Lencinas, M. 2007. Comparación entre la exactitud relativa de la forcípula y de la cinta diamétrica en la determinación del DAP, el área basal y el volumen (en línea). Quebracho (Santiago del Estero) (14):5-14. Consultado 29 jul. 2013. Disponible en http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-30262007000100002&script=sci_arttext

Resistencia del barnizado en tablero multilaminado de eucalipto frente a la aplicación de productos químicos

Delia Ramírez Haedo^{1*}, Felicia Zárate Céspedes¹, Anibal Esteche Rojas¹,
Mirtha Vera de Ortiz¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: drhaedo@hotmail.com

Introducción

Es reconocido que el uso de la madera para hacer muebles y en la construcción de casas es muy conveniente, pues su producción requiere poca energía en comparación con la de otros materiales, lo que reduce daños al medio ambiente. Sin embargo para mejorar la durabilidad de la madera, es necesario aplicar medidas de protección (Cruz de León 2010).

El punto de partida para una adecuada conservación de elementos realizados en madera es el conocimiento de la misma. Es necesario conocer la madera empleada para su confección, el sistema constructivo, los accesorios añadidos, la decoración y el acabado, así como los problemas que presenta. El conocimiento de los principales deterioros y problemas que le afectan ayuda a escoger, según sea cada caso, la solución más adecuada (EAR 2010).

La manchabilidad de una superficie puede interpretarse como la dificultad de eliminar cualquier sustancia o producto en contacto con la superficie sin llegar a reaccionar con ella (en cuyo caso tendríamos ataque químico). Así, la mayor resistencia a las manchas está asociada con la mayor facilidad de limpieza (habitualmente, con sólo emplear agua) y la menor resistencia con la imposibilidad de eliminarlas (ni tan siquiera con disolventes que, por otra parte, suponen un ataque químico) (IPC sf).

Los muebles que tengan como protección pinturas de poliuretano garantiza su resistencia al calor, al rayado, a sustancias químicas y al manchado de agua, ya que revisten la pieza con

una película de tal dureza, que en condiciones naturales puede mantener su estado original diez años sin ninguna alteración.

Las características de los poliuretanos es que son rápidos para secarse, con posibilidad de acelerar el secado por calor, otra característica es la extraordinaria estabilidad de color, versatilidad de aplicación (pistola, rodilla), excelente humectación y sellado de la madera, resistente al exterior con facilidad de lijado y pulido (Gabaldon sf).

Normalmente los mobiliarios están expuestos a productos químicos que pueden causar daño en sus acabados. Estas sustancias químicas puras o mezcladas constituyen preparados comercializados, que son muy numerosos y cada cual con unas propiedades fisicoquímicas diferentes, que pueden llegar a causar daños en el acabado con el transcurso del tiempo, de acuerdo a su exposición. Estas exposiciones son debido al uso frecuente de estos agentes de manchado que en línea general son sustancias líquidas, siendo algunos de consumo alimenticio.

El objetivo de la investigación fue evaluar la resistencia a los efectos de productos químicos de dos tipos de acabado de madera multilaminada.

Metodología

El trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Para la población de unidades fueron considerados

los tableros de madera multilaminada existentes en el Aserradero y Carpintería de la Carrera de Ingeniería Forestal, de este grupo se eligió al azar un tablero como muestra para la elaboración de las unidades experimentales. Cada unidad experimental surgió de la combinación de los tipos de acabados con los agentes de manchado, totalizando 20 tratamientos.

Las variables consideradas fueron, en primer lugar el tipo de acabado compuesto por 2 tipos, el barniz poliuretano y el lustre, en segundo lugar el agente de manchado que fue clasificado en dos grupos, el primer grupo estuvo compuesto de acetona (A), bebida alcohólica (BA), jugo de frutas naturales (J), aceite vegetal (Ac) y agua (Ag), mientras que el segundo grupo estuvo compuesto por café negro (C), té (T), leche (L), bebida de cola (BC) y laca de uña (LU).

La investigación se realizó mediante un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial con 4 repeticiones en cada tratamiento, totalizando 80 unidades experimentales con una superficie en el tablero multilaminado de 100 x 100 mm para cada uno.

El tablero de madera multilaminada fue seccionado en la parte media por practicidad, se procedió a lijar y posteriormente se aplicó el producto preservante. El lustre fue aplicado con estopa y el barniz poliuretano con pincel. El tablero barnizado se dejó a temperatura ambiente durante 24 horas para que seque el producto aplicado, una vez seco se realizó el cuadrulado para la obtención de las unidades experimentales.

Cada sección de 100 x 100 mm se puso en contacto con un agente de manchado de acuerdo a la combinación resultante del diseño experimental, para esto, las probetas se acondicionaron inicialmente a temperatura ambiente, luego se aplicó una pequeña cantidad (3 gotas) de agente de manchado, tapando con una tapa de plástico para disminuir la evaporación. Se mantuvieron los tableros horizontalmente durante todo el ensayo. Luego de 16 horas de contacto, se retiró completamente el agente de manchado de la superficie de los tableros limpiando con un

pañó húmedo. Se dejaron los tableros durante 24 horas en condiciones ambientales normales y posteriormente se examinaron visualmente utilizando la metodología descrita en la norma. Los datos fueron registrados en planillas elaboradas para el caso.

Se utilizó la metodología descrita en la norma UNE EN 14323:2004 Tableros derivados de la madera como referencia para realizar la investigación. Los indicadores utilizados para la evaluación de los resultados se mencionan en la siguiente escala de valoración:

Grado 5: Sin cambios visibles.

Grado 4: Cambio débil de brillo y/o color, visible solamente bajo ciertos ángulos.

Grado 3: Cambio moderado de brillo y/o color.

Grado 2: Cambio importante de brillo y/o color.

Grado 1: Degradación superficial y/o formación de ampollas.

Los agentes de manchado mencionados dentro del grupo 1 se utilizaron a temperatura ambiente, mientras que los mencionados en el grupo 2 se utilizaron a una temperatura de 80 °C aproximadamente menos la bebida de cola y la laca de uña.

Para probar la influencia de los agentes de manchado y el tipo de acabado en la alteración o daño del tablero, mencionados, fue aplicado análisis de varianza al 95% de probabilidad.

Resultados y discusión

La parte barnizada con lustre mantuvo su color y se generó una capa muy fina del producto preservante, mientras que la parte barnizada con barniz poliuretano se tornó más oscura y se evidenció una capa más gruesa producto del barniz utilizado.

Los productos preservantes utilizados reaccionaron de manera similar frente a los

agentes de manchado proporcionando cierto grado de protección a la madera, esto se pudo evidenciar ya que en la mayoría de los casos la capa de barniz no sufrió alteración.

Para los casos de acetona y laca de uña se produjo un daño de grado 1 que corresponde a una degradación superficial del producto preservante y no así un daño al tablero.

Gabaldon (sf) menciona que los muebles que tengan como protección pinturas de poliuretano garantizan su resistencia y mantienen su estado original por diez años sin ninguna alteración, en las condiciones de este trabajo se cumple lo dicho por el autor, ya que el tablero protegido con barniz poliuretano mantuvo su estado original, mientras que lo que sufrió alteración fue la capa de barniz estando en contacto con acetona y laca de uña.

Dentro del grupo de agentes de manchado clasificados en el grupo I la acetona fue la más agresiva ya que produjo una degradación en promedio de grado 1, correspondiente a una degradación superficial y/o formación de ampollas.

Comparando con un ensayo realizado en CIS-Madera en el cual utilizó la misma metodología sobre tarima con acabado, la acetona fue clasificada como Clase 5 "sin cambios visibles",

porque no se observaron cambios visibles en la superficie de aplicación del producto. En el informe no menciona qué tipo de barniz fue utilizado.

Analizando los agentes de manchado del grupo II, se observó que el agente de manchado más agresivo fue la laca de uña con un promedio de evaluación de grado 1, que produjo una degradación superficial y/o formación de ampollas. Los demás agentes de manchado de este grupo reflejaron una agresividad de grado 4 a 5, que se manifestó con un cambio débil de color para el grado 4 y para el grado 5 sin cambios visibles.

De acuerdo al análisis de varianza, al 95% de confianza, las diferencias entre los niveles de daño atribuibles a los tratamientos y a los agentes de manchado han resultado significativas, mientras que no fueron significativas las diferencias atribuibles al acabado y a la interacción.

En la Figura 1 se puede observar el comportamiento que presentó cada agente de manchado sobre los dos tipos de acabado utilizados. La figura refleja que ambos acabados reaccionaron de manera similar frente a los agentes utilizados. La acetona y la laca de uña fueron los agentes más agresivos y eso se reflejó para los dos tipos de acabados.

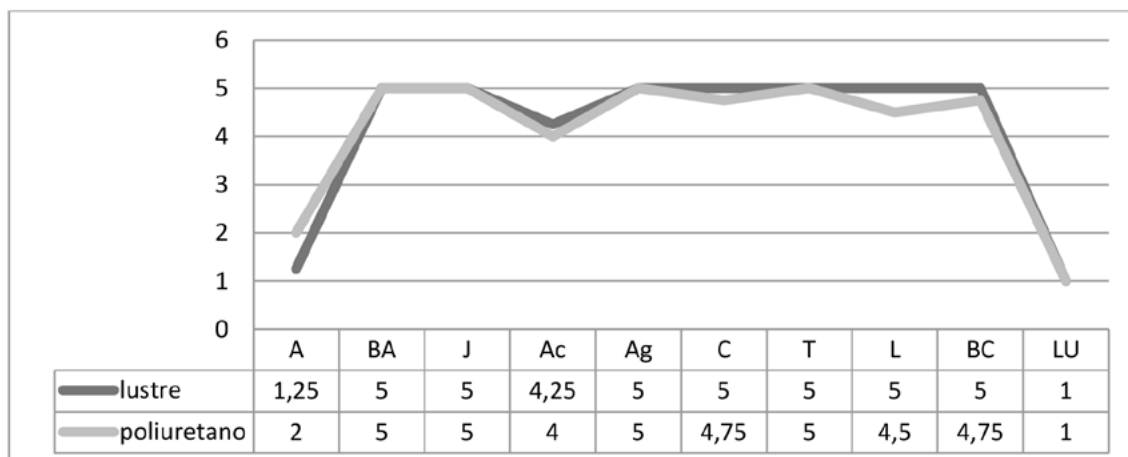


Figura 1. Promedio de agresividad del agente de manchado producido sobre los acabados.



La línea paralela que se grafica en la Figura 1 demuestra que el tipo de acabado no ejerció un efecto combinado con los agentes de manchado en la variable analizada que fue el daño, por lo tanto sostiene lo que se halló en forma matemática mediante el análisis de varianza el cual reflejó que no existe interacción.

El barniz poliuretano es utilizado comúnmente debido a su fácil aplicación mediante pincelado, es indicado para exposiciones a la intemperie. El sellador o lustre es menos utilizado por su difícil aplicación al ser de secado rápido, brinda un aspecto natural a la madera, no es recomendado para exposiciones a la intemperie. El lustre tiene un costo mucho más elevado que el barniz poliuretano.

Conclusiones

Los resultados revelaron que los dos tipos de acabado utilizados actúan de manera similar frente a los agentes de manchado protegiendo la madera.

El agente de manchado más agresivo del grupo I fue la acetona produciendo degradación superficial del barniz o ampollas.

El agente de manchado más agresivo del grupo II fue la laca de uña produciendo los mismos daños.

Referencias bibliográficas

- Cruz de León, J. 2010. Manual para la protección contra el deterioro de la madera (en línea). México, Comisión Nacional Forestal. Consultado 4 mar. 2015 Disponible en <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Proteccion-Madera.pdf>
- EAR (Escuela de Administración Regional). 2010. Limpieza y tratamiento de muebles de madera, de cuero y tapizados (en línea). 33 p. Consultado 4 mar. 2015. Disponible en http://empleopublico.castillalamancha.es/empleopublico/c/document_library/get_file?uuid=de0651fb-5509-4274-8fde-d20ccc717327&groupId=10129
- Gabaldon, J. s.f. Barnizado madera II: productos empleados en la industria del mueble (en línea). Consultado 4 mar. 2015. Disponible en http://www.academia.edu/9072561/Barnizado_Madera_II
- IPC (Institut de Promocio Ceramica). s.f. Características físico-químicas: resistencia a las manchas (en línea). 6 p. Consultado 3 marzo 2015. Disponible en http://www.ipc.org.es/guia_colocacion/info_tec_colocacion/los_materiales/caract_fis_qui/manchas.html

Diferentes composiciones de sustrato en la germinación y calidad de plantas de *Cedrela fissilis* Vell

Celso De Los Santos Fernández Gamarra^{1*}, Enrique Benítez León¹, Lila Gamarra Ruiz Díaz¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: celsino94@gmail.com

Introducción

La explotación irracional de los recursos naturales ha generado la degradación de extensas áreas boscosas en casi todo el territorio nacional. La fuerte presión que continúa sobre las áreas boscosas remanentes hace que el Paraguay tenga un índice de deforestación muy elevado. De ahí surge la necesidad de realizar investigaciones con especies nativas a fin de contar con técnicas eficientes para producir mudas de buena calidad a bajo costo (Aguilar 2008).

Para obtener una muda de calidad en vivero, no solo es necesario contar con un buen material genético, también es indispensable la incorporación de la tecnología adecuada en el proceso de producción. En tal sentido, el sustrato en el que la planta desarrollará sus primeros estadios de vida es un elemento fundamental para la obtención de mudas de buena calidad (Giménez 2011). *Cedrela fissilis* (Cedro) es una especie muy aceptable por sus múltiples beneficios: apta para el enriquecimiento del bosque, de buen crecimiento a bajas densidades y su madera tiene gran demanda para toda clase de trabajos de carpintería, mueblerías y construcciones navales.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de diferentes composiciones de sustrato sobre la germinación y calidad de plantas de *Cedrela fissilis* Vell. producidas en vivero.

Metodología

El trabajo fue desarrollado en el Vivero Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. Fueron

utilizadas semillas de *Cedrela fissilis* Vell. Colectadas en el año 2013. La siembra se realizó en bandejas conteniendo diferentes composiciones de sustrato (Tratamientos), conformado según el siguiente detalle: T1: arena gorda 100% (testigo), T2: arena gorda 50% + estiércol vacuno 50%, T3: arena gorda 50% + 50% cascarilla de coco y T4: arena gorda 50% + mantillo de bosque 50%. Se utilizaron 150 semillas por tratamiento, totalizando 600 semillas.

La germinación fue registrada desde los 7 días después de la siembra (DDS), siguiendo con conteos cada 2 días, hasta los 43 días DDS. A partir de esos datos fueron determinados el porcentaje de germinación de las semillas para cada tratamiento, índice de velocidad de germinación (IVG) y porcentaje de semillas duras (no germinadas). Para determinar el porcentaje de germinación los valores obtenidos en los conteos fueron sometidos a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Germinación} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número total de semillas}} \times 100 \quad (1)$$

Para el IVG fueron registrados: la cantidad de semillas germinadas en cada medición, sometidos a la siguiente fórmula:

$$\text{IVG} = \frac{G_1}{N_1} - \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_i}{N_i} + \dots - \frac{G_n}{N_n} = \sum_{i=1}^n \frac{G_i}{N_i} \quad (2)$$

Dónde: G: número de semillas germinadas en el día; N: tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla

Para la evaluación de la calidad de plantas fueron utilizadas las semillas que germinaron en cada tratamiento aplicado en el experimento. Las plantas se mantuvieron en bolsas plásticas de 12

cm x 15 cm y al cabo de 90 días, determinando valores referentes a índice de robustez (IR) (3), relación peso seco parte aérea y parte radicular, así como el Índice de Calidad de Dickson (ICD) (4). Las fórmulas que fueron utilizadas son:

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro del cuello (mm)}} \quad (3)$$

$$ICD = \frac{\text{PMST (g)}}{H \text{ (cm)} / DC \text{ (mm)} + \text{PMSPA (g)} / \text{PMSR (g)}} \quad (4)$$

Resultados y discusión

El porcentaje de germinación y el índice de velocidad de germinación presentaron las mejores respuestas en el T1. Por otra parte, en el T2 estas dos variables no tuvieron las mismas respuestas, siendo las más bajas comparadas con los demás tratamientos (Figura 1).

En relación al índice de robustez, de los tratamientos utilizados el que mayor índice obtuvo fue el T1 con un promedio de 9,74 para un total de 40 plantas (Figura 2).

Según Benítez (2011) en el estudio de calidad de plantines de *Myrcopus frondosus*, el tratamiento que presentó menor valor promedio fue el T1 (tierra de subsuelo 100%) con 3,57. Este resultado difiere con este estudio, donde el mismo tratamiento obtuvo el mayor valor promedio. Esto pudo deberse a que, en el estudio realizado por Benítez (2011), el repique se realizó en los meses más calurosos del año.

Para la relación peso seco aéreo/peso seco radicular el T3 presentó mayor valor promedio (2,54), lo que indica un menor equilibrio entre la biomasa aérea y radicular (Figura 3).

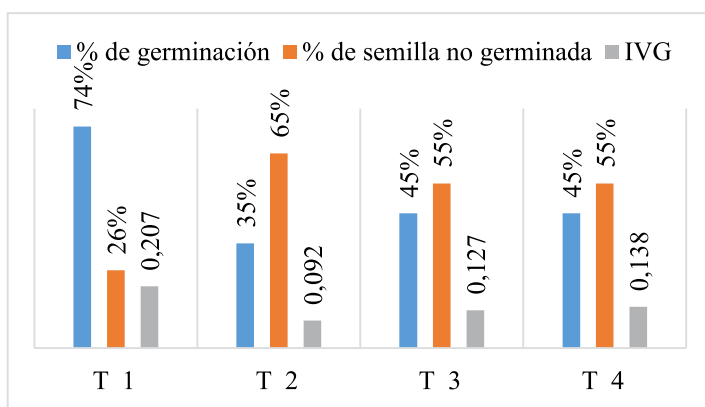


Figura 1. Porcentaje de germinación e índice de velocidad de germinación de semillas de cedro sembradas en sustratos con diferentes composiciones.

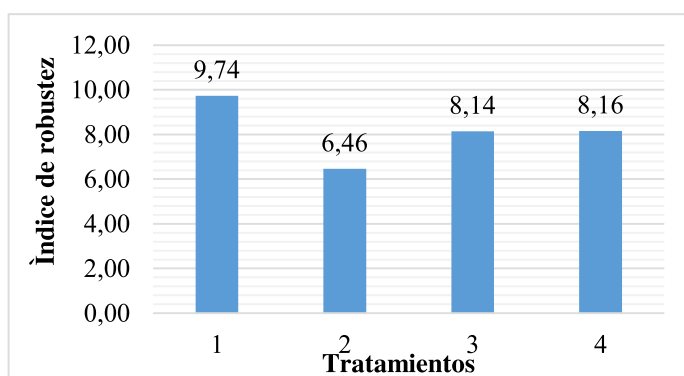


Figura 2. Índice de robustez de plantas de cedro producidas en diferentes composiciones de sustrato.

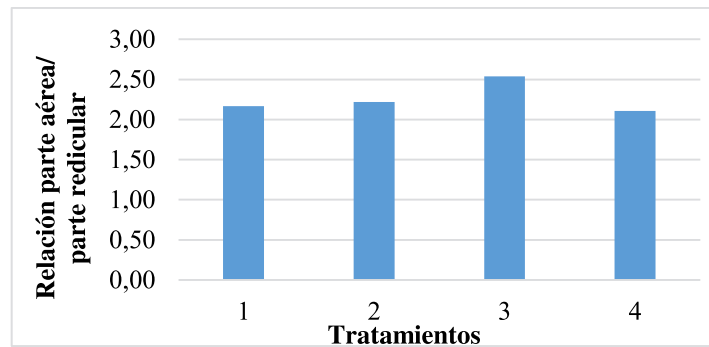


Figura 3. Relación peso seco parte y peso seco parte radicular de plantas de cedro producidas en diferentes composiciones de sustrato.

Según el estudio realizado por Aguilar (2008), para la calidad de plantines de *Cedrela fissilis* producidos en sustratos y recipientes diferenciados en composición y tamaño, en cuanto a este índice, los tratamientos T1 (maceta de 10 cm x 20 cm y sustrato compost) y T2 (maceta de 10 cm x 20 cm, sustrato 75% de caña de azúcar y 25 % de mantillo) presentaron un balance equilibrado entre la parte transpirante y la parte absorbente de la planta. La misma situación se presentó para los tratamientos T3 (maceta de 15 cm x 20 cm, sustrato compost) y T4 (maceta de 15 cm x 20 cm, sustrato 75% de caña de azúcar y 25% de mantillo) pero en menor equilibrio.

Para el Índice de Calidad de Dickson, el T2 obtuvo el mayor valor promedio con 0,069 y por ende una mejor calidad de mudas (Figura 4).

Al 95% de probabilidad se demostró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Según Fonseca et al. (2002), este índice es un buen indicador de calidad de plantines, pues son considerados el índice de robustez y la relación parte aérea y radicular, y expresa el equilibrio entre estos, a fin de evitar seleccionar plantines desproporcionados en cuanto a altura y diámetro, descartando los menores pero con más vigor.

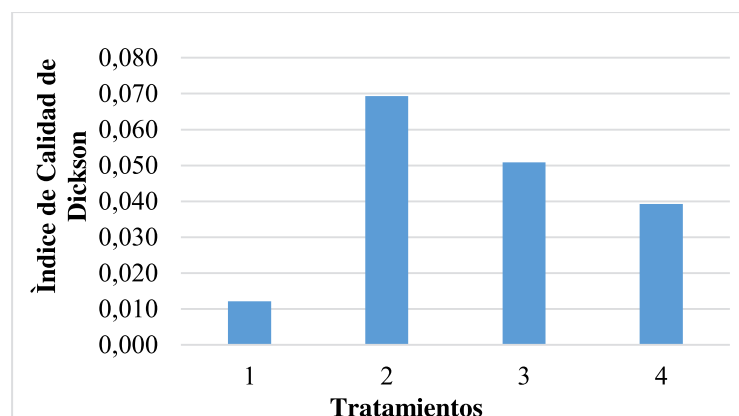


Figura 4. Índice de Calidad de Dickson de plantas de cedro producidas en diferentes composiciones de sustrato.

Conclusión

Las plántulas tuvieron baja sobrevivencia en relación a los cuatro tratamientos utilizados.

De un total de 600 semillas (150 por cada tratamiento), germinaron 300. Esto obedece a que las semillas fueron colectadas en el año 2013, por lo que las mismas ya disminuyeron su poder



germinativo. De acuerdo al Índice de Robustez, el T1 (Arena gorda 100%) obtuvo el mayor valor promedio de 9,74. Es importante mencionar que los valores de mayor robustez no están asociados a una mejor calidad de la muda, ya que no denota equilibrio entre la altura y el diámetro del mismo y tienden a sufrir daños mecánicos producidos por el viento. Según el ICD, el T2 (Arena gorda 50% + 50% estiércol vacuno) obtuvo el mayor valor promedio con 0,069 y por ende una mejor calidad de mudas. Sin embargo, el T1 (Arena gorda 100%) presentó el menor valor promedio con 0,012 lo que indica una baja calidad de las mismas.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, HA. 2008. Crecimiento de plantines de *Cedrela fissilis* Vell. (Cedro) producidas en sustratos y recipientes diferenciado en composición y tamaño. Tesis (Ing. Forestal). San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Forestal FCA UNA. 37 p.
- Benítez, JV. 2011. Estudio de calidad de plantines de *Myrocarpus frondosus*. Tesis (Ing. Forestal). San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Forestal FCA UNA. 76 p.
- Fonseca, EP; Valéri, SV; Miglioranza, E; Fonseca, NAN; Couto, L. 2002. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, producidas sob diferentes períodos de sombreado (en línea). Rev Árvore 26(4):515-523. Consultado 3 nov. 2016. Disponible en www.scielo.br/pdf/rarv/v26n4/a15v26n4.pdf
- Giménez, GA. 2011. Estudio de calidad de plantines de *Casuarina equisetifolia* (L.) ex J.R. & G. Forest producidos en diferentes sustratos y aplicación de fertirriego. Tesis. (Ing. Forestal). San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Forestal, FCA UNA. 105 p.

Plantaciones productivas de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze utilizando progenies de dos orígenes de la Provincia de Misiones, Argentina

Beatriz Irene Eibl^{1*}, Miguel Angel Lopez¹, Natalia Carolina Stadler²,
Marcio Pablo Lopez², Cecilia Gonzalez¹

¹Facultad de Ciencias. Forestales. Universidad Nacional de Misiones, Misiones. Argentina.

²Micropymes Futter. Obera Misiones. Argentina.

*Autor para correspondencia: beibl@facfor.unam.edu.ar, eiblbeatriz@gmail.com

Introducción

Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze, Araucariaceae (araucaria) es una especie nativa de ocurrencia natural, únicamente en la zona Noreste de la Provincia de Misiones para la República Argentina, coincidente con los sitios que presentan las mayores alturas, mayor pluviosidad y menores temperaturas (Carvalho 1994). En los sistemas productivos la araucaria es una de las pocas especies nativas que se planta en monocultivo a cielo abierto, con muy buenos crecimientos (Fahler y Di Lucca 1979), como también en sistemas agroforestales (Coelho 2012, Eibl et al. 2015), siendo condicionante la calidad del sitio en cuanto a suelos rojos profundos, que posibilitan el desarrollo de un sistema radicular principal.

La siembra directa en el sitio definitivo es la práctica tradicional para esta especie, siendo la plantación en contenedores una alternativa (Rogers 1954, Fassola et al. 2002), que posibilita el logro de la plantación uno o dos años más tarde con un mayor prendimiento. La siembra directa condiciona la germinación ya que las mismas no deben disminuir a campo su contenido de humedad por debajo del 38% (Eira et al. 1994), que en caso de ocurrir una sequía luego de la siembra, la pérdida puede llegar a ser total.

En este trabajo se determinó la influencia de las semillas en la germinación y la calidad de plantas luego de dos años en vivero y su posterior respuesta en crecimiento a la plantación a campo, para material de propagación de orígenes naturales de la Provincia de Misiones.

Metodología

Se utilizaron semillas cosechadas en el mes de abril de 2012, a partir de dos rodales naturales de orígenes: San Pedro y Bernardo de Irigoyen en la Provincia de Misiones, Argentina. Las mismas fueron conservadas en cámara de frío a 4°C hasta el momento de la siembra. Se evaluaron a razón de 200 unidades para cada origen, tomadas al azar desde cada lote, las características de las semillas en cuanto a su peso individual (con balanza analítica de dos decimales) y el contenido de humedad a partir de una muestra (en estufa a 103± 2°C por 17 hs, según normas de ensayos internacionales de calidad de semillas). En el mes de octubre de 2012, se realizó la siembra de las 200 semillas de cada lote, en contenedores individuales de polipropileno (tubetes) en el vivero. Se utilizaron tubetes de 230 cm³ con corteza de pino compostada como único sustrato, sin fertilización inicial, distribuidos en un diseño totalmente aleatorizado. En el mes de abril del 2013, se agregó en cada tubete, el equivalente de 3 kg de fertilizante Osmocote de liberación lenta, por m³ de sustrato.

A fin de identificar individualmente el inicio de la germinación, se realizó una evaluación diaria para registrar la emergencia desde el momento de la siembra. La primera evaluación de alturas (cuando aún no habían germinado todas las semillas) se realizó a los 48 días. A los 180 días de la siembra se realizó la medición de diámetro a la altura del cuello (DAC) y altura de la parte aérea (altura), realizándose una nueva medición de dichas variables luego de 20 meses (600 días) desde la siembra. En el mes de octubre

de 2014 fueron llevadas a campo, en un sitio de agricultura abandonada, cuyo suelo se encontraba protegido por pastos bajos y malezas producto de una sucesión inicial, con el fin de proteger los plantines durante la etapa inicial.

La distancia de plantación de 5 x 5 m, donde identificadas con el mismo número desde el peso y la siembra, se mezclaron al azar ejemplares de las dos progenies. Al momento de retirar las plantas del tubete para la plantación, se evaluó la consistencia del cepellón, considerando el porcentaje de agregación del pan de tierra y las raíces (se asignó una escala de 100% para agregación total, 75% desagregación parcial (1/3), 50% desagregación media (1/2) y 0% desagregación total).

En el mes de octubre de 2016 se realizaron las últimas mediciones de altura y DAC de las plantas

en campo. Las alturas de la parte aérea fueron registradas con regla milimétrica y cinta en cm y el DAC con calibre en mm, para plantas en vivero como a campo. Se calcularon los ANAVA para cada variable y por el test de Tukey la comparación de medias.

Resultados y discusión

El contenido de humedad para los lotes de semillas fue del 39 y 43% para los orígenes San Pedro y Bernardo de Irigoyen respectivamente. El peso de las semillas provenientes de San Pedro fue menor y difiere estadísticamente al de las provenientes de Bernardo de Irigoyen. Las semillas del lote de mayor peso, iniciaron la germinación en el menor tiempo presentando sus plantas mayor altura a los 48 días de la siembra (Tabla 1 y Tabla 2).

Tabla 1. Parámetros evaluados según origen para tamaño de semilla y tiempo para la emergencia de plántulas en vivero de *Araucaria angustifolia*.

Origen de semillas	Peso de semilla (g)	Inicio de germinación (en días desde la siembra)
San Pedro		
Promedio (desvst; máx; min)	5,4 a (1,4; 8,9; 2,3)	40 a (4,8; 50; 29)
Bernardo Irigoyen		
Promedio (desvst; máx; min)	7,5 b (2,2; 12,9; 2,7)	38 b (5,2; 50; 28)

Letras diferentes indican diferencias estadísticas al 5% de significancia para los valores promedios de todas las variables

Tabla 2. Parámetros evaluados de plantas según tiempo de viverización y orígenes de *Araucaria angustifolia*.

Origen de semillas	Altura 48 días (cm)	Altura a los 180 días (cm)	DAC a los 180 días (mm)	Altura a los 600 días (cm)	DAC a los 600 días (mm)
San Pedro					
Promedio (desvst; máx; min)	5,7 a (3,4; 12; 0,5)	22,2 a (7,2; 36; 22)	3,8 a (0,6; 5; 1,8)	31,4 a (8,9; 51; 12)	5,4 a (1,1; 7,4; 2,7)
Bernardo Irigoyen					
Promedio (desvst; máx; min)	7,4 b (3,6; 14; 0,2)	24 a (6,9; 37; 4)	3,5 b (0,6; 5,4; 1,5)	34,9 a (9,2; 55; 14)	5,3 a (0,9; 7,4; 3,2)

Letras diferentes indican diferencias estadísticas al 5% de significancia para los valores promedios de todas las variables

A los 180 días ya no se manifestaron diferencias en las alturas aunque sí en el DAC. A los 20 meses de la siembra las plantas ya no presentaron diferencias significativas para altura ni para DAC. Probablemente una de las razones para ello es que lograron el máximo desarrollo que le permitió el tubete en el que estaban contenidas (Tabla 2).

La consistencia del cepellón fue evaluada al momento de llevar las plantas a campo y realizar la plantación en el mes de octubre de 2014, para lo cual se registró un 100% de adherencia del complejo raíces/sustrato (sin desagregación del pan de tierra), para ambos lotes, con un buen desarrollo radicular y presencia de raíz principal, en todas las plantas (Tabla 3).

Tabla 3. Respuesta en crecimiento para las dos progenies de *Araucaria angustifolia* luego de dos años en contenedores de vivero y dos años en campo.

Origen de semillas	Altura plantas (cm)	Dac plantas (mm)
San Pedro		
Promedio	88,8 a	10 a
(desvst; máx; min)	(18,2; 125,0; 55,0)	(2,3; 15,0; 7,0)
Bernardo Irigoyen		
Promedio	99,5 b	10,5 a
(desvst; máx; min)	(21,7; 140,0; 66,0)	(2,8; 15,0; 5,0)

Letras diferentes indican diferencias estadísticas al 5 % de significancia para los valores promedios de todas las variables

Las mediciones de crecimiento en plantación a campo indican que las mayores alturas se corresponden nuevamente a las semillas de mayor tamaño que iniciaron la germinación antes, sin diferencias significativas para los valores del diámetro a la altura del cuello (DAC) luego de dos años de plantación.

Considerando que las semillas no pueden ser guardadas por más de 24 meses (Piris Carrillo et al. 2004) en cámaras de frío y la producción de semillas en los rodales de araucaria son cíclicas (una buena producción de semillas ocurre a cada 3 o 4 años), esta alternativa permite conservar el germoplasma por un mayor tiempo en la forma de plantas en vivero, con adecuadas respuestas iniciales a campo.

Conclusión

El peso de las semillas se manifiesta en el tamaño de las plantas hasta 4 años después de la siembra. Lograr plantas de calidad y tamaño adecuado permite realizar plantaciones hasta dos años después de la cosecha, con una elevada sobrevivencia. Esto permite mantener plantas en

vivero para la reposición de las fallas a campo y también extender el tiempo en vivero hasta dos años después de la siembra. Plantas de araucaria que tengan un mayor DAC (como un posible indicador de rusticidad) y altura, presentan una mejor respuesta a campo, y escapan a los extremos meteorológicos que ocurren a nivel de superficie (altas temperaturas y/o sequías), así como las pérdidas en plantaciones por extracción de semillas y plántulas por aves y roedores.

Referencias bibliográficas

- Carvalho, P. 1994. Especies florestais brasileiras, recomendacoes silviculturais: potencialidades e uso da madeira. Brasília, Brasil, EMBRAPA-CNPQ. 639 p.
- Coelho, GC. 2012. Sistemas agroflorestais. Sao Carlos, Brasil, RiMa Ed. 204 p.
- Eibl, BI; Montagnini, F; Lopez, MA; Montechiesi, R; Barth, SR; Esterche, E. 2015. *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., yerba mate organica bajo dosel de especies nativas maderables, una propuesta de produccion sustentable. In Montagnini, F; Somarriba,



- E; Murgueitio, E; Fassola, H; Eibl, B. (Eds.). Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p.158-177.
- Eira, MTS; Salomao, AN; Da Cunha, R; Carrara DK; Mello, CMC. 1994. Efeito de teor de agua sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze Araucariaceae. Revista Brasileira de Sementes 16(1):71-75.
- Fahler, J; Di Lucca, C. 1979. Tabla de producción de *Araucaria angustifolia* (Bet) O Ktze, datos preliminares para 10 densidades: edad 8 años. In Encontro da IUFRO sobre problemas florestais do genero Araucaria. Curitiba Pr, Brasil, FUPEF. p. 339-346.
- Fassola, H; Aleganza, D; Kuzdra, H; Marques, S. 2002. Resultados de un ensayo de producción de plantines de *Araucaria angustifolia* (BERT) O. K en distintos tipos de envases. Revista Forestal Yvyrareta (9):4-9.
- Piriz Carrillo, V; Fassola, HE; Chaves, AR; Mugridge, A. 2004. Almacenamiento refrigerado de semillas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze: conservación del poder germinativo. RIA 33(2):67-84.
- Rogers, LJ. 1954. El cultivo del pino Paraná. Unasyva 8(1). Consultado 05 oct. 2016. Disponible en www.fao.org/docrep/x5370e/x5370e03.htm

Efeito da luz e da água na germinação de sementes de *Vacum (Allophylus edulis (St. Hil.) Raldk.) Sapindaceae*

Daniela Cleide Azevedo de Abreu^{1*}, Antonio Carlos Nogueira², Antonio Carlos de Souza Medeiros³

^{1*}Universidade Tecnológica Federal do Paraná- /Curso de Eng. Florestal, Brasil, Dois Vizinhos/PR.

²Universidade Federal do Paraná /Curso de Eng. Florestal, Brasil, Curitiba/PR.

³Ambiental Mata Atlântica: Treinamento e Consultoria, Brasil Curitiba/PR.

*Autor para correspondência: danielaabreu@utfpr.edu.br

Introdução

Allophylus edulis é conhecida vulgarmente como: chal-chal, vacuum, vacunzeiro, chala-chala, baga-de-morcego, fruta-de-pombo, murta-branca, fruta-de-pavó, fruta-de-paraó, murta-vermelha, cacú, fruta-de-pomba, coguy, frutilla, cochinitillo, ovo-de-pomba e pau-de-pedreira (Schultz 1975, Reitz et al. 1988, Sanchotene 1989, Lorenzi 1992, Longhi 1995, Backes e Nardino 1998, 1999, Glufke 1999).

A área de distribuição geográfica desta espécie compreende a Guiana, Bolívia, Paraguai, Uruguai e Argentina. Em território brasileiro é característica da Floresta Ombrófila Mista (Aluvial), Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional Semidecidual. *A. edulis* tem sua importância econômica pela madeira de boa qualidade e com vasto campo de aplicação. É indicada para arborização urbana, tem boa capacidade de regeneração natural, crescimento rápido, sem exigências quanto às características do solo. Seu uso tem sido sugerido na recuperação de ecossistemas degradados (Lorenzi 1992, Longhi 1995). Associadas a essas características, a espécie desempenha um papel fundamental na manutenção da fauna, ao produzir grande quantidade de frutos apreciados por animais, que se encarregam na dispersão de suas sementes (Sanchotene 1989). Carvalho e Nakagawa (2000), definem a germinação como um fenômeno pelo qual as sementes, sob condições apropriadas, têm o eixo embrionário dando prosseguimento ao seu desenvolvimento, que tinha sido interrompido por ocasião da maturidade fisiológica. Para que a germinação ocorra, existem vários fatores externos e internos que influenciam no

comportamento fisiológico da semente, os quais são essenciais para o desenvolvimento do embrião e conseqüentemente, conduzirá a germinação.

Tanto os fatores externos, como os fatores internos podem atuar por si ou em interação com os demais (Borges e Rena 1993). A água é o fator que mais influencia o processo de germinação da semente. A quantidade de água para que se inicie o processo germinativo varia de espécie para espécie (Popinigis 1977). Para que ocorra a germinação, a semente necessita alcançar um nível adequado de hidratação, que permita a reativação dos processos metabólicos, resultando no fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento por parte do eixo embrionário (Borges e Rena 1993, Carvalho e Nakagawa 2000). Entretanto, o excesso de umidade, em geral, provoca decréscimo na germinação, considerando que irá impedir a penetração do oxigênio e conseqüentemente, reduzir todo o processo metabólico resultante (Borges e Rena 1993). A deficiência hídrica também interfere na germinação, uma vez que a semente não terá condições de manter o metabolismo (Popinigis 1977; Borges e Rena, 1993). A luz, nem sempre é um fator imprescindível e limitante para a germinação das sementes. A capacidade de germinação, em relação à luminosidade, também varia de espécie para espécie. Há sementes cuja germinação é influenciada, positivamente ou negativamente pela luz, e as indiferentes a ela (Rizzini 1997).

Alguns autores afirmam que a luz branca tem efeito semelhante ao da luz vermelha, devido a sua composição espectral e às características de absorção do fitocromo (Kramer e Kozlowski

1979, Borges e Rena 1993). Para Sampaio (1998), durante os primeiros estágios de desenvolvimento após a germinação, os efeitos da luz são os de inibir o alongamento do hipocótilo, causando o desenrolamento do gancho e o de induzir a expansão dos cotilédones. A maioria das espécies necessita de aeração, ou seja, presença de oxigênio para germinar. O oxigênio é necessário para a promoção de reações metabólicas importantes na semente, especialmente a respiração, sendo necessário para a degradação das substâncias de reserva e o consequente suprimento de energia para o desenvolvimento embrionário. Ainda que, nos primeiros momentos, a respiração seja anaeróbica, posteriormente, passa a ser absolutamente dependente de oxigênio, mesmo antes que a radícula rompa o tegumento (Popinigis 1977, Carvalho e Nakagawa 1983, Borges e Rena 1993).

Visto que são escassas as informações sobre os fatores água e luz na germinação das sementes na literatura brasileira, conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar a germinação de sementes de *vacum A. edulis* na presença e na ausência de luz e em diferentes quantidades de água no substrato.

Metodologia

Os frutos foram coletados de 12 matrizes no município de Colombo - PR. A região é caracterizada por clima tipo Cfb (Köepen), uma altitude de 920 m, a 25° 20' S e 49° 14' W, com precipitação média anual de 1.500 mm. Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes do Embrapa Florestas. Os frutos foram macerados e despulpados em água corrente para a obtenção das sementes. Inicialmente realizou-se o teste de germinação em diferentes temperaturas e substratos, definido o melhor substrato e a temperatura adequada para o teste de germinação, foi avaliando o efeito da luz (ausência e presença de luz) e teste de germinação em diferentes quantidades de água no substrato. Após o experimento de temperatura e substrato, para *A. edulis*, foram testados o fator luz e água.

Para o teste de germinação testando o efeito da luz (ausência e presença de luz), os “gerbox”

foram pintados com tinta de acrílico preta. As sementes foram colocadas para germinar em 245 g de areia e umedecida com 40 mL de água destilada na temperatura constante de 25°C. Para determinar as diferentes quantidades de água no substrato, efetuou-se o cálculo do volume da água a partir do ponto de saturação da areia. Para cada tratamento foram colocados 37 mL de água; 49 mL de água; 61 mL de água e 73 mL de água em 245 g de areia, correspondendo (30%, 40%, 50% e 60% do ponto de saturação (PS) aos substratos pouco úmido, úmido, muito úmido e encharcado, respectivamente. Foi utilizada temperatura constante de 25°C na presença de luz.

Foram avaliadas a porcentagem de sementes germinadas, não germinadas, deterioração e as que apresentavam larvas de insetos. Para o delineamento estatístico utilizou-se o inteiramente casualizado, com sete repetições de 25 sementes. Foi efetuado o teste de Hartley para verificar a homogeneidade de variância e se os dados seguiam uma distribuição normal, segundo Banzatto e Kronka (1995).

Efetuiu-se a Anova e para a comparação entre as médias adotou-se o teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

A análise estatística mostrou que não houve diferença estatística entre os tratamentos. A germinação de *A. edulis* foi alta com média de 92%, tanto na presença de luz, como na ausência de luz. Essa constatação está de acordo com Borges e Rena (1993), que a sensibilidade das sementes à luz varia com a espécie, havendo sementes cuja germinação é influenciada positiva ou negativamente pela luz, havendo ainda sementes indiferentes a ela.

Os resultados indicam que o comportamento germinativo dessa espécie é indiferente ao fator luz, demonstrando que a germinação ocorre tanto em habitats abertos e de clareiras em florestas, bem como em ambientes sombreados, aumentando, portanto, suas chances de sobrevivência. *A. edulis* tem boa germinação, desde locais pouco

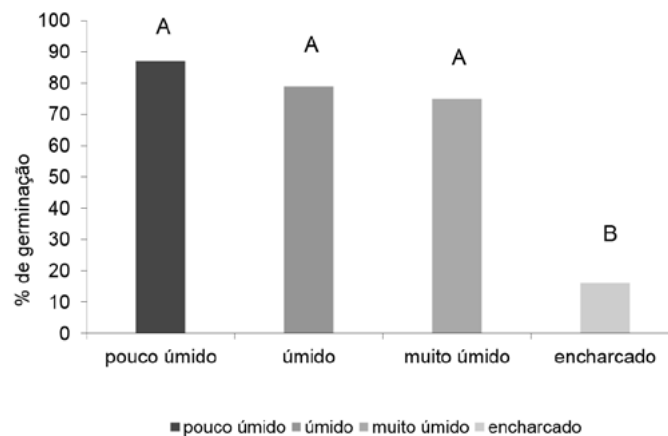


Figura 1. Porcentagem de germinação de *A. edulis* em diferentes quantidades de água no substrato areia.

úmidos até muito úmido, o que pode indicar rusticidade, devido à tolerância da espécie quanto ao fator água. Já, o substrato encharcado afetou a germinação, promovendo alta porcentagem de sementes deterioradas (84%) (Figura 1).

Presume-se que a disponibilidade de oxigênio presente foi insuficiente para iniciar o processo germinativo. Dessa forma, deve ser evitado todo fator que limite o suprimento de oxigênio, como o excesso de umidade, proximidade demasiada entre as sementes na semeadura.

A circulação de ar pode ser necessária, para evitar excessiva condensação de umidade sobre as sementes e consequente redução de oxigênio (Figliolia et al. 1993). Resultados semelhantes foram encontrados por Nogueira e Henemann (1995), para sementes de *Tabebuia cassinoides*, pois verificaram que as sementes germinam melhor em substrato úmido e muito úmido, contendo dois e quatro vezes o peso do substrato, respectivamente. Para sementes de *Genipa americana*, Figliolia e Silva (1998) verificaram que as melhores condições foram obtidas em temperatura de 25°C em substrato úmido e muito úmido, na presença de luz branca; a temperatura de 30°C desde pouco úmido até encharcado na presença de luz branca, substrato úmido e encharcado, na ausência de luz e na temperatura de 20-30°C nos substratos pouco úmido, úmido e muito úmido, na presença de luz branca. No caso

de sementes de espécies tropicais com ocorrência em locais parcialmente ou totalmente inundados, presume-se que estas desenvolvam mecanismos de adaptação às condições ecológicas de seu habitat (Figliolia e Kageyama, 1995).

Conclusões

A germinação das sementes de *A. edulis* são indiferentes ao fator luz e em ambientes pouco úmido, úmido e muito úmido, desde que não sejam encharcados.

Referências bibliográficas

- Backes, A; Nardino, M. 1998. Árvores, arbustos e algumas lianas nativas no Rio Grande do Sul. São Leopoldo, UNISINOS. 202 p.
- Backes, A; Nardino, M. 1999. Nomes populares e científicos de plantas do Rio Grande do Sul. São Leopoldo, UNISINOS. 202 p.
- Banzatto, DA; Kronka, S do N. 1995. Experimentação agrícola. 3 ed. Jaboticabal, FUNEP. 274 p.
- Borges, EEL; Rena, BAB. 1993. Germinação de Sementes. In Aguiar, IB de; Piña-Rodrigues, FCM. Sementes florestais tropicais. Brasília, ABRATES. p. 83-136.
- Carvalho, NM de; Nakagawa, J. 1983. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 2 ed. Campinas, Fundação Cargill. 429 p.



- Carvalho, NM de; Nakagawa, J. 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Campinas, Fundação Cargill. 588 p.
- Figliolia, MB; Oliveira, E de C; 1993. Piña-Rodrigues, FCM. Análise de sementes. In Aguiar, IB de; Piña-Rodrigues, FCM (Coord.). Sementes florestais tropicais. Brasília, ABRATES. p. 137-174.
- Figliolia, MB; Kageyama, PY. 1995. Ecofisiologia de sementes de *Inga umguensis* Hook. et. Arn. em condições de laboratório. Revista do Instituto Florestal 7(1):91-99.
- Figliolia, MB; Silva, MCC da. 1998. Germinação de sementes de jenipapeiro (*Genipa ameicana* L.-RUBIACEAE) sob diferentes regimes de temperatura, umidade e luz. Revista do Instituto Florestal São Paulo 10(1):63-72.
- Glufke, C. 1999. Espécies florestais recomendadas para recuperação de áreas degradadas. Porto Alegre, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. 48 p.
- Kramer, PJ; Kozlowski, TT. 1979. Physiology of woody plants. New York, Academic Press. 811 p.
- Lorenzi, H. 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP, Editora Plantarum. 368 p.
- Nogueira, AC; Henemann, V. 1995. Influência da umidade na germinação de sementes de *Tabebuia cassinoides*. Informativo ABRATES Londrina 5(2):196.
- Popinigis, F. 1977. Fisiologia da semente. Brasília, AGIPLAN. 289 p.
- Reitz, P. 1980. Sapindacea. Itajai, Flora Ilustrada Catarinense. 156 p.
- Schultz, RA. 1975. Os nomes científicos e populares das plantas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, PUC. 164 p.
- Rizzini, CT. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Brasil, Âmbito Cultural Edições Ltda. 747 p.
- Sampaio, ES de. 1998. Fisiologia vegetal: teoria e experimentos. Ponta Grossa, Editora Universidade Estadual de Ponta Grossa. 190 p.
- Sanchotene, MCC. 1989. Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana. Porto Alegre. 163 p.

Determinación del crecimiento por medio de análisis troncal de *Pinus taeda* L. en el departamento de Itapúa, distrito de Pirapó

Jorge Roberto Galeano Luraschi¹, Lourdes Patricia Elias Dacosta^{2*},
Oscar Manuel de Jesús Vera Cabral²

¹ Consultor Independiente. San Lorenzo, Paraguay.

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: elidaco28@gmail.com

Introducción

El *Pinus taeda* L. es una de las especies del género *Pinus* más plantadas en países del Mercosur. Montero et al. (2005) menciona que su rápido crecimiento favorecido por el clima y los suelos es de 27 m³ ha⁻¹ a 30 m³ ha⁻¹ por año, y con plantas seleccionadas se llega a 40 m³ ha⁻¹ por año. Las reforestaciones producen aproximadamente 540 m³ ha⁻¹, a los veinte años, incluyendo raleos y tala rasa. Según Weber (2004), en Argentina con el manejo de las plantaciones de *Pinus*, el rendimiento por su rápido crecimiento en *Pinus taeda* se sitúa entre 27 m³ ha⁻¹ año y 33 m³ ha⁻¹ año. Kronka et al. (2000) mencionan que para la producción de madera de calidad del *Pinus* se debe dar énfasis a la conducción de árboles que tengan el máximo de madera limpia, a través de las podas iniciándose cuando el fuste alcanza cerca de siete a ocho cm de diámetro, y hasta alcanzar diez m de altura, y cuando la población disminuye su crecimiento en diámetro se debe realizar el primer raleo. Este autor considera que el registro de las podas en *Pinus* es importante ya que los fustes sometidos a dicha operación silvicultural tienen un valor bastante superior al de los fustes no podados. Finger (1992) menciona que el análisis del tronco también proporciona la posibilidad de conocer en sus diferentes fases de crecimiento los correspondientes crecimientos anuales en diámetro y altura y en consecuencia el crecimiento en área basal o seccional y el volumen.

En el Paraguay, la realización de estudios sobre incrementos volumétricos en plantaciones forestales es escasa por el costo y tiempo que

de por sí implican los inventarios periódicos necesarios para la obtención de datos y resultados confiables.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento de una plantación de *Pinus taeda* L. con tratamiento silvicultural y otra sin tratamiento a través del análisis troncal.

Metodología

El trabajo de investigación fue realizado en el Distrito de Pirapó, Departamento de Itapúa. Las parcelas en estudio fueron establecidas en el año 1986, en el Centro de Formación de Técnico Superior Forestal (CEFOTESFOR), Itapúa, propiedad del Instituto Forestal Nacional (INFONA). Se inventariaron dos parcelas de *Pinus taeda* L. de 27 años, con dimensión de una hectárea cada una y un espaciamiento de 5m x 5 m (25 m²); una parcela con tratamiento silvicultural (poda en el año 1990, raleo en el año 1993 y corte apical en el año 1994) y la otra parcela sin tratamiento.

Las variables medidas fueron: el DAP a los 1,30 m de altura, la altura comercial (que fue determinada al llegar a un diámetro mínimo de diez cm) y el ancho de los anillos de crecimiento de cada árbol muestreado. Se midieron y registraron todos los árboles vivos en las parcelas, donde 259 árboles pertenecen a la parcela con tratamiento, y 218 árboles a la parcela sin tratamiento. Para seleccionar los árboles a utilizar para el análisis de tronco se siguió la metodología de Benítez (2012).

Fueron seleccionados ocho árboles que presentaron dimensiones dentro del promedio, para reflejar las características del sitio: cuatro en la parcela con tratamiento silvicultural y cuatro en la parcela sin tratamiento. Para la realización del análisis de tronco, fue utilizada la metodología recomendada por Pereira Barusso (1977). Los árboles seleccionados fueron apeados aplicando la metodología de Smalian. Las posiciones de extracción de las rodajas empezando por la base inferior del tronco y en las siguientes alturas fueron: 0,30 m, 1,00 m y 1,30 m; y las demás luego de cada 2 m. El volumen comercial individual y por hectárea fue calculado teniendo en cuenta las secciones que van desde los 0,30 m de altura hasta la sección que alcanzó un diámetro mínimo de diez cm en la punta. Una vez obtenidos los discos, estos fueron secados al aire libre, lijados, y medidos los radios desde la médula hasta el borde de los discos y quedando divididos en cuatro cuadrantes iguales que fueron numerados en sentido horario.

El ancho medido de los anillos representa el resultado de la media aritmética de los cuatro cuadrantes. Fueron calculados el área basal, volumen y factor de forma. Se obtuvieron valores de incrementos corriente anual (ICA), incremento medio anual (IMA) e incremento periódico anual (IPA) individual y por hectárea.

El IPA fue determinado cada siete años obteniéndose así cuatro periodos, por ser a los siete años la edad en que fue realizado el raleo. Los resultados fueron presentados en forma de figuras.

Resultados y discusión

Los valores de área basal y volumen comercial promedio de cada uno de los individuos obtenidos en el inventario fueron los siguientes: área basal de 0,172 m² y volumen comercial de 1,568 m³ para la parcela con tratamiento, y un área basal de 0,098m² y volumen comercial de 0,838m³ para la parcela sin tratamiento. Los resultados del análisis de tronco, indican que el área basal promedio de los cuatro individuos con tratamiento presentó un valor de 0,169 m², mientras que en

la parcela sin tratamiento el valor fue de 0,131 m². Además, el volumen promedio de los cuatro individuos en la parcela con tratamiento fue de 1,52 m³ mientras que para la parcela sin tratamiento el valor fue de 1,12 m³. Los valores de factores de forma obtenidos para las parcelas con tratamiento y sin tratamiento fueron 0,48 y 0,45 respectivamente. Según Sorrentino (1997) los factores de forma recomendados son 0,5 para DAP menores a veinte cm y 0,46 para DAP menores a 35 cm, con lo que se verifica cierta similitud con los resultados obtenidos. Respecto al perfil longitudinal del árbol la medición de cada anillo de crecimiento correspondiente a cada árbol de ambas parcelas, permitió obtener gráficamente el paralelismo entre anillos de crecimiento a lo largo del árbol desde el primer anillo hasta el correspondiente al año 27 y facilitó la observación del perfil longitudinal del mismo (Figuras 1 y 2).

Existe una diferencia en la regularidad de los anillos, lo que refleja un desarrollo particular en cada año del árbol. Así también, debe observarse que los anillos en ambas figuras solo llegan hasta la altura de 19 m. Esto se debe a que el análisis troncal del árbol se realizó hasta dicha altura, considerando que alturas superiores a ésta presentan diámetros inferiores a diez cm. En la parcela con tratamiento se observa un paralelismo más ordenado en relación a la parcela sin tratamiento. Esta última presenta unas dimensiones mucho menores con respecto al ancho de los anillos a partir del año 14, en donde disminuye considerablemente el incremento de los mismos.

En la parcela con tratamiento el mayor ICA en volumen se registró en el año 22 con un valor de 0,087 m³ por individuo, un IMA de 0,060 m³ en el año 24, y un IPA de 0,068 m³ en el tercer periodo (15-21 años). Para la parcela sin tratamiento el ICA fue inferior, ocurriendo esta diferencia en el año 15 con un valor de 0,069 m³ registrado por individuo. El IMA obtenido en esta parcela fue de 0,046 m³ por individuo en el año 19, y un IPA de 0,056m³ en el segundo periodo (8-14 años). Según los datos obtenidos, las curvas de ICA e IMA se intersectan en un punto alcanzando el punto de madurez biológica (Figura 3).

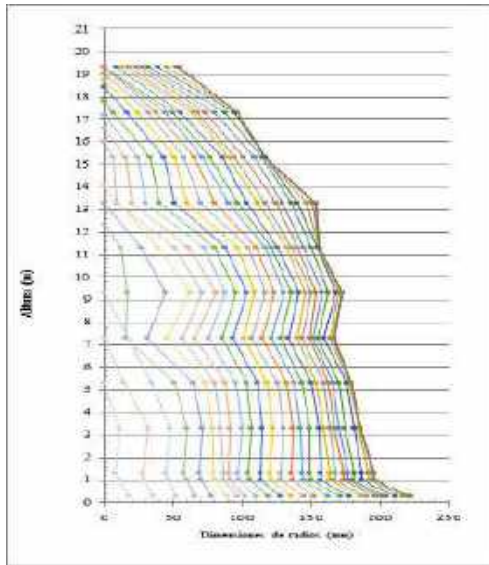


Figura 1. Representación del crecimiento en altura del árbol N°3 de *Pinus taeda* L. de la parcela con tratamiento.

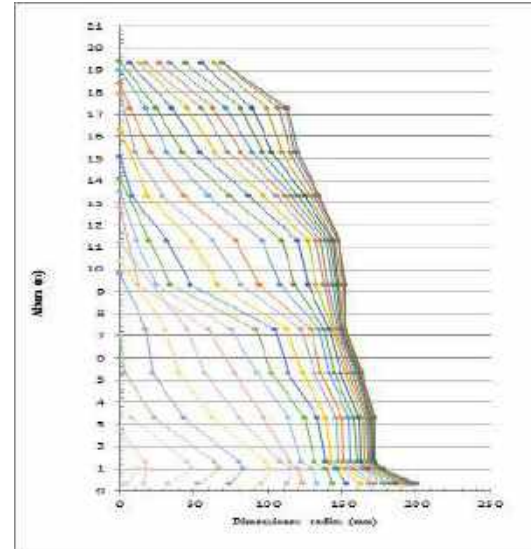


Figura 2. Representación del crecimiento en altura del árbol N°3 de *Pinus taeda* L. de la parcela sin tratamiento.

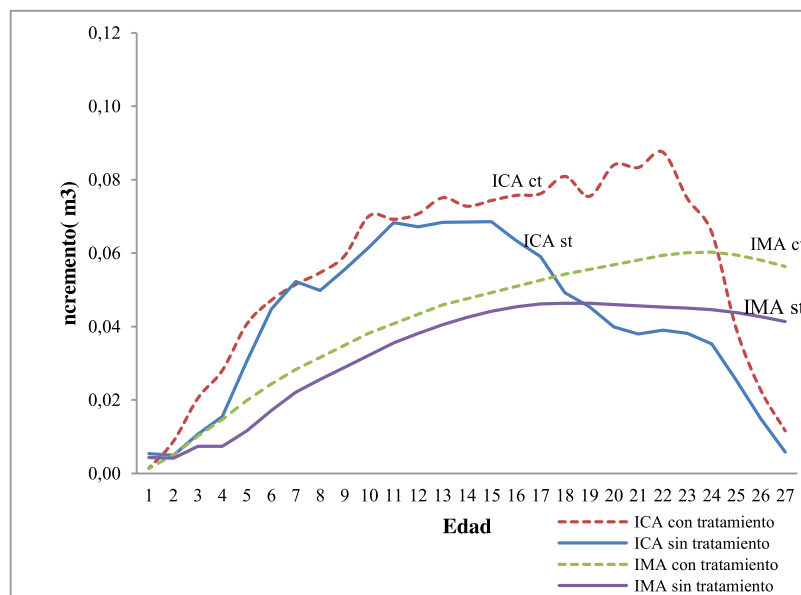


Figura 3. Intersección ICA-IMA.

Para los individuos de la parcela con tratamiento, este punto ocurre en el año 24, mientras que para los individuos de la parcela sin tratamiento, esta intersección se observa en el año 19. Esta intersección entre ambas, indica el máximo incremento del árbol, y a partir de este punto se observa un descenso en el ICA por lo que, para la edad del árbol, este punto se considera el adecuado para la cosecha final.

Los datos obtenidos del análisis troncal, proyectados a la superficie de una hectárea arrojaron los volúmenes incrementados en cada año. En el año 22 se observa el máximo ICA en volumen, alcanzando un valor de $17,498 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para 200 árboles en la parcela con tratamiento, mientras que el máximo IMA con un valor de $12,032 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ se alcanza a los 24 años de edad y el IPA en el tercer periodo con $13,590 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Para

la parcela sin tratamiento los valores máximos obtenidos fueron los siguientes: ICA en volumen de 27,413 m³ ha⁻¹ en el año 15, IMA de 18,549 m³ ha⁻¹ en el año 19 y un IPA de 22,266 m³ ha⁻¹ en el segundo periodo. Benítez (2012), en su estudio de crecimiento de *Pinus elliottii* Engelm, por medio de análisis troncal en una plantación sin tratamientos, afirma que el máximo incremento se da en el primer periodo analizado.

En el caso de *Pinus taeda* L., con aplicación de raleo en el séptimo año, el análisis troncal determinó que los máximos valores en incrementos se dieron en el tercer periodo que va desde el año 15 hasta el año 21.

Conclusión

La parcela con tratamiento presentó un incremento interesante si se considera la calidad de madera a obtener. Con respecto al área basal y volumen, ambos valores fueron superiores para la parcela con tratamiento. La diferencia marcada en cuanto a volumen demuestra la utilidad de ambos regímenes de manejo.

La parcela sin tratamiento estaría orientada a la producción de gran cantidad de biomasa, sea para usos energéticos u otros, pero sería de baja utilidad para aserrado, mientras que la parcela con tratamiento presenta individuos de área basal superior y útiles para obtención de madera de primera calidad. Se recomienda un estudio en donde se analice a profundidad el crecimiento general y la calidad de la madera obtenida de ambas parcelas a modo de validar la utilidad y efectividad de tratamientos silviculturales en plantaciones.

Referencias bibliográficas

- Benítez, P. 2012. Estudio de crecimiento de *Pinus elliottii* Engelm por medio de análisis troncal. San Lorenzo, PY, Departamento de Silvicultura y Ordenación Forestal CIF FCA UMA. 79 p.
- Finger, CAG. 1992. Fundamentos de biometría florestal. Santa Maria, BR, UFSM, CEPEF, FATEC. 269 p.
- Kronka, JN; Bertolani, F; Ponce, RH. 2005. A cultura do Pinus no Brasil. São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura. 158p.
- Montero, G; Roig, S; Martín, B; Miguel, J. de; Alía, R. 2005. Especies utilizadas en los ensayos de introducción. Parte 1. In Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria; Ministerio de Educación y Ciencia. Red de Parcelas de Introducción de Especies del IFIE-INIA (1966-1983). Distribución natural, ecología, selvicultura y producción de 42 especies de coníferas. Madrid, ES. p. 215-217.
- Pereira Barusso, A. 1977. A determinação de funções de crescimento mediante análise do tronco. Curitiba, BR, s.n. 132 p.
- Sorrentino, A. 1997. Manual para el diseño y ejecución de inventarios forestales. UR, Ed, Hemisferio Sur. 350 p.
- Weber, E. 2004. Caracterización física y mecánica de *Pinus taeda* origen Marion en plantaciones de diferentes edades y determinación de usos potenciales, Misiones, AR. 116 p.

Crecimiento inicial de plantas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert producidas a partir de semillas de diferentes árboles matrices

Ana Victoria Rolón Sánchez¹ y Enrique Benítez León^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: ebenitezleon@gmail.com

Introducción

Planificar la producción de mudas forestales, implica realizar y manejar con criterios técnicos, las actividades del vivero, lo que significa contar con una adecuada programación de actividades y cuantificación de todos los requerimientos, para ejecutar las acciones necesarias en el momento oportuno y obtener mudas de buena calidad para su trasplante a campo (López 2009). Esto podrá asegurar el éxito de las plantaciones, dicha calidad viene definida a través de una serie de parámetros morfológicos y fisiológicos que tratan de caracterizar a la planta en el momento de su establecimiento y permitirán un seguimiento más controlado de su comportamiento en el campo (Pardos y Montero 1997).

Una de las alternativas para mejorar la rentabilidad de las plantaciones forestales, corresponde a la selección de especies o procedencias, especialmente cuando se desea obtener altos rendimientos y buena calidad de la producción. En ese sentido, antes de seleccionar los árboles semilleros se deben tener en cuenta algunos criterios como la adaptación a las condiciones edáficas y climáticas, la resistencia a plagas y a enfermedades, la época de floración y producción de semillas (Mercadet et al. 2007).

La utilización de semillas colectadas de árboles semilleros de origen y características de desarrollo conocidos, pueden garantizar que el desempeño de las mudas presente características similares a los árboles seleccionados como semilleros, razón por la cual en este trabajo se plantea verificar la variación de la calidad de las mudas en relación a parámetros morfológicos que proporcionan las informaciones para determinar la calidad de las mismas.

Peltophorum dubium (Sprengel) Taubert (Yvyra pyta) es una especie forestal nativa de rápido crecimiento y está dotada de una gran importancia ambiental y económica (Ritter 2011). Se utiliza para construcciones en general, carpintería, puertas, marcos y ventanas, muebles y tornería. Es una madera pesada y resistente (Ortega Torres et al. 1989, López 2002).

El objetivo fue comparar el crecimiento en vivero de mudas de *Peltophorum dubium* obtenidas de semillas colectadas de diferentes árboles semilleros.

Metodología

El experimento se realizó en el Vivero Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional de Asunción (UNA). Las semillas utilizadas fueron colectadas de cinco árboles semilleros de Yvyra pyta, dos de ellos localizados en las zonas del Campus de la UNA y tres árboles en el Distrito de Caacupé, Departamento de Cordillera.

Para la selección de los árboles semilleros fueron considerados los que presentaban el tronco recto y sano, copa con forma regular y distribución de las ramas en forma proporcional y distribución de frutos en toda el área de la copa. Para los fines de este trabajo, las semillas obtenidas de cada árbol semillero fueron consideradas como lotes diferentes, las mismas fueron previamente seleccionadas, de acuerdo a su tamaño, forma y aspecto sanitario.

Para la producción de mudas fueron utilizadas 100 semillas por cada lote, totalizando 500 semillas. El sustrato utilizado fue una mezcla de tierra y estiércol vacuno previamente zarandeados en

forma separada para su posterior mezcla en una proporción de 3:1 respectivamente. La mezcla (sustrato) fue desinfectada con una solución de Estreptomicina + Oxitetramicina + cobre, 25 gramos de Cuprimicin fueron diluidos en 10 litros de agua.

La siembra fue realizada en bandejas de plástico con dimensiones de 16 cm de alto 54 cm de largo 24 cm de ancho, las mismas fueron desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio comercial. Cuando las plántulas alcanzaron a desarrollar entre uno a dos pares de hojas verdaderas éstas fueron repicadas en contenedores de polietileno de 12cm x 18cm x 0,4μ en las que fueron cargados el sustrato preparado previamente. Las mudas contenidas en los recipientes de polietileno fueron distribuidas en un diseño de bloques completos al azar, con cinco repeticiones de 20 mudas por tratamiento (árbol semillero).

Para la determinación del crecimiento de las mudas fueron considerados los valores de altura total (cm) y el diámetro del cuello (mm) medidos a los 90 días después del repique (DDR). Además, utilizando seis mudas centrales de cada parcela, fueron determinados la masa (g) seca aérea, radical y total utilizando el método de secado en estufa a 65°C hasta alcanzar peso constante. Estos datos fueron utilizados para el

cálculo del Índice de Robustez (IR) y el Índice de Calidad de Dickson (ICD) aplicando las siguientes formulas:

$$IR = \frac{\text{altura (cm)}}{\text{diámetro del cuello de la raíz (mm)}} \quad (1)$$

$$ICD = \frac{\text{Masa seca total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro del cuello (mm)}} + \frac{\text{Masa seca parte aérea (g)}}{\text{Masa seca radicular (g)}}} \quad (2)$$

Los datos recolectados fueron procesados por medio de una planilla electrónica Microsoft Excel y sometidos a análisis de varianza (ANAVA) al 95% de confianza.

Las variables, cuando fueron significativas por el análisis de varianza, se compararon por medio del Test de Tukey al 5%. Para esos análisis fue utilizado el programa estadístico Sisvar (Ferreira 2011).

Resultados y discusión

Las variables analizadas altura (p= 0,0083) y masa seca aérea (MSA) (p= 0,0244) presentaron diferencias estadísticas significativas, mientras que las variables diámetro del cuello (p= 0,0719) y masa seca radicular (MSR) (p= 0,8542) no presentaron diferencias estadísticas entre los árboles semilleros seleccionados (Tabla 1).

Tabla 1. Medias obtenidas para diámetro (mm), altura (cm), masa seca parte aérea (MSA) (g) y masa seca radical (MSR) (g) para mudas obtenidas de diferentes árboles semilleros 90 días después del repique. FCA/UNA, San Lorenzo, 2016.

Árbol semillero	Diámetro	Altura	MSA	MSR
Campus 1	4,01 a	23,39 ab	1,95 b	1,05 a
Campus 2	3,77 a	21,74 b	1,91 b	1,13 a
Caacupé 1	3,80 a	24,39 a	2,12 ab	1,06 a
Caacupé 2	3,93 a	24,53 a	2,48 a	1,16 a
Caacupé 3	3,87 a	25,08 a	2,25 ab	1,08 a
Media	3,87	23,83	2,14	1,09
CV (%)	3,58	5,75	13,10	17,09

*Medias seguidas por la misma letra minúscula en la columna, no presentan diferencias significativas por la prueba de comparación de Tukey (p≤0,05), CV: Coeficiente de variación

Para la variable altura, las mudas que presentaron mayor valor provienen del árbol semillero Caacupé 3 (25,08 cm), siendo estadísticamente similar a las mudas producidas de los árboles semilleros Caacupé 1 (24,39 cm) y Caacupé 2 (24,13 cm). Las mudas obtenidas de los árboles semilleros localizados en el Campus de la UNA (Campus 1 y Campus 2) fueron los de menor altura, con 23,29 cm y 21,74 cm respectivamente. En cuanto al diámetro de las mudas, el árbol semillero Campus 1 fue el que obtuvo mayor valor, 4,01 mm, mientras que las mudas producidas en el árbol semillero Campus 2 fue el que presentó menor valor 3,77 mm. Para las mudas producidas de los demás árboles semilleros (Caacupé 1, Caacupé 2 y Caacupé 3) se observaron pocas variaciones en los valores obtenidos (3,80; 3,93 y 3,87 respectivamente).

Atendiendo los resultados obtenidos para las variables analizadas, se puede estimar que la localización geográfica de los árboles semilleros puede ejercer cierta influencia sobre las características de las mudas producidas a partir de sus semillas. Esto se observa principalmente

para los valores de altura, donde se diferencian claramente los árboles semilleros del Campus de la UNA de los árboles semilleros localizados en la zona de Caacupé. Por otra parte, las mudas del árbol semillero Campus 1 y Caacupé 2 presentaron mayores valores de diámetro del cuello. Según Souza et al. (2006) y Reis Dutra et al. (2013) estas mudas presentaron mayores porcentajes de sobrevivencia en el campo, pues las mudas con DC superiores poseen mayor capacidad de formación y crecimiento de nuevas raíces.

Para las variables Índice de Robustez ($p=0,0072$) e Índice de Calidad de Dickson ($p=0,0000$) fueron observadas diferencias estadísticas entre las mudas producidas de los árboles semilleros seleccionados.

Los árboles semilleros Caacupé 1, con 6,43; y Caacupé 3 con 6,48 presentaron resultados muy próximos en el IR. Tanto así los árboles semilleros Campus 1 y Campus 2 con 5,85 y 5,77 respectivamente, también presentaron resultados muy próximos (Tabla 2).

Tabla 2. Medias obtenidas para Índice de Robustez (IR) (mm), y para el Índice de Calidad de Dickson (ICD), para mudas obtenidas de diferentes árboles semilleros 90 días después del repique. FCA/UNA, San Lorenzo, 2016.

Árbol semillero	IR	ICD
Campus 1	5,94 b	0,38 a
Campus 2	5,85 b	0,40 a
Caacupé 1	6,81 ab	0,36 a
Caacupé 2	6,85 ab	0,41 a
Caacupé 3	7,05 a	0,12 b
Media	6,50	0,34
CV (%)	8,81	17,15

*Medias seguidas por la misma letra minúscula en la columna, no presentan diferencias significativas por la prueba de comparación de Tukey ($p \leq 0,05$), CV: Coeficiente de variación

Los mayores Índices de Calidad de Dickson observados en las mudas producidas del árbol semillero Campus 1, Campus 2, Caacupé 1, Caacupé 2, fueron superiores al valor mínimo de 0,20 propuesto por Hunt 1990, citado por Reis Dutra (2013), el cual es recomendado

para que la variable sea un buen indicador de calidad de mudas. También puede notarse que la inferioridad estadística presentada por el árbol semillero Caacupé 3 no alcanzó el valor de 0,20 para el ICD (Tabla 2).



De acuerdo a los resultados obtenidos, las mudas de los árboles semilleros Campus 1 y Campus 2 presentaron un IR menor que seis, el cual es un indicador de que las mudas pueden ser consideradas de buena calidad. Mientras que los árboles semilleros Caacupé 1, Caacupé 2 y Caacupé 3, presentaron valores superiores a seis, sugiriendo una desproporción entre el crecimiento en altura y diámetro (Rodríguez 2008).

El índice de Dickson combina la información de los valores de peso total, índice de esbeltez y la relación del peso seco aéreo/radicular y los juzga por el defecto del tamaño de la planta, es decir que el tamaño por sí solo no es un indicador de calidad, estableciendo como valor mínimo de ICD 0,10 a 0,15 (Zumkeller et al. 2009). Los valores obtenidos para las mudas producidas a partir de diferentes árboles semilleros son relativamente altos.

Conclusión

El crecimiento de mudas de *Peltophorum dubium* en vivero es influenciado por el origen de las semillas utilizadas para su producción, observándose efectos principalmente en la altura de las mudas y en los índices de calidad de las mismas.

Referencias bibliográficas

- Ferreira, DF. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência & Agrotecnologia Lavras* 35(6):1039-1042.
- López, JA; Little LE; Ritz, G; Rombold, JS; Hohn, WJ. 2002. Árboles comunes del Paraguay: ñande yvyra mata kuera. 2 ed. Asunción, PY, Cuerpo de Paz. 458 p. (Colección e intercambio de información).
- Mercadet Portillo, A; Núñez Barrizonte, A; Bravo iglesias, JA; Montalvo guerrero, JM. 2007. Apuntes sobre silvicultura tropical. Instituto de Investigaciones Forestales. 91 p.
- Ortega Torres, E; Stutz de Ortega, L; Spichiger, R. 1989. Noventa especies forestales del Paraguay. Ginebra, SW, Ed. des Conservatoire et Jardin Botaniques. 218 p.
- Pardos, M; Montero, G. 1997. Ensayo de diferentes técnicas de cultivo de planta de alcornoque en vivero y su seguimiento en campo. *Cuadernos de la SECF* 4:93-101.
- Reis Dutra, T; Dutra Massad, M; Quintino Sarmiento, MF; Costa de Oliveira, J. 2013. Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para produção de mudas de cañafistula. *Revista Ceres* 60(1):72-78.
- Ritter Curti, A. 2011. Ritter Curti, A. 2011. Contribuições para a micropropagação de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. Tesis Maestria. Santa María, BR, Universidad Federal de Santa Maria. 96 p.
- Rodríguez, DA. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. México, Chapingo, Universidad Autónoma Chapingo, Mundi Prensa. 156 p.
- Souza, CA; Oliveira, RB; Martins Filho, S; Lima, JS. 2006 Crecimiento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. *Ciência Florestal* 16(3):243-249.
- Zumkeller, D; Galbiatti, A; De Paula, R; Soto, J. 2009. Producción de plantas de *Tabebuia heptaphylla* en diferentes sustratos y niveles de irrigación, en condiciones de invernadero (en línea). *Bosque* 30(1):27-35. Consultado 14 sep. 2016. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173113296005>

Caracterización de semillas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert colectadas de diferentes árboles semilleros

Jorge Marcelo Nuñez¹ y Enrique Benítez León^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: ebenitezleon@gmail.com

Introducción

Debido a la creciente necesidad de restaurar áreas degradadas e incrementar la producción de madera, se viene intensificando la necesidad y el interés en la propagación de especies nativas. En ese sentido, la selección de árboles semilleros es un proceso de vital importancia cuando se trata de la producción de plantas de buena calidad genética (Rahe et al. 2013). Para ello es necesario tener en cuenta aspectos relacionados con las características deseables en un árbol semillero, así como las condiciones edafoclimáticas en que esta se desarrolla, de esa manera se podrá garantizar, además de la buena calidad morfológica, que el material seleccionado presente una variabilidad genética relativamente amplia, proporcionando mejores características de adaptabilidad de las plantas a las diferentes condiciones que estas pueden ser instaladas (Fredericksen 2003).

El uso de semillas de buena calidad, y de procedencias conocidas requiere poder disponer de información para la transferencia de material genético entre los programas de mejora y los proyectos de repoblación, como paso previo para garantizar que la planta cultivada en los viveros tenga suficiente variabilidad genética y esté adaptada a las condiciones del medio de destino (Palacios 2003). El beneficio principal de un programa de control de calidad o análisis de semillas es el conocimiento que se adquiere de los atributos de las semillas estudiadas que se están produciendo y comercializando, para futuros estudios de interés sobre esos resultados obtenidos (Jara 1997).

El conocimiento de las características morfológicas y fisiológicas de las semillas

con el objetivo de una posterior producción de mudas para recuperación o enriquecimiento de áreas degradadas es de gran importancia para el mantenimiento de la biodiversidad. La falta de informaciones básicas sobre las especies nativas dificulta el aprovechamiento de estas en programas silviculturales (Ferreira 2000).

Peltophorum dubium (Sprengel) Taubert (Yvyra pyta) es una especie característica y abundante en las selvas de la Región Oriental. Se encuentra con frecuencia en la cuenca del Paraná, como también en la del río Paraguay (López 2002). Forma una parte dominante del estrato superior de todos los tipos de bosques, tanto bosque alto, como bosques bajos y húmedos. Se adapta a suelos arcillosos, profundos y bien drenados, pero también a suelos algo húmedos en los campos naturales. Es una especie heliófita, que tiene una regeneración natural muy abundante. Se le considera como especie pionera que invade todo terreno libre (Brack y Weik 1994).

El objetivo fue realizar la caracterización física de semillas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert colectadas de diferentes árboles semilleros.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el vivero forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, ubicada en el Campus de San Lorenzo. Las semillas utilizadas en el presente trabajo fueron colectadas en el mes de junio de 2015, de tres sitios diferentes, de cinco árboles en cada sitio, todos ellos del Departamento Central del Paraguay: Lote 1 (L1), semillas provenientes de cinco árboles

del Campus de la Universidad Nacional de Asunción (25°19'41" S y 57°31'08" O), Lote 2 (L2), semillas provenientes de cinco árboles del municipio de Capiatá km 23 ruta 1 (25°25'08" S y 57°27'50" O) y Lote 3 (L3), semillas provenientes de cinco árboles localizados en el Jardín Botánico de la ciudad de Asunción (25°15'00,1" S y 57°34'34" O). Para la selección de los árboles semilleros fueron considerados el estado fitosanitario de los mismos, seleccionando aquellos que no presentaban señales de ataque de plagas, enfermedades o daños visibles, también se consideró la rectitud del fuste, distribución proporcional de la copa del árbol y presencia de frutos en todos los estratos de la copa del árbol.

Los procedimientos para la determinación de las variables se realizaron siguiendo las recomendaciones de la Regla para Análisis de Semillas (RAS) de Brasil (2009) y las del ISTA (1991). Fueron realizadas las siguientes determinaciones:

Análisis de pureza: de cada lote de semillas se tomaron muestras que consistieron en el peso de por lo menos 2.500 semillas, se pesó esa muestra y se realizó la separación de sus componentes (semillas puras y material inerte). Considerando material inerte a todas las unidades de dispersión y todos los demás materiales o estructuras no definidas como semilla pura; para el posterior análisis de pureza. Se consideraron semillas puras a todas las semillas de la especie en cuestión libre de impurezas. Una vez determinado los valores de peso inicial de la muestra (PI) y el peso de las impurezas o material inerte (IM), se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Pureza (\%)} = \frac{\text{PI} - \text{IM}}{\text{PI}} \times 100 \quad (1)$$

Número de semillas por kilogramo: se realizó a partir de las semillas puras que se han separado mediante el ensayo de pureza. Se expresa normalmente como el peso de 1.000 semillas puras. El peso puede determinarse sencillamente contando 1.000 semillas y pesándolas (Borrajo y Ramírez 2006). Dicho recuento de las semillas para hallar su peso se realizó manualmente; y el peso de 1.000 semillas puras puede convertirse

en semillas por kilogramo aplicando la siguiente fórmula:

Numero de semillas por kilogramo =

$$\frac{1000 \times 1000}{\text{peso en gramos de 1000 semillas}} \quad (2)$$

Contenido de humedad: para esta determinación se utilizó uno de los métodos recomendados por la RAS (2009), el cual fue el método de estufa a 105°C. El peso mínimo de las muestras recomendado para éste método es el conjunto de semillas de 5 g. Para ello se procedió al secado de los recipientes por un periodo de 30 minutos a la misma temperatura a la que fueron expuestas las semillas. Una vez secos los recipientes se tomaron sus respectivos pesos con una balanza de precisión y se distribuyeron uniformemente las muestras en los recipientes previamente codificados. Nuevamente se volvieron a pesar estos recipientes que contenían las semillas; los mismos se colocaron en la estufa para el secado a 105°C y mantenidas bajo esas condiciones durante 24 horas. Transcurrido ese periodo se volvieron a pesar y sometidos los datos a la fórmula de contenido de humedad:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{\text{P} - \text{p}}{\text{P} - \text{t}} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

P: peso inicial, peso de recipiente y su tapa más el peso de la semilla húmeda.

p: peso final, el peso del recipiente y su tapa más el peso de la semilla seca.

t: peso del recipiente.

Los datos recolectados fueron digitalizados y procesados por medio de una planilla electrónica Microsoft Excel donde fueron efectuados los diferentes cálculos correspondientes a cada determinación realizada para caracterizar los tres lotes de semillas analizadas.

Resultados y discusión

En el análisis de pureza existen variaciones que

pueden ser observadas en relación al porcentaje de pureza de las semillas de cada lote analizado. Los valores promedios de pureza variaron de 26% para el porcentaje más bajo y 32,6% para el porcentaje más alto, semillas pertenecientes a los lotes 2 y 3, respectivamente (Tabla 1). Estos resultados obtenidos pueden ser considerados bastantes bajos, teniendo en cuenta que, semillas de especies forestales nativas, presentan valores de porcentaje de pureza que pueden variar del 70% al 90%, por ejemplo en especies de fabáceas como: *Myrocarpus frondosus* (Incienso) con una pureza del 70%, *Leucaena sp.* (Leucaena) con 75%, *Acacia mangium* (Acacia) con 70%, *Pterogyne nitens* (Yvyra) con 70%, y para el caso de la especie en cuestión, mencionan una

pureza del 85% (Salazar et al. 2000).

Como resultado del peso de 1.000 semillas se pudo obtener el número de semillas promedio que contiene un kilogramo de esta. Entre lotes, la mayor cantidad fue encontrada en el Lote 2 (L_2) con 19.342 semillas, mientras que el de menor cantidad fue el Lote 3 (L_3) con 16.025 semillas por kg. Estos resultados se ven además respaldados por los valores de análisis de pureza, es decir, el Lote 3 (L_3) presentó mayor porcentaje de pureza por su mayor composición en peso, por ende, muestra menor cantidad de semillas por kilogramo; y viceversa en el caso de Lote 2 (L_2): menor porcentaje de pureza y por ende mayor contenido de semillas por kilogramo (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de pureza, número de semillas por kilogramo y porcentaje de humedad de diferentes lotes de semillas de Yvyra pyta conformado por semillas colectadas de diferentes árboles semilleros en el Departamento Central. San Lorenzo. 2016.

Lotes	Pureza (%)	Número de semillas por kg	Humedad (%)
L_1	28,10	18.518	8,71
L_2	26,64	19.342	9,84
L_3	32,60	16.025	8,23

Según el Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento – Secretaria de Defensa Agropecuaria (MAPA-SDA) de Brasil (2013), llevando a cabo una serie de procesos (condiciones de muestreo, peso de la muestra y almacenamiento), han elaborado un cuadro donde presentan un listado de especies nativas del Brasil con sus respectivas cantidades por kilogramo, mencionando para *Peltophorum dubium* un rango de 20.000 a 21.700 semillas por kilogramo. En promedio, de los lotes estudiados se ha obtenido 17.961 semillas; mientras que analizando los valores por lote, el que se aproxima más a los valores citados por el MAPA-SDA (2013) es el Lote 2 (L_2) con 19.342 semillas.

De acuerdo a las muestras tomadas por lote, el de menor porcentaje de humedad promedio es el Lote 3 (L_3) con 8,23% y la de mayor porcentaje es el Lote 2 (L_2) con un valor de 9,84% (Tabla 1).

Según Giamminola et al. (2012), la determinación del CH de las semillas es el primer paso para estudiar la posibilidad de su almacenamiento y posterior viabilidad para la germinación. En este sentido, han concluido que semillas frescas con CH menores al 15% serían probablemente ortodoxas y que las semillas frescas de Fabaceae presentan un CH que varían entre 6 y 15%, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo, donde el CH fue de 8,2 a 9,8%.

Asimismo, Carvalho (2009), ha analizado la tolerancia a la desecación en semillas de *Peltophorum dubium*, hallando contenidos iniciales de humedad que van entre 7 a 9%, el cual está dentro del rango encontrado en el presente estudio; y concluyeron que pierden la tolerancia a la desecación en las primeras etapas de la germinación, como se da también para las demás especies de comportamiento ortodoxo. Estos tipos de semillas toleran desecaciones

bajas en contenido de humedad (3–5%), pero su longevidad aumenta con la disminución de la temperatura de almacenamiento para la posterior siembra (Correa et al. 2013).

Conclusión

El porcentaje de pureza de las semillas analizadas está por debajo de lo normal, esto podrá afectar el rendimiento de las mismas en el momento de la producción de mudas. Por otra parte, el número de semillas por kilogramo y el porcentaje de humedad se encuentran dentro del rango considerado aceptable por la literatura especializada por lo que las semillas pueden ser consideradas aptas para su utilización en la producción de plantas y/o almacenamiento.

Referencias bibliográficas

- Borrajó, C; Ramírez, M. 2006. Toma y remisión de muestras: laboratorio de semillas. Corrientes, AR, INTA Programa Capacitación.
- Brack, W; Weik, W. 1994. El bosque nativo: riqueza subestimada. Asunción, PY. DGO/MAG-GTZ. 327 p. (Serie No 15).
- Carvalho, C. 2009. Perdida y tolerancia a la desecación en semillas de *Peltophorum dubium*, durante y después de la germinación. Posgrado en Ing. For. Minas Gerais, BR, Universidad Federal de Lavras. 75 p.
- Correa, E; Alvarez, S; Espitia, M; Cardona, C. 2013. Modelos de secado y tolerancia a la desecación de semillas de *Peltophorum dubium* y *Gmelina arborea* Roxb. Revista de Ciencias Agrícolas 30(2):20-33.
- Ferreira, CAC. 2000. Recuperação de áreas degradadas. Informe Agropecuario 21(202):127-130.
- Fredericksen, T. 2003. Consideraciones para árboles semilleros en bosques tropicales bajo Manejo en Bolivia. Santa Cruz, BO, BOLFOR (Proyecto de Manejo Forestal Sostenible). 17 p.
- Giamminola, E. Morandini, M. Leonor de Viana, M. 2012. Respuesta a la desecación y a la temperatura de almacenamiento del germoplasma. Gestión y Ambiente 15(1):19–25.
- ISTA (Asociación Internacional de Ensayo de Semillas). 1991. Lista de nombres de plantas estabilizadas (en línea). 5 ed. Bassersdorf, Nomenclature Committee. 73 p. Consultado 18 jun. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/ad232s/ad232s12.htm>
- Jara, L; Turrialba, C. 1997. Secado, procesamiento y almacenamiento de semillas forestales. (en línea). Costa Rica, CATIE. Consultado 17 nov. 2015. Disponible en <https://books.google.com.py/books?id=B25tzQrGMpMC&pg=PA84&lpg=PA84&dq=pureza+de+semillas+forestales&source=bl&ots=C1Zf>
- López, JA; Little LE; Ritz, G; Rombold, JS; Hohn, WJ. 2002. Árboles comunes del Paraguay: ñande yvyra mata kuera. 2 ed. Asunción, PY, Cuerpo de Paz. 458 p.
- MAPA-SDA (Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento-Secretaria de Defensa Agropecuaria, BR). 2013. Instrucciones para el análisis de semillas de especies forestales. San Pablo, BR. 98 p.
- Palacios Vera, A. 2003. Evaluación de dos sistemas de producciones de las plantines de especies nativas en vivero forestal y su establecimiento inicial en campo. Tesis (Ing. For) San Pedro, PY, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. 39 p.
- Rahe Pereira, S; Kalife, C; D'Agostini, AP; Antonio, VL. 2013. Influencia de la temperatura en la germinación de semillas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. Informativo ABRA-TES 23(3)52-55.
- RAS (Regras para Análise de Sementes, BR). 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil. 399 p.
- Salazar, R; Soihet, C; Mendez, J. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina (en línea). Turrialba, CR, Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. Consultado 7 jul. 2016. Disponible en https://books.google.com.py/books?id=wS_3vuPi4ZgC&pg=PA16&lpg=PA16&dq=porcentaje+de+pureza+en+fabaceae&source=bl&ots=c-C7HL7Rtok&sig=rGjz

Calidad de una plantación de *Pinus taeda* L. en el distrito de Itacurubí de la Cordillera, Cordillera

Fabián Gustavo Duré Domínguez¹ y Lourdes Patricia Elías Dacosta^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: elidaco28@gmail.com

Introducción

En la planificación de un proyecto forestal con fines de producción se debe contemplar un monitoreo constante no solo de las características cuantitativas de una plantación, sino también de las cualitativas. Es importante registrar ese tipo de características ya que con ellas se pueden definir la calidad de una plantación e interceder con diferentes tratamientos si es necesario para que la plantación pueda cumplir con los objetivos futuros de producción.

Balbuena (2012) menciona la importancia de tener un registro de calidad en árboles a modo de tener un control que esté orientado a proveer información sobre el potencial de la plantación y su posibilidad de cumplir con los objetivos futuros de producción.

Según Schneider et al. (1999) para determinar la calidad de los árboles con fines productivos se registran características de ciertos parámetros como fuste, ramas, copas, defectos, clases de valor y grado de cobertura. Silva (2007) menciona que existen varios factores que determinan la calidad en una plantación entre ellas, la densidad y el espaciamiento, la competencia, el índice de sitio y los tratamientos silviculturales.

Amateis (2004) estudió las variables cualitativas de fuste en *Pinus taeda* y detectó que el número potencial de fustes de calidad es independiente de la rectangularidad de espaciamiento y que el DAP presenta heterogeneidad en función a la orientación de las líneas de la plantación.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la

calidad de una plantación de *Pinus taeda* L. en el Distrito de Itacurubí de la Cordillera.

Metodología

El estudio se realizó en un rodal de *Pinus taeda* L. de 23 años de edad, perteneciente a la Asociación Evangélica Mennonita del Paraguay. El lugar está ubicado sobre la ruta Mariscal Estigarribia a 81 km de Asunción en el distrito de Itacurubí de la Cordillera, Departamento de Cordillera. El rodal posee una superficie de 3,15 ha y el espaciamiento inicial fue de 3 m x 3 m (9 m²).

El registro de los datos fue realizado en 0,35 ha abarcando el 11,2% de la población. Se instalaron siete parcelas circulares de quinientos m² de forma sistemática a una distancia de 55 m una de la otra. Para determinar la supervivencia se utilizó la fórmula mencionada por Silva (2007):

$$S\% = \frac{ni}{n} \times 100$$

Dónde: S%: supervivencia en porcentaje; ni: número de árboles observados; n: número de árboles esperados en el área útil.

Para la recolección de los datos de calidad se utilizó una planilla de campo y se realizó una observación de los árboles ubicados dentro de cada parcela, aplicando la metodología de Schneider et al. (1999) para árboles con fines productivos.

Las variables consideradas en este trabajo y sus respectivos indicadores fueron las siguientes: Forma del fuste (largo y recto (LR), largo e

irregular (LI), medio y recto (MR), medio e irregular (MI), corto y recto (CR), corto e irregular (CI)); Ramas (gruesa, fina. desramada); Copa (copa profunda (CP), copa media (CM), copa corta (CC)); Clase de valor (altísimo valor de producción (ALVP), alto valor de producción (AVP), medio valor de producción (MVP), bajo valor de producción (BVP), ningún valor de producción (NVP)). Se aplicó la proporción expresada en porcentaje para el procesamiento y análisis de resultados de la calidad de individuos. Para tal efecto, fue utilizado el paquete de datos Microsoft Office, específicamente, Microsoft Excel® para el procesamiento.

Resultados y discusión

Se registró un total de 378 individuos de la especie *Pinus taeda* L. de los cuales 342 estaban vivos y 36 muertos en 0,35 ha. El índice de supervivencia fue del 90,4 %. La mayor parte de los individuos observados pertenecen a la clase 1 con un fuste largo y recto que representa el 43% de las observaciones, seguido de la clase 2 con individuos de fuste largo e irregular que representan el 27% de las observaciones. Fustes medios y rectos (Clase 3) representan el 14%, medios e irregulares (Clase 4) el 10%, y fustes

cortos, rectos e irregulares (Clase 5 y 6) el 3% respectivamente.

El rodal no tuvo ningún tratamiento silvicultural registrado desde la fecha de plantación. Solo existen testimonios sobre una intervención para la poda de ramas. Mattos (2003) menciona que aspectos de calidad en el fuste pueden mejorarse con tratamientos silviculturales como podas o desramas. Esto pudo afectar la calidad del fuste de los individuos registrados.

En cuanto a la clase de tipo de ramas existentes en los individuos, aunque la presencia de ramas finas llegó al 56% de las observaciones, las ramas gruesas también tuvieron una proporción significativa ya que llegó al 37%. Los individuos observados presentaron una mayor proporción de copa de clase 2 (copa media), llegando a un 59%. Las clases 1 (copa profunda) y 3 (copa corta) representaron el 21% y el 20% respectivamente. Con respecto a las clases de valor, el mayor porcentaje fue para la clase 3 o clase de valor media (MVP) representando el 57% de las observaciones. La clase de valor 2 o Alto valor de producción (AVP) también tuvo un porcentaje elevado llegando al 27% (Figura 1).

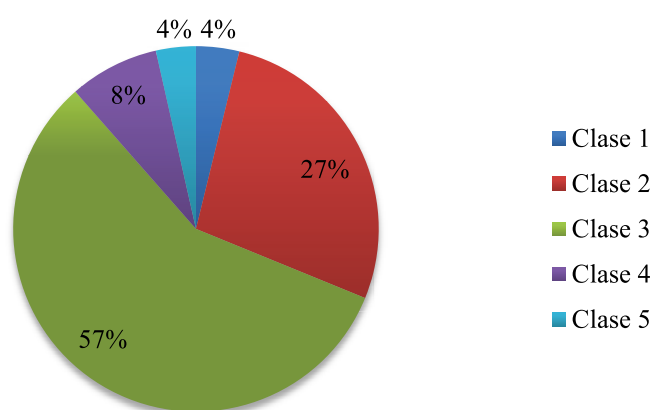


Figura 1. Clases de valor en el rodal de *Pinus taeda* L.

El rodal estudiado está presente en suelos del tipo inceptisol, característico por poseer pocos nutrientes. Lamprecht (1990) menciona que el género *Pinus* posee un amplio rango de

adaptabilidad en suelos marginales o degradados y que los incrementos en algunas especies pueden llegar a ser altos a muy altos por lo que no se puede deducir que el tipo de suelo influyó

directamente en el valor de la plantación, ya que se pudieron observar individuos con un valor de producción alto y muy alto. Para la clase 2 (cerrada) se obtuvo mayor porcentaje llegando al 61,11% en la línea y 63,45% entre líneas y la clase 3 (abierta – clara) representó un 20,47% en la línea y 15,50% entre líneas (Figura 2).

El espaciamiento y la densidad son los factores más influyentes en la calidad de una plantación ya que, al existir poco espacio para el desarrollo de los individuos, estos deben competir por nutrientes en el suelo y luz solar lo que genera individuos de baja calidad (Amateis 2004, Arias y Camacho sf., Alvarado 2011, Silva 2007). Así, el volumen esperado en una plantación es distribuido en mayor cantidad de árboles, pero de una calidad baja.

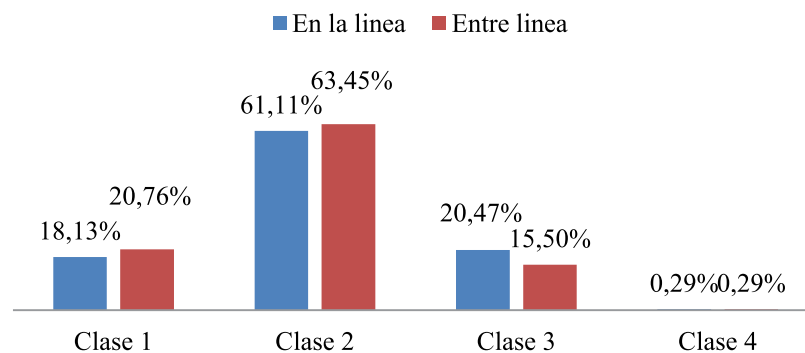


Figura 2. Grado de cobertura en el rodal de *Pinus taeda* L

Conclusión

Tomando en cuenta la clase de valor, se concluye que el área observada posee una clase de valor medio. El grado de cobertura fue muy alto para la categoría cerrada, por lo que se puede afirmar que existe una competencia muy fuerte entre los individuos, afectando la calidad de los mismos. Se sugiere ejecutar estudios sobre índice de densidad de rodal para obtener un óptimo espaciamiento y disminuir la competencia

Referencias bibliográficas

- Amateis, RL. 2004. The effect of spacing rectangularity on item quality in loblolly pine plantations (en línea). Canadian Journal of Forestry Research 34(2):498-501. Consultado 19 nov. 2016. Disponible en <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/x03-210#.WDBnX7LhDIU>
- Arias, D; Camacho, P. s.f. Validación del índice de densidad del rodal para el manejo de plantaciones forestales de *Tectona grandis* en el trópico. Costa Rica, Instituto tecnológico de Costa Rica.
- Alvarado, LS. 2011. Efecto del espaciamiento y descope en el crecimiento y calidad de plantaciones de *Tectona grandis* en la zona sur de costa Rica. Tesis. Lic. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería Forestal. 104 p.
- Balbuena, A. 2012. Calidad de los árboles de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan y *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert en la parcela experimental de la FCA/UNA. Pasantía Ing. For. San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Forestal FCA UNA. 31 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenible. Eschborn, GR, Cooperación técnica República Federal de Alemania. 335 p.



- Mattos, RB; Durlo, MA; Lúcio, A. 2003. Possibilidade de ganho de fuste em espécies euxilóforas nativas da Região Central do rio grande do Sul (en línea). *Ciência Florestal* 13(2):111-113.
- Schneider, P; Brena, D; Finger, C. 1999. Manual para a coleta de informações dendrométricas. 2 ed. Santa Maria, UFSM CCR CEPEF. 33 p.
- Silva, L. 2007. Morfometria, qualidade do tronco e da copa de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. em povoamento experimental no Estado do Rio grande do Sul (en línea). Tesis. Dr Ing. For. Santa Maria, BR, UFSM RS. 75 p.

Potencial productivo de un rodal de bosque nativo para el manejo forestal sostenible en la Estancia Golondrina, Departamento de Caazapá

Erika Romina Costa Lares¹, Elizabeth Monges^{1*}, Patricia Elias¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: costa.lares18@gmail.com

Introducción

Los bosques nativos representan una opción de desarrollo económico y social mediante la extracción de madera para leña, rolliza, postes, cercos o bien madera aserrada para consumo propio o para la venta. De ahí la importancia de la implementación del manejo forestal sostenible en los bosques nativos, que planifique la utilización de los recursos naturales existentes. Los bosques manejados no solo aportan a la mejora de los medios de vida, sino que también proporcionan importantes servicios ambientales como la protección de suelos, la regulación del ciclo del agua y la conservación de la biodiversidad.

De esta manera, se considera al manejo forestal sostenible como una estrategia para la gestión de los recursos naturales al ser una alternativa para controlar el proceso de deforestación y degradación de los bosques. Desde el punto de vista técnico, las condiciones adecuadas para el manejo forestal sostenible exigen información que en parte se relaciona con el volumen disponible en el rodal (Camacho y Finegan 1997).

Esta investigación tiene la finalidad de demostrar la importancia de los bosques nativos como fuente de productos maderables describiendo su condición para un manejo sostenible. El objetivo del estudio fue determinar el potencial económico de un bosque nativo.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en la Estancia Golondrina, ubicada en el norte del Departamento de Caazapá. La población consistió en el bosque alto de la reserva natural de la propiedad, que

abarca 1.207 hectáreas. El diseño del estudio fue no experimental, cuali-cuantitativo con un enfoque descriptivo. Se realizó un inventario forestal de tipo sistemático por conglomerado, con un intervalo de confianza del 90% (UNIQUE 2014).

Las unidades de muestreo consistieron en 36 parcelas circulares de 1.000 m² distribuidas en nueve clusters, cada parcela anidada estuvo conformada por dos circunferencias concéntricas de 17,8 m y nueve m de radio. En la primera circunferencia (1.000 m²) se registraron todos los individuos con DAP mayor o igual a 20,1 cm, y en la segunda circunferencia (250 m²) se tomaron en cuenta aquellos individuos con DAP entre 10 y 20 cm.

Las variables medidas fueron el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), la Altura Comercial A (desde la base hasta la primera bifurcación), y la Altura Comercial B (desde la primera bifurcación hasta el total del fuste aprovechable), la clasificación silvicultural (árbol futuro, maduro, competidor e indiferente) y el estado fitosanitario (árbol sano, por debajo de la media y enfermo) de cada individuo.

El análisis del potencial productivo se realizó mediante la agrupación de las especies según su grado de aceptabilidad en el mercado. Los precios base utilizados para la estimación del valor económico de las especies comerciales en el rodal fueron facilitados por la empresa para rollos ya colocados sobre camión en la planchada de la propiedad (ForCerPa 2015).

En cuanto al rendimiento se consideró el 65% del volumen real para volumen comercial según Grulke (2006).

Resultados y discusión

El inventario realizado arrojó como resultado un promedio de volumen total de 138,98 m³ ha⁻¹ para las 53 especies registradas con DAP ≥ 10 cm. El error de muestreo fue de 3,05% con una confiabilidad del 90%. Estos resultados pueden considerarse aceptables, ya que el Instituto Forestal Nacional (INFONA) considera un error admisible de 20% para individuos con DAP ≥ 10 cm (INFONA 1992). Del volumen total registrado (138,98 m³ ha⁻¹), 82,25 m³ ha⁻¹ pertenecen a las especies aprovechables por la empresa, los cuales totalizaron 25 especies.

Teniendo en cuenta los individuos que presentaron Diámetro Mínimo de Corta (DMC), se registraron veinte especies comerciales que arrojaron un promedio de volumen comercial de 38,19 m³ ha⁻¹.

Sanabria (2016), en su estudio de caracterización silvicultural de un bosque nativo manejado ubicado en el área de estudio (Unidad V, 335 ha), registró 25 especies comerciales, que presentaron un volumen comercial de 46,46 m³ ha⁻¹. Esto coincide con lo mencionado por Borsy et al. (2011), que en su investigación sobre los aspectos económicos del manejo de bosques nativos, afirman que existe un aumento de hasta 70% de productividad aplicando un manejo sostenible en comparación al manejo tradicional.

Las especies que presentaron mayor volumen en el bosque bajo estudio fueron *Nectandra megapotamica*, *Nectandra lanceolata*, *Cordia americana*, *Apuleia leiocarpa*, *Lonchocarpus leucanthus*, *Chrysophyllum gonocarpum* y *Cedrela fissilis* (Tabla 1).

Tabla 1. Volumen de las especies comerciales con DMC.

Especies	Volumen comercial (m ³ ha ⁻¹)
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	6,75
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart. Ex Nees	6,08
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S. Mill	4,12
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	3,45
<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	3,08
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	2,63
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	2,51
Otras especies	9,57
Total	38,19

Según la clasificación utilizada por la empresa teniendo en cuenta las alturas, el volumen comercial A encontrado fue de 19,3 m³ ha⁻¹ y el volumen comercial B fue de 18,9 m³ ha⁻¹. Si bien la diferencia entre ambos volúmenes no es mucha,

el mayor registro del volumen comercial A se concentró en las clases diamétricas inferiores, mientras que las del volumen comercial B se distribuyó en las distintas clases diamétricas (Figura 1).

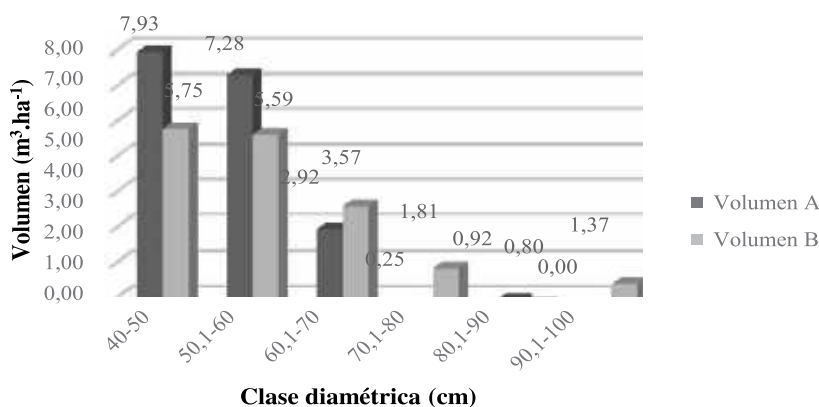


Figura 1. Volumen comercial A y B por clase diamétrica.

La especie *Nectandra megapotamica* fue la que presentó mayor Volumen A, con 3,70 m³ ha⁻¹. En cuanto al Volumen B, la especie *Cordia*

americana fue la que registro el valor más alto con 3,38 m³ ha⁻¹ (Figura 2).

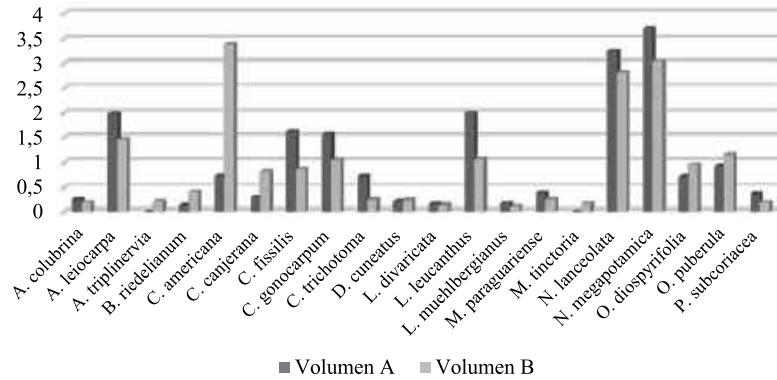


Figura 2. Volumen A y B de especies comerciales con DMC.

Esta misma clasificación, pero teniendo en cuenta la sanidad de cada individuo, demostró que las especies presentaron mayores valores de volumen A con sanidad 1, con un total de 10,73 m³ ha⁻¹. La especie *Nectandra megapotamica* fue la que presentó mayor valor de volumen A con

sanidad con 2,06 m³ ha⁻¹. Cabe destacar que el valor más bajo registrado en esta clasificación corresponde al del volumen A con sanidad 3, que presentó 0,47 m³ ha⁻¹, por lo que se puede decir que el bosque en estudio presenta buenas características fitosanitarias (Figura 3).

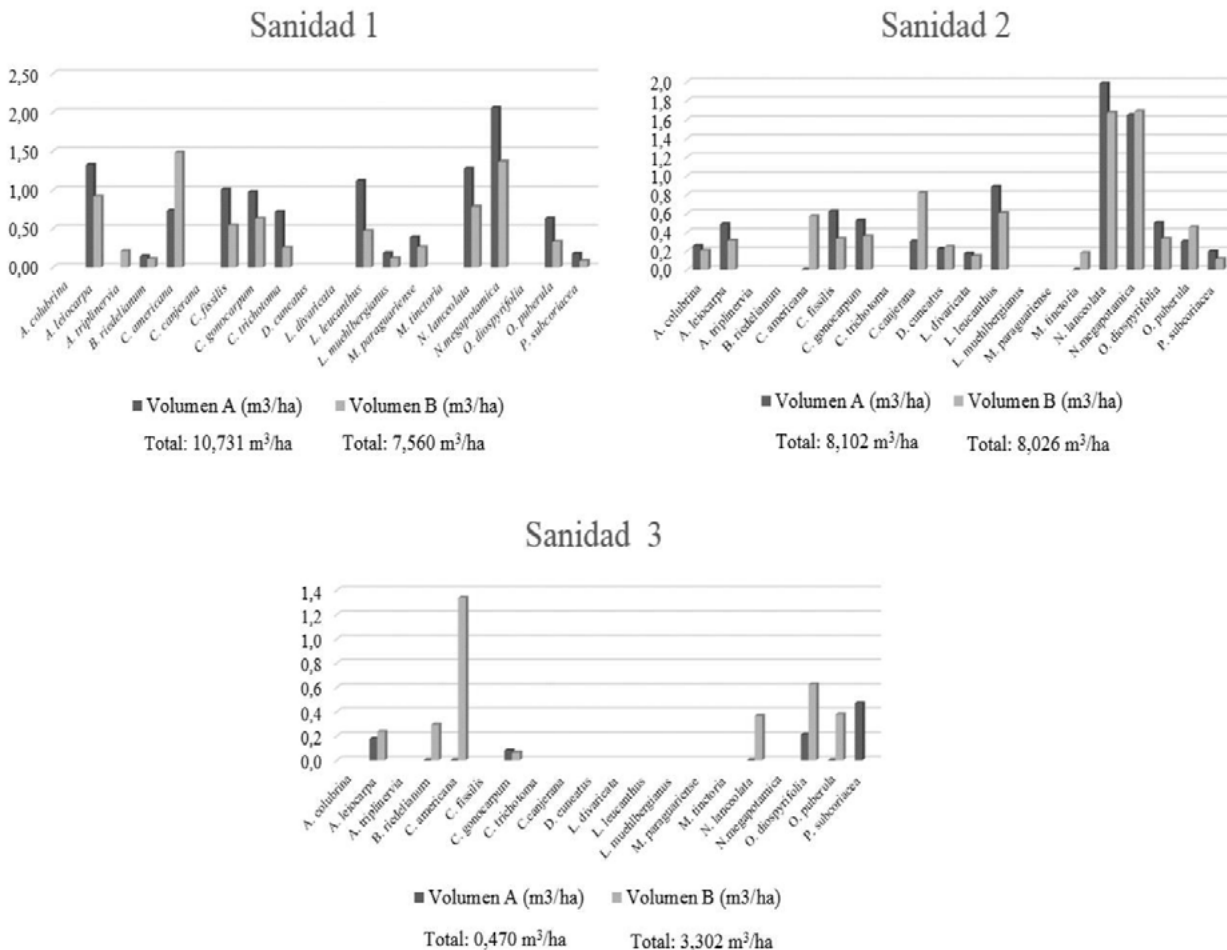


Figura 3. Volumen A y B según sanidad.

Considerando un rendimiento del 65% del volumen en pie (Grulke 2006), el bosque en estudio presentó un ingreso estimado neto de 1292,65 USD ha⁻¹ para las veinte especies comerciales que contaban con DMC (Tabla 2).

El volumen de las especies de calidad alta fue de 2,28 m³ ha⁻¹ (271,09 USD ha⁻¹), mientras que las de calidad intermedia y baja (otras especies) presentaron volúmenes de 11,72 m³ ha⁻¹ y 10,81 m³ ha⁻¹ respectivamente.

Tabla 2. Productividad del bosque.

Nombre Científico	Volumen Comercial (m ³ ha ⁻¹)*	USD m ³	Ingreso (USD ha ⁻¹)
<i>Cedrela fissilis</i>	1,62	133	216,52
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0,35	92	32,93
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,29	72	21,52
Subtotal	2,28		271,09
Otras especies	22,53	<59	1.021,52
Total	24,82		1.292,51

*Volumen comercial considerando el 65% de rendimiento

Conclusión

Los límites del rendimiento volumétrico calculado y su valor bajo las condiciones del estudio son conservadoras. En el bosque bajo estudio, el mayor ingreso calculado proviene de las especies de valor intermedio.

El volumen comercial registrado corresponde a valores aceptables para un rodal apto para ser sometido al manejo silvicultural para fines comerciales. En algunas especies se demostró que el rendimiento volumétrico se compara favorablemente con los rendimientos de los rodales manejados en la misma propiedad. Según el volumen comercial total registrado y los precios por especie en UDS m⁻³ se determinó que el ingreso estimado neto es óptimo.

Referencias bibliográficas

Borsy, P; Gadea, R; Vera, E. 2011. Manejo forestal y agricultura de conservación, experiencias de pequeños productores de la Región Oriental de Paraguay. Asunción, PY, MAG GTZ. 234 p.

Camacho, M; Finegan, B. 1997. Efectos del aprovechamiento y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: el crecimiento diamétrico con énfasis en el rodal comercial. Turrialba, CR. 54 p.

Grulke, M. 2006. Proyecto manejo sostenible de recursos naturales (PMRN): comercialización de la madera y cadena productiva. Asunción, PY, MAG. 54 p.

INFONA (Instituto Forestal Nacional). 1992. Que reemplaza a la resolución n° 61/92 y reglamenta la elaboración de los planes de aprovechamiento y manejo forestal. Asunción, Py. 4 p.

Sanabria, S. 2016. Caracterización silvicultural de una unidad forestal basado en datos multitemporales de un bosque nativo manejado en la Estancia Golondrina. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Forestal FCA UNA.

UNIQUE. 2014. Manual de inventario forestal en bosques naturales en Paraguay. Freiburg, AL, Payco – ForCerPa. 10 p.

Rendimiento operativo y costos de dos tipos de poda forestal en plantaciones de Eucalyptus

Oscar Manuel Vera Cabral^{1*}, Gustavo Osmar Cristaldo Chamorro¹,
María Laura Quevedo Fernández¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: oscarveracabral@gmail.com

Introducción

Las plantaciones de Eucalyptus establecidas con el objetivo principal de obtener madera sólida de calidad (madera *clear*) destinada a las exigentes industrias del laminado y el aserrado (Barrio et al. 2008) requieren de un régimen silvicultural y manejo específico y exclusivo que contempla varios tratamientos, entre ellos, la poda forestal. Ésta tiene la finalidad de evitar la aparición de defectos en la madera durante el crecimiento de los árboles (nudos, manchas y fibras desviadas, entre otras). En el mercado, la madera *clear* posee un precio superior debido al valor adicionado por la poda forestal. Sumado a la búsqueda de productos adecuados al requerimiento industrial en cuanto a cantidad y calidad, la aplicación de la poda en la producción de madera guarda aspectos interesantes tales como necesidad de atender varios criterios técnicos a fin de evitar el perjuicio del crecimiento del bosque por su empleo (Montagna et al. 1993) y por sobre todo, los aspectos operativos y económicos de su realización (Machado da Fonseca 1979), que la convierten en una intervención onerosa y muy difícil de ejecutar (Schneider y Schneider 2008).

La poda forestal es un trabajo artesanal realizado manualmente con herramientas básicas y técnicas rudimentarias, con mucho requerimiento de mano de obra, aspecto que no ha podido ser salvado con la mecanización, mediante métodos químicos o por el mejoramiento genético orientado a alcanzar los mismos resultados, a pesar del nivel tecnológico empleado, actualmente, en la producción forestal. Esta importante intervención influye positivamente en la calidad de la producción y mejora la

cotización de la madera en el mercado, sin embargo, para relacionar los costos y beneficios de su implementación, en nuestro medio no se cuenta con información pertinente.

Conforme a lo expuesto, este trabajo fue desarrollado con el objetivo de determinar los costos operativos de producción basada en el rendimiento operacional del trabajo de dos tipos de poda en Sistemas de Producción Múltiple, de la Región Oriental del Paraguay; a fin de poder contar con la base referencial, para auxiliar al proceso de la planificación, ejecución y evaluación de la gestión de las plantaciones forestales destinadas a la producción de madera *clear*.

Metodología

Los datos fueron colectados durante la poda forestal de dos rodales de *Eucalyptus urograndis*, plantados a una densidad inicial de 4 m x 2 m (1.250 plantas por ha), establecidas y manejadas por una empresa forestal del Departamento de Caaguazú. Se estudió la aplicación de dos modalidades de poda, la primera fue con un levante de 3 hasta 4,5 m de altura (poda media) e intensidad de 50% y la segunda con un levante de 6 hasta 7,5 m (poda alta), resultando una intensidad de 56%, realizadas por dos operadores en cada tipo, apoyados con la misma herramienta y equipo auxiliar, dado por un serrucho curvo montado sobre un bastón de aluminio.

El método de colecta de datos consistió en el análisis del trabajo realizado sobre la actividad de poda mediante la implementación de un estudio de tiempos y movimientos que se basó en la

medición de los ciclos de trabajo. La medición de los ciclos de trabajo de poda fue realizada mediante la observación y cronometraje “tipo continuo” de videos, obtenidos mediante la filmación a campo de la actividad emprendida por los trabajadores. Los tiempos fueron sistematizados y analizados mediante una planilla digital elaborada para esta finalidad, discriminándose entre estos, aquellos productivos e improductivos y una subdivisión de estos. La cantidad de ciclos de operación que fueron observados como muestra, buscando un error máximo del 10%, a una probabilidad del 95%, fue calculado mediante la expresión propuesta por Barnes (1968) que establece que

$$n \geq \frac{t^2 * CV^2}{LE^2}$$

donde: n es el número mínimo de ciclos; t es valor de t de Student para el nivel de probabilidad deseado (n-1) grados de libertad; CV es el coeficiente de variación, en porcentaje y LE, el error máximo admitido expresado en porcentajes.

Fueron observados 1.550 ciclos de operativos, los cuales fueron realizados considerando la estandarización de todos los factores que potencialmente pueden influir en el trabajo de poda, tales como: las características dasométricas y epidométricas particulares de los árboles y el rodal, particularidades del terreno, rasgos de los operadores, medios y técnicas involucrados en la ejecución del trabajo y finalmente el tipo y características de la poda realizada. Estos factores fueron caracterizados a campo mediante un inventario forestal, medición de las dimensiones y el peso de los elementos involucrados.

Fueron establecidos los costos de operación

y de producción en base a la determinación de parámetros técnicos del trabajo de poda forestal (Inversión de tiempo, Eficiencia y Productividad Operacional), los cuales sirvieron de insumo para la medición de los costos por la metodología de cálculo propuesta por Miyata et al. (1981) y modificada por Murillo y Guevara (2009).

Resultados y discusión

El desempeño o rendimiento operativo de los trabajadores, en ambas modalidades de poda indicada por el tiempo promedio requerido para la poda de cada árbol(s), la Eficiencia Operacional (% de tiempo efectivamente trabajado) y la Productividad (cantidad de árboles podados por hora efectiva de trabajo, expresada como árb h⁻¹), se presenta a continuación en la Tabla 1.

El rendimiento operativo del trabajo de poda forestal para ambas modalidades de esta intervención, realizados por personas entrenadas, con experiencia y equipados con serrucho curvo y bastón, requieren tiempos de trabajo inferiores a un minuto por cada árbol. El test de t, aplicado al desempeño de los dos trabajadores no ha presentado diferencias significativas en el promedio de los valores que muestran este resultado. Por tratarse de un trabajo manual, la poda forestal presenta una deficiente utilización efectiva de una jornada de trabajo por motivo del esfuerzo requerido por el trabajador y la obligatoria inversión de aproximadamente el 30% de tiempo de la jornada de trabajo a interrupciones no operativas destinadas a pausas para el descanso, resultados conformes a las determinaciones presentadas por Cardoso (2009) y Schiling (1996).

Tabla 1. Valores medios correspondientes al rendimiento operativo del trabajo de poda forestal bajo 2 modalidades (poda media y poda alta).

Tipos de poda	Duración del ciclo de poda o inversión de tiempo (s)			Eficiencia Operacional (%)			Productividad del trabajo (árb h ⁻¹)		
	Operador 1	Operador 2		Operador 1	Operador 2		Operador 1	Operador 2	
Poda media	40	43	ns	68	70	ns	90	86	ns
Poda alta	28	27	ns	74	76	ns	127	130	ns

Dónde: *=significativo; ns=no significativo según el Test de t con un porcentaje máximo de error del 10 % y una probabilidad del 95 % (p=0,05).

Bajo las condiciones de estudio, la productividad (cantidad de árboles podados por hora efectiva de trabajo) permite el tratamiento de una mayor cantidad de árboles por hora efectiva laboral en la poda alta. Esta situación es discordante considerando que en esta modalidad se trabaja a otro nivel de altura del suelo y con menor visibilidad, sin embargo, el desempeño superior se atribuye al mayor peso de la herramienta debido a la extensión del bastón, utilizado por el trabajador como una ventaja en el corte de ramas. Para podar una ha de este tipo de plantaciones son requeridas entre dos a 2,5 jornadas para la poda media y 1,5 a dos jornadas para la poda alta respectivamente. Rendimientos equivalentes han sido indicados por Schneider y Schneider (2008) para estas condiciones del bosque y parte de los factores que influyen en esta tarea.

Considerando el rendimiento operativo, una tasa de interés del 12% anual y los valores de precios considerados para la mano de obra, los insumos empleados y el régimen de trabajo (salario mensual, con jornadas de 8 horas diarias), el costo operativo de la poda media ascendió a 23.728 Gs h⁻¹ y para la poda alta de 22.380 Gs h⁻¹. En cuanto a los costos de producción, se determinó que podar cada árbol hasta seis m de altura cuesta 281 Gs. y 172 Gs. hasta los 7,5 m en la poda alta.

Por las características de este trabajo manual, la mano de obra tiene un alto porcentaje de participación en la estructura de los costos, destacándose también la escasa depreciación de las herramientas y equipos auxiliares empleados.

Conclusión

La poda forestal es un tratamiento muy importante en la producción de madera de calidad. Su empleo genera elevados costos de producción que se encuentran en el orden de 351.250 y 215.000 Gs ha⁻¹, para la poda media y alta respectivamente. Los valores de costos son dependientes de la baja productividad operativa que presentan los trabajadores en su ejecución (90 a 130 árboles por hora efectiva de trabajo).

Referencias bibliográficas

- Barrio, M; Castedo, F; Majada, J; Hevia, A. 2008. Manual básico de la poda y formación de los árboles forestales. Madrid, España, Mundi prensa. 241 p.
- Barnes, R. 1968. Motion and time study; desing and measurement of Word. United States, Jonh Willey & sons. 201 p.
- Cardoso, D. 2009. Viabilidade técnica e econômica da poda emplantações de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*. Tese Doutorado. Curitiba, Brasil, Universidade Federal do Paraná. 144 p.
- Machado da Fonseca, S. 1979. Implicações técnicas e econômicas na utilização da desrama artificial. Piracicaba, Brasil, IPEF. 12 p. (Circular técnica N° 46)
- Miyata, E; Steinhilb, H; Winsauer, S. 1981. Usingworksamplig to analyze loggingoperations. Houghton, United States, USDA ForestService. 688p.
- Montagna, R; Fernandes, P; Rocha, F. 1993. Influência da desrama artificial sobre o crescimento e a densidade básica da madeira de *Pinus elliottii*var.*elliottii*. Piracicaba, Brasil, IPEF. (Série Técnica 9(27):35-46.)
- Murillo, O; Guevara, M. 2009. Costo y rendimiento de ocho tipos de poda en plantaciones jóvenes de *Acacia mangium* Willd en la zona norte de Costa Rica. Kuru: Revista Forestal 6(17):1-7 p.
- Schiling, A. 1996. Influência de desrama sobre a qualidade da madeira de primeiro desbaste de *Pinuselliottii*Engelm. Tesis Engenharia Florestal. Santa Maria, Brasil, UFSM. 73 p.
- Schneider, P; Schneider, J. 2008. Introduçãoao manejo florestal. 2 ed. Santa Maria, Br, FACOS-UFSM. 566 p.

Respuesta de la escarificación en la germinación de semillas de *yyvra pytã* *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert

Ruth Pistilli^{1*} y Oscar Schupp¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay.

*Autor para correspondencia: ruthpistilli@hotmail.com

Introducción

Peltophorum dubium (Sprengel) Taubert, es conocido en el Paraguay como *yyvra pytã*; es una especie de gran importancia por su utilización como planta ornamental, medicinal, en la construcción civil y naval y en la recuperación de áreas degradadas. Su crecimiento es rápido, clasificándola como una especie con la capacidad de regeneración artificial (Carvalho 1994). Sin embargo, como en la mayoría de las Fabaceae presenta dormencia, lo cual dificulta su germinación debido a la presencia de tegumento rígido que impide la penetración del agua y los procesos metabólicos inherentes a la germinación (Salerno et al. 1996).

Según Aquino et al. (2006), el proceso de maduración de las semillas varía con las condiciones ambientales, con las especies e inclusive con el control genético dentro de una misma especie.

Dado que la formación de mudas de esta especie es fácil por la abundante producción de semillas, y de manera a utilizarla en programas de reforestación, es necesaria su reproducción en forma masiva. Esta necesidad obliga a someter a las semillas de *yyvra pytã* a tratamientos orientados a controlar y homogeneizar su germinación para de esa manera iniciar su reproducción en grandes cantidades bajo condiciones de vivero.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la escarificación para superar la dormencia tegumentaria de semillas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert.

Metodología

El experimento fue ejecutado en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción, ubicado en el km 1,5 de la Ruta V Gral. Bernardino Caballero de la ciudad de Concepción, Departamento de Concepción, durante los meses de Junio a Julio del 2015, siendo utilizadas semillas de la especie forestal nativa *yyvra pytã* obtenidas de plantas localizadas en bosques permanentes del campo experimental de la facultad mencionada.

El diseño experimental utilizado en el experimento fue el de bloques completos al azar (DBCA), compuesto por seis tratamientos con cuatro repeticiones consistentes en: escarificación mecánica mediante una lima hasta la rotura del tegumento, escarificación química con ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado (97%) y diluido (50%) por 15 minutos; escarificación física por inmersión en agua a temperatura de 25°C y 100°C, y semillas sin tratar (Piroli et al. 2005). Las determinaciones evaluadas siguieron la metodología establecida por (MAPA 2009).

Para determinar el porcentaje de humedad de las semillas, cuatro repeticiones de 1 g de semillas fueron sometidas al método de estufa a 105° ± 3°C por 24 h, al cabo de ese tiempo se pesaron las muestras de manera a determinar el contenido de humedad de las semillas, mediante la siguiente fórmula y expresando los resultados en porcentaje (MAPA 2009).

$$\% \text{ de Humedad (U): } [100 \times (P - p)/(P - t)] \quad (1)$$

El peso de mil semillas fue caracterizado empleando ocho muestras, siendo cada una de ellas compuesta por cien semillas, para así obtener el peso en balanza analítica de precisión de 0,01 g. Los resultados obtenidos fueron expresados en gramos (g) según la siguiente fórmula. PMS: (Peso de la muestra x 1.000)/N° total de semillas (MAPA 2009).

Para evaluar las determinaciones sobre porcentaje de vigor y germinación, fueron utilizadas cuatro repeticiones de cien semillas por cada tratamiento, sembradas en dos hojas de papel para germinación previamente humedecidas con agua en cantidad equivalente a 2,5 veces el peso del papel y colocadas en bandejas plásticas transparentes con tapa. Se mantuvieron en condiciones ambientales a temperatura promedio de 25°C, con fotoperiodo de 8 h luz y 16 h de oscuridad. El porcentaje de germinación fue evaluado a los siete y 14 días, llevando en consideración las plántulas normales (MAPA 2009).

Los resultados del porcentaje de germinación fueron sometidos a análisis de varianza mediante el Test Fischer al 5% y las medias fueron comparadas entre sí por el Test de Tukey al 1%, empleándose el paquete estadístico ESTAT 2.0 de la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias de la Universidad Estadual de Sao Paulo.

Resultados y discusión

Durante el proceso de maduración ocurre la pérdida de agua por parte de las semillas; en ese sentido, las muestras de semillas de yvyra pytã sometidas al método de estufa presentaron un porcentaje de humedad en media de 12,96%, resultando superior a lo obtenido por Aquino et al. (2006), quienes al determinar el porcentaje de humedad de semillas de la misma especie mencionada, verificaron que el porcentaje de humedad de semillas fue de 11,88%. En relación al peso de mil semillas, se constató un peso medio de 58,98 g.

Los mayores valores obtenidos para vigor correspondieron a los T₂ (escarificación mecánica), T₄ (H₂SO₄ diluido 50%) y T₃ (H₂SO₄ concentrado 97%) con 97,50, 90,75 y 82,50% respectivamente; mientras que el menor valor fue para el tratamiento sin escarificación con 0,75%. El coeficiente de variación fue de 9,35% (Tabla 1).

Así también, en relación al porcentaje de germinación, con los mismos tratamientos mencionados anteriormente para vigor, se obtuvieron los mejores resultados con 98,00, 92,50 y 91,50% difiriendo los mismos estadísticamente con los demás tratamientos. El coeficiente de variación fue de 5,31%.

Tabla 1. Vigor y germinación de semillas de yvyra pytã influenciadas por diferentes métodos de escarificación. FCA/UNC, Concepción, 2015.

Tratamientos	Vigor (%)		Germinación (%)	
T ₂	97,50	a	98,00	a
T ₄	90,75	a b	92,50	a
T ₃	82,50	b	91,50	a
T ₆	34,50	c	38,50	b
T ₅	1,25	d	1,25	c
T ₁	0,75	d	0,75	c
Media General (%)	51,21		53,75	
Coefficiente de Variación (%)	9,35		5,31	
DMS	11,01		6,57	

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el test de Tukey al 1% de probabilidad de error, DMS: Diferencia mínima significativa

Paredes et al. (2012), estudiando la superación de dormencia de semillas de *yvyra pytã* mediante varios tipos de escarificación, observaron que los tratamientos de escarificación mecánica y ácido sulfúrico concentrado (97%) fueron los más efectivos, con 88,89% y 80% de germinación, resultados semejantes a los obtenidos en el presente estudio para los métodos de escarificación.

Así mismo, Salerno et al. (1996), con la utilización de ácido sulfúrico concentrado mezclado con semillas de *yvyra pytã* por periodos de 4 a 20 minutos, verificaron que resultó ser un método eficiente para romper su tegumento y promover la germinación. Por su parte, Piroli et al. (2005), mencionan que las semillas para germinar deben estar maduras, ser viables y estar libre de dormencia; así también analizando la respuesta germinativa con el uso de escarificación acida por 15 minutos verificaron un 83% de germinación para la especie.

En cuanto a la escarificación por inmersión en agua a 25 y 100°C, fueron los que ofrecieron menores resultados. Similarmente, Salerno et al. (1996), reportaron una drástica reducción en el porcentaje de germinación al someter semillas de *yvyra pytã* a la aplicación de agua caliente en las temperaturas de 50 a 90°C, resultando no ser eficientes.

Se observó que las semillas que no recibieron tratamiento para romper la dormencia no difieren estadísticamente con el T_{50} , arrojando 0,75% de germinación; sin embargo lo hicieron con los demás tratamientos. Esto puede deberse posiblemente por la instalación de la dormencia causada por la impermeabilidad del tegumento, característico de esta especie.

Estos resultados permiten verificar que es necesaria la escarificación de semillas de *yvyra pytã*, en virtud de reducir el tiempo de germinación y mejorar la productividad de una población forestal.

Conclusión

La germinación de semillas después de ser aplicada la escarificación mecánica fue superior a las obtenidas con los demás tratamientos, seguida del ácido sulfúrico diluido y ácido sulfúrico concentrado.

Se puede recomendar la inmersión en H_2SO_4 diluido (50%) como tratamiento para superar la dormencia causada por la impermeabilidad del tegumento de semillas de *yvyra pytã*, *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert.

Referencias bibliográficas

- Aquino, NF; Bortolini, M; Campagnolo, MA; Ignacio, VL; Kopper, AC; Malavasi, MM. 2006. Dormência de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento. Paraná, BR.: Scientia Agraria Paranaensis 5(2): 31-37.
- Paredes L, LP; Elias D, LP; Paredes F, JQ. 2012. Influencia de la escarificación en la germinación de semillas de *Yvyra pytã* [*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert]. In: CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS, II SEMINARIO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES. (2a, 3a, 2012, San Lorenzo, PY). Trabajos presentados. Leguizamon, CA; Causarano, HJ (Ed.) San Lorenzo, PY: FCA/UNA. p. 578-580.
- Piroli, EL; Custodio, CC; Rocha, MRV; Udenal, JL. 2005. Germinação de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taub. tratadas para superação da dormência. Colloquium Agrariae, 1(1):13-18.
- Salerno, AR; Schallenberger, TCH; Stuker, H. 1996. Quebra da dormência em sementes de Canafístula. Agropecuária Catarinense, v.9, n.1, p.9-11.

Caracterización del componente forestal en parcelas de sistemas silvopastoriles asociados a algarrobos (*Prosopis* spp.)

Shady Susana Ruiz Díaz Medina^{1*}, Maura Isabel Díaz Lezcano¹, Antero J. N. Cabrera², Jorge David Ramírez Ortega³

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Administración Agropecuaria, Sección Chaco. Mcal. Estigarribia, Paraguay

³Instituto Forestal Nacional. San Lorenzo, Paraguay

*Autor para correspondencia: susanardm@gmail.com

Introducción

En Paraguay, la actividad productiva mayoritaria del Chaco es la ganadería. Los procesos de cambio en el uso del suelo han ido en aumento sin considerar los riesgos a los cuales se exponen los suelos y el ambiente en general, ni los cambios drásticos provocados por la deforestación y sus consecuencias (Mereles y Rodas 2009; Mahecha et al. 1998).

La ganadería puede ser potenciada y no necesita ser una actividad de efectos destructivos. La implementación de sistemas silvopastoriles es una alternativa que permite un aprovechamiento más centralizado de cada uno de los recursos, brinda bienestar animal, mejora las condiciones del suelo y mejora la calidad de carne y leche de una manera económica y ambientalmente más sostenible (Calle et al. 2012, Crespo 2008 y FAO 2015).

Estudios de la región indican que aún no está muy difundido el cultivo de leñosas para aporte de forraje, a pesar de que pueden representar un importante recurso en regiones áridas y semiáridas, pues los frutos de varias especies de *Prosopis* spp. pueden ser consumidos por el ganado y recolectados y conservados como reserva forrajera (Carranza y Ledezma 2009).

La presencia de individuos del género *Prosopis* en sistemas silvopastoriles indica un aumento de los niveles de materia orgánica y nutrientes del suelo, donde la gramínea cultivada bajo sombra compensa los bajos niveles de radiación con mayor eficiencia fotosintética, presentando un

mayor valor nutritivo con mayores niveles de proteína bruta (Ribaski y Menezes 2002).

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar el componente forestal de parcelas de sistemas silvopastoriles asociados a algarrobos (*Prosopis* spp.).

Metodología

El trabajo utilizó una metodología descriptiva. Se llevó a cabo en propiedades privadas sujetas a sistemas silvopastoriles asociados con individuos de regeneración de algarrobos (*Prosopis* spp.) mayoritariamente, junto con árboles adultos de otras especies. Las propiedades están ubicadas en el Chaco Central, localidades de Mcal. Estigarribia, Filadelfia, Loma Plata, Neuland, Buena Vista y Pirizal. Todas situadas en la ecorregión Chaco Seco (SEAM 2013), con una precipitación media anual que oscila los 800 mm y la temperatura media de 24°C.

Se instalaron 10 parcelas permanentes de manejo de regeneración de algarrobos (*Prosopis alba*, *P. nigra*, *P. kuntzei*).

Las mismas contaban con dimensiones de 100 metros de largo y ancho, totalizando 1 ha cada una. Se seleccionó la ubicación de las mismas en base a su representatividad, cercanía y considerando la presencia de por lo menos 20 individuos del género *Prosopis* en cada una.

La recolección de datos se realizó de la siguiente manera: primeramente se delimitaron las parcelas

utilizando cintas métricas de 100 m y estacas, se elaboró una descripción general teniendo en cuenta las especies forestales presentes, a continuación se localizaron los individuos del género *Prosopis* spp., se identificó la especie, se estimó la altura, se midió el DAP con cinta diamétrica y DAC (cuando $DAP < 10\text{cm}$) según cada caso y se midieron las proyecciones de copa sobre el suelo con una cinta métrica en sentido de los cuatro puntos cardinales. Luego de relevar los datos en las planillas de campo se colocó una chapa de aluminio numerada en el fuste de cada árbol a una altura aproximada de 1,80 m.

Cada individuo fue georreferenciado y se anotó el código asignado por el GPS. Finalmente, las planillas de campo fueron digitalizadas mientras que los puntos de GPS se descargaron y se convirtieron en archivos *shape* para la elaboración de mapas en conjunto con imágenes satelitales LandSat OLIS 8 correspondientes al mes de enero del 2016.

Resultados y discusión

Salvo en algunos casos, por medio de los mapas diseñados, se pudo notar un distanciamiento adecuado entre los árboles para permitir el ingreso de ganado. El arreglo espacial de los árboles en un sistema silvopastoril consiste en una separación de 4 a 5 metros para facilitar el acceso y desplazamiento de los animales, también es necesario que el distanciamiento permita el acceso de maquinarias para tareas como preparación del suelo (POSAF 2005).

El distanciamiento también se relaciona con la cobertura de copas. Carranza y Ledezma (2009) mencionan que la competencia por luz es el principal factor que determina la producción de forrajeras dado que el sombreado de las

pasturas aumenta a medida que crecen los árboles, los mismos autores indican que la producción máxima de pastizales en zonas con déficit hídrico se alcanza con una cobertura arbórea del 50%. Además, desde el punto de vista económico, el efecto de la sombra incrementa la producción de leche dentro de un rango de 10% al 20% en comparación a potreros sin árboles (Villanueva et al. 2009).

En todas las parcelas estudiadas se registraron individuos del género *Prosopis*, presentando de esta manera una frecuencia del 100% (Tabla 1).

Villagra (2000) afirma que la capacidad de las especies del género *Prosopis* de tolerar sequía y condiciones edáficas adversas, como la salinidad y alcalinidad, así como su adaptación a la herbivoría, son las principales razones de su posición dominante en la vegetación leñosa de zonas áridas y semiáridas de América.

En nueve de las diez parcelas se observaron componentes forestales diferentes a los algarrobos, concordando con Villagra (2000), quien afirma que las especies del género *Prosopis* son componentes importantes en el hábitat de otros organismos, generando heterogeneidad espacial, que modifican la distribución espacial de especies de los estratos arbustivos y herbáceos.

En ningún caso los algarrobos fueron implantados en los potreros. Ramírez et al. (2012) indican que la presencia de árboles en los potreros es el resultado de la regeneración natural, dando lugar al ramoneo de forma alterna durante el ciclo anual. Los sistemas silvopastoriles facilitan la producción ganadera de forma integral y alivian la presión sobre las áreas boscosas, aumentando directa o indirectamente la productividad de la parcela.

Tabla 1. Caracterización del componente forestal en las 10 parcelas permanentes instaladas en la localidad del Chaco Central.

Nº	Componente Forestal
1	<p>Presencia de 30 individuos de algarrobo negro (<i>Prosopis nigra</i>) dispersos, de 3 a 4 m de altura con copas densas y bajas, con numerosos rebrotes en cicatrices de corte. El área basal promedio fue de 1,8 m² ha⁻¹. Se observó regeneración abundante de aromita (<i>Acacia aroma</i>) junto con algunos ejemplares de la familia Cactaceae.</p>
2	<p>Se contabilizaron 30 individuos de la especie algarrobo negro (<i>Prosopis nigra</i>) de buen porte por lo general: fustes sin bifurcaciones en la base, rectos o con inclinación leve. El área basal promedio fue de 0,31 m² ha⁻¹. Presencia abundante de indio kumanda (<i>Cynophalla retusa</i>) de 1,5 m de altura aproximadamente. Regeneración de ejemplares de palo santo (<i>Bulnesia sarmientoi</i>), karanda'y (<i>Copernicia alba</i>) y chirca (<i>Chirca melosa</i>).</p>
3	<p>Las especies identificadas fueron algarrobo negro (<i>Prosopis nigra</i>), typycha hovy (<i>Prosopis rojasiana</i>) y algarrobo blanco (<i>Prosopis alba</i>) con signos de poda previa realizada con machete. Los 29 individuos presentes en esta parcela sumaban un área basal promedio de 2,8 m² ha⁻¹. Regeneración abundante de quebracho blanco (<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>), presencia de capparáceas y cactáceas.</p>
4	<p>El algarrobo blanco (<i>Prosopis alba</i>) fue la única especie forestal presente en la parcela. Se contabilizaron 31 árboles que medían hasta 6 m de altura; el área basal promedio de la parcela fue de 4,75 m² ha⁻¹. En un árbol se observaron orugas.</p>
5	<p>Individuos de algarrobo blanco (<i>Prosopis alba</i>) presentes, la mayoría con bifurcaciones antes de los 1,30 m de altura. El área basal promedio de la parcela, que contenía 22 individuos, fue de 3,42 m² ha⁻¹. Se observaron palmeras datilíferas.</p>
6	<p>Se contabilizaron 32 individuos de algarrobo blanco (<i>Prosopis alba</i>) a los que se aplicó el tratamiento silvicultural de poda hace 5 a 7 años. El área basal promedio para esta parcela fue de 3,58 m² ha⁻¹. Se destaca la presencia de un yvyraro (<i>Pterogyne nitens</i>) y un verde olivo (<i>Cercidium praecox</i>).</p>
7	<p>Presencia de 30 individuos de la especie algarrobo blanco (<i>Prosopis alba</i>) de porte considerable sin aparente manejo previo. El área basal promedio de la parcela fue de 0,62 m² ha⁻¹. Se pudo observar la presencia de cactáceas.</p>
8	<p>Presencia de Algarrobos negros (<i>Prosopis nigra</i>) de 1,6 m de altura en su mayoría y con gran número de ramificaciones a menos de 1,80 m. Algunos individuos fueron podados con motosierra. Se registraron 35 árboles, el área basal promedio fue de 0,3 m² ha⁻¹. Regeneración de quebracho blanco (<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>) y palo santo (<i>Bulnesia sarmientoi</i>) en el perímetro de la parcela; se observaron ejemplares de verde olivo (<i>Cercidium praecox</i>), aromita (<i>Acacia aroma</i>), labón (<i>Tabebuia nodosa</i>), guajaivi rai (<i>Sideroxylon obtusifolium</i>) y pajagua naranja (<i>Anisocapparis speciosa</i>). Manejo aparente de quebracho blanco.</p>
9	<p>Se registraron 36 árboles de las especies algarrobo blanco (<i>Prosopis alba</i>), algarrobo negro (<i>Prosopis nigra</i>) y karandá (<i>Prosopis kuntzei</i>). La parcela fue intervenida hace 8 años y los árboles presentan rebrotes en cicatrices de corte. El área basal promedio de la parcela fue de 0,17 m² ha⁻¹. Presencia de aromita (<i>Acacia aroma</i>), quebracho blanco (<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>), guajaivi rai (<i>Sideroxylon obtusifolium</i>), verde olivo (<i>Cercidium praecox</i>) y <i>Desmanthus</i> sp.</p>
10	<p>Presencia de algarrobo blanco (<i>Prosopis alba</i>) y algarrobo negro (<i>Prosopis nigra</i>). Los 30 individuos presentaban un DAP < 10 cm. y el área basal promedio de la parcela fue de 0,2 m² ha⁻¹. Se encontraron árboles de las siguientes especies: mistol (<i>Sarcomphalus mistol</i>), aromita (<i>Acacia aroma</i>), regeneración de quebracho blanco (<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>), pajagua naranja (<i>Anisocapparis speciosa</i>), palo lanza (<i>Phyllostylon rhamnoides</i>) y un coronillo (<i>Schinopsis lorentzii</i>) de gran envergadura.</p>



Conclusión

Todas las parcelas están aptas para la implementación a largo plazo de sistemas silvopastoriles bajo un plan de manejo forestal específico para cada caso. Los algarrobos, en sus especies *Prosopis alba*, *Prosopis nigra* y *Prosopis kuntzei* son elementos sumamente importantes en los sistemas silvopastoriles estudiados puesto que son las únicas especies forestales manejadas por los propietarios y se encuentran en un excelente estado fitosanitario. Los beneficios buscados por la presencia de esta especie son la sombra y el ramoneo para el ganado, y a largo plazo, la obtención de madera.

La regeneración natural de *Prosopis* spp. se ve potenciada por la asociación entre árboles y ganado, específicamente por medio de la dispersión de semillas y la reincorporación de nutrientes en el suelo, que a la vez beneficia a las pasturas implantadas.

Referencias bibliográficas

- Calle, Z; Murgueitio, E; Chará, J. 2012. Integración de las actividades forestales con la ganadería extensiva sostenible y la restauración del paisaje (en línea). *Unasyuva* 239(63):31-40. Consultado 13 jul 2016. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/017/i2890s/i2890s06.pdf>
- Carranza, C; Ledesma, M. 2009. Bases para el manejo de sistemas silvopastoriles. Congreso Forestal Mundial (13, 2009, Buenos Aires, AR). Buenos Aires, Argentina. 9 p.
- Crespo, G. 2008. Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales (en línea). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 42(4):329-335. Consultado 15 mar 2016. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193015490001.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Colombia). 2015. Guía metodológica para la implementación de Escuelas de Campo para Agricultores (ECA) en sistema silvopastoriles agroecológicos. Bogotá, Colombia. 139 p.
- Mahecha, L; Rosales, M; Molina, C; Molina, E. 1998. Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*, *Cynodon plectostachyus* y *Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia (en línea). Conferencia electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en América Latina”. Consultado 09 set 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Mahech20.htm>
- Mereles, F; Rodas, O. 2009. Deforestación, defaunación y protección de la riqueza biótica. In Morello, J; Rodríguez, A. El Chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro. Buenos Aires, Argentina, Orientación Gráfica.
- POSAF (Programa Socioambiental y Desarrollo Forestal, Nicaragua). 2005. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Managua, Nicaragua, Gobierno de Nicaragua, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. 56 p.
- Ramírez, N; Pérez, M; Ferguson, B; Jiménez, G. 2012. Caracterización del sistema silvopastoril en la depresión central de Chiapas (en línea). *Avances en Investigación Agropecuaria*. 16(2):7-22. Consultado 28 set 16. Disponible en <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2012/mayo/1.pdf>
- Ribaski, J; Menezes, E. 2002. Disponibilidad y calidad del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) en un sistema silvopastoril con algarrobo (*Prosopis juliflora*) en la región semi-árida brasileña. *Agroforestería en las Américas* 9:33-34.
- SEAM. 2013. Resolución N° 614. Por la cual se establecen las ecorregiones para las regiones Oriental y Occidental del Paraguay”. Asunción, Paraguay. 14 ene. 2013.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Cassasola, F; Sepúlveda, C. 2009. Sistemas silvopastoriles: una herramienta de adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central. In Sepúlveda, C; Ibrahim, M. Políticas y sistemas de incentivo para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 292 p. (Serie técnica).
- Villagra, P. 2000. Aspectos ecológicos de los algarrobales argentinos (en línea). *Multequina* 9(2):35-51. Consultado 30 set 2015. Disponible en http://www.cricyt.edu.ar/multequina/indice/pdf/09_02/9_2_3.pdf

Medición de la biomasa remanente post-cosecha en plantaciones de *Eucalyptus grandis*

Gonzalo Fabián Agüero Sosa¹, Oscar Manuel Vera Cabral^{1*}, Mauricio Orlando Morán²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Empresa Forestal Desarrollos Madereros S.A. Hernandarias, Paraguay.

*Autor para correspondencia: oscarveracabral@gmail.com

Introducción

Las plantaciones forestales constituyen una importante fuente de provisión de productos y servicios del bosque. Su protagonismo en la generación de diversos aportes y beneficios a la economía nacional, a la sociedad y al medio ambiente, son cada vez más significativos, esto principalmente por el importante aumento de la superficie plantada en nuestro país (INFONA 2016).

En plantaciones de *Eucalyptus grandis* con objetivos múltiples, el aprovechamiento de la producción debe apuntar a ser lo más completa posible considerando las numerosas características favorables de la madera de esta especie (Castro Silva 2011), por ende, la madera sólida es clasificada por categorías de calidad, la madera rolliza destinada a leña, tendiendo al aprovechamiento integral de la biomasa hasta altos niveles de uso del fuste principal exceptuando parte de la copa (ramas y hojas) y otros segmentos leñosos sobrantes del procesamiento a campo.

La cosecha forestal es la etapa del ciclo de producción, donde se obtienen los productos antes mencionados y su importancia requiere una especial atención apuntando a una eficiente y sostenible utilización o aprovechamiento de los recursos (Malinovski et al. 2014).

En nuestro medio, la falta de consumo y demanda de varios productos generados en este tipo de rodales no permite aún llegar al 100% de utilización de lo producido, generando la acumulación de biomasa que queda distribuida en las áreas ya cosechadas, sin que se conozca su cuantía. La cantidad y distribución espacial de los residuos post-cosecha

varía conforme a distintos factores tales como el material genético (especie, clon), el crecimiento y la producción del sitio, el manejo aplicado y el tipo de sistema de cosecha implementado conforme a los conceptos establecidos por (Machado 2014; Sant'anna 2008).

Conforme a lo mencionado, este trabajo tuvo como objetivo la medición de los residuos depositados en áreas ya cosechadas de plantaciones de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden.

Los resultados servirán para establecer su potencial de utilización integral, que incluye la valoración de los beneficios que pueda ofrecer su incorporación al suelo y por sobre todo permitir conocer aspectos relacionados a la interface entre la cosecha y la Silvicultura del siguiente ciclo de producción conforme a los conceptos brindados por Malinovski et al. (2008).

Metodología

El trabajo de campo fue realizado en la empresa forestal Desarrollos Madereros S.A. (DMSA), cuyas plantaciones comerciales de Eucalipto, están orientadas a la producción múltiple, donde la madera sólida de alta calidad, constituye el principal producto generado y adicionalmente rollizos de varias calidades o surtidos conforme el diámetro en la punta fina y el largo. Los datos fueron colectados específicamente en una unidad de manejo o rodal de 26,1 ha, localizados en el lugar denominado H23, distrito de Hernandarias, Paraguay.

Los árboles correspondieron a la especie *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden, de origen

clonal, cuyo código es DDT00116. Este material genético es de propiedad de la empresa y fue desarrollado y seleccionado dentro de sus propias plantaciones (DMSA 2016). El manejo de la plantación inició con una densidad de plantación de 621 árboles por ha (7 x 2,30 m), con 2 raleos comerciales combinados con poda forestal, se llegó a la cosecha final a tala rasa con 240 plantas por ha a los 14 años de edad. Antes de la cosecha, fue realizado un Inventario Forestal Pre-corte, mediante la utilización de unidades muestrales o parcelas de forma circular, instaladas con un radio de 17,84 m. en estas se realizó la medición del diámetro a la altura de pecho (DAP) y la altura total (HT) de los árboles.

Los árboles registrados, fueron numerados en sentido horario. Esto permitió determinar que el rodal contaba con un DAP y HT promedios de 27 cm y 33 m antes de la cosecha. La operación de cosecha fue realizada en el área de trabajo mediante

el Sistema de Trozas Largas o Fustes (*Tree-length*), que contempla el volteo y semi procesamiento (desrama y descope) de los árboles en el mismo rodal, obteniéndose fustes enteros, clasificación que ha considerado los criterios establecidos por Machado (2014) y Neire Da Silva et al. (2014).

El volteo se realizó direccionando la caída con motosierra en combinación con cuña, seguido de la desrama y el descope con el mismo medio y operador. Los fustes enteros fueron extraídos mediante el arrastre parcial hasta el costado del camino, patio o planchada; mediante un tractor forestal tipo *Skidder* con garra. En los patios colocados al final del camino, fue terminado el procesamiento mediante el seccionado y clasificación de los fustes con motosierra, seguido de un pre-apilado y la carga de las trozas cortas en los camiones para el transporte mediante un cargador frontal equipado con pinza hidráulica.



Figura 1. Sistema de Trozas Largas o Fustes (*Tree-length*), utilizado en el área de estudio. a.) Volteo con motosierra, b.) Arrastre con *Skidder*, c.) Cargador frontal y d.) Aspecto del seccionado de rollizos y transporte

Dentro de las 24 horas posteriores a la Cosecha Forestal, se retornó a las unidades muestrales de 1.000 m², instaladas durante el Inventario Forestal Pre-corte. En estas se procedió a medir la biomasa verde conformada por los rastrojos y los tocones resultantes de la cosecha de los árboles de la plantación. Los rastrojos estuvieron compuestos por la copa (ramas y hojas), punteras (parte superior de la copa incluyendo parte del fuste a partir del diámetro mínimo de aprovechamiento), corteza y los despuntes (partes del fuste, producto de la aplicación de la técnica de volteo dirigido y la corrección de los cortes mal realizados durante el apeo y seccionado con motosierra).

Los tocones estuvieron conformados por la sección de fuste residual determinado a partir del Diámetro a la Altura de Tocón (DAT) y la altura de los mismos desde el suelo. Se emplearon unidades o parcelas que totalizaron una intensidad de muestreo del 1,5% de la población. La distribución o emplazamiento de las unidades de muestra fue sistemática, bajo una grilla de 300 x 300 m. La colocación del punto central de las parcelas fue del 50% en la fila y el 50% en la entre fila de la plantación ya cosechada.

El procedimiento de campo consistió en la recolección de los rastrojos y su clasificación,

donde se discriminaron ramas mayores a 5 cm de diámetro más otros materiales y los gajos con diámetro menor a 5 cm mezclados con las hojas. Este material fue pesado con ayuda de un pilón con ($\pm 0,5$ kg de precisión). El volumen de los tocones se calculó a partir del DAT de los árboles determinado

conforme a la secuencia numérica de los individuos. Para estimar la biomasa particular de los árboles, se procedió a individualizar los rastrojos de dos árboles. Para transformar el volumen del tocón a kg se aplicó la relación de 1:1 (1 tonelada de cada tocón es igual a 1 m³ de madera).



Figura 2. Recolección, clasificación y pesaje de rastrojos de cosecha

Los datos fueron asentados en planillas de campo y procesadas mediante el software Excel®. Se determinaron las estadísticas descriptivas y las medidas de dispersión con la finalidad de analizar estos valores en relación a la media.

Resultados y discusión

La medición pos-cosecha de los tocones ha arrojado un DAT y altura de tocón promedios de 33,5 cm 8,6 cm respectivamente. Considerando lo anterior, se presenta a continuación en la siguiente tabla, los valores obtenidos.

Tabla 1. Valores promedios correspondientes a la biomasa remanente post-cosecha del área estudiada por unidad de superficie.

Determinación	Valor determinado	Límites de confianza	Unidad de medida
Volumen de tocones	1,8	$\pm 0,44$	m ³ ha ⁻¹
Peso de tocones	1.504,5	± 51	kg ha ⁻¹
Peso de rastrojos	20.836	± 144	kg ha ⁻¹
Peso total de biomasa	22.341	± 191	kg ha ⁻¹

La biomasa medida en este trabajo es indicada principalmente para la generación de energía térmica en formato de chips o pellets destinados al consumo doméstico e industrial. Desde la perspectiva de su potencial reutilización, esta presenta valores importantes que podrían aumentar el nivel de rendimiento de un sistema de producción forestal múltiple de hasta el 90%, sumado al volumen de productos ya extraídos como la madera rolliza destinada a otras industrias tradicionales (aserrío o laminado).

La escala de trabajo para recolectar 22 t de residuos por hectárea, la energía requerida para su implementación y aquella que se podría producir a partir de la misma, requieren un análisis exhaustivo

de las implicancias económicas que deben ser atendidas considerando la relación costo-beneficio de esta operación conforme a lo estipulado por FAO (2014). Otra implicancia técnica y económica de la reutilización de la biomasa residual de la cosecha forestal es que esto facilitará las operaciones subsecuentes de preparación del terreno para el siguiente periodo de la producción (Lopes 2005).

Las implicancias medioambientales que pueda derivar de la recolección de la biomasa residual, podrían ser valorados conforme la escala o el tamaño del material medido. La estimación del peso de rastrojos por árbol arrojó un promedio de 88,3 kg por individuo, destacándose que este valor sólo constituye una referencia, debido a que requiere

una exhaustiva medición por la variabilidad del tamaño y forma de los árboles por varios factores que influyen en estas características, aunque estos sean de origen clonal.

Otro aspecto de la biomasa remanente de la cosecha forestal que debe ser considerado constituye la distribución espacial de esta en el campo (Lopes et al. 1987), para ilustrar esta situación, se presenta la distribución de biomasa por cada parcela.

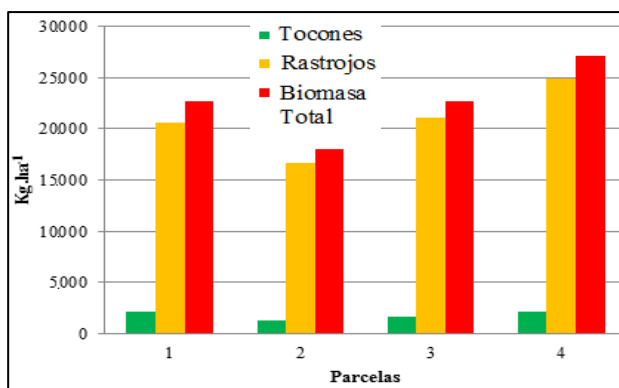


Figura 3. Distribución de la biomasa por parcela

Considerando el emplazamiento sistemático de las parcelas y el reducido el número de observaciones realizadas, se reconoce la limitación de poder inferir con propiedad acerca de la variación importante de la distribución de la biomasa en el campo, sin embargo, como referencia de esto se puede establecer que los remanentes se ordenan de forma diferenciada en las líneas y las entrelíneas, además de presentar una mayor concentración de residuos en áreas cercanas al camino o los patios de procesamiento.

Conclusión

La cantidad de biomasa medida representa un potencial muy importante para su reutilización. Los valores determinados pueden auxiliar en el proceso de análisis de su reutilización, así como la valoración de sus implicancias medioambientales.

Las características y la distribución espacial del material medido estuvieron enteramente relacionada al sistema de cosecha implementado.

Referencias bibliográficas

- Castro Silva, J. 2011. Eucalipto: Manual práctico do Fazendeiro Florestal. 3 ed. Minas Gerais, Brasil. 110 p.
- DMSA (Desarrollos Madereros S.A., Paraguay). 2016. Procedimientos Operativos (Aprovechamiento de bosques implantados). Hernandarias, Paraguay. 26 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italia). 2014. Aprovechamiento forestal y residuos del aprovechamiento de la Madera. Roma, Italia. 7 p.
- INFONA (Instituto Forestal Nacional, Paraguay). 2016. Situación actual de las plantaciones forestales. San Lorenzo, Paraguay. 18 p.
- Lopes, ES. 2005. Análise técnica de um sistema de picagem de resíduos na colheita florestal. In Simpósio brasileiro sobre colheita e transporte florestal (8, 2005, Viçosa, Brasil). Viçosa, Brasil, SIF. p 259-266.
- Lopes, P; Cogo, N; Leview, R. 1987. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 11:71-75.
- Machado, C. 2014. Colheita Florestal. 3 ed. Viçosa, Brasil, UFV. 543 p.
- Malinovski, J; Camargo, C; Malinovski, R. 2008. Sistemas. In Machado, CC. (org.). Colheita Florestal. 2 ed. Viçosa, Brasil, UFV. p. 161-184.
- Malinovski, J; Camargo, C; Malinovski, R. 2014. Sistemas. In Machado, C.C. (org.). Colheita Florestal 3 ed. Viçosa, Brasil, UFV. p. 179-205.
- Neire da Silva, E; Nilton, C; Pena Pereira, D; Oliveira de Paula, M. 2014. Florestas de produção. Viçosa, Brasil, UFV. 296 p.
- Sant'anna, C. 2008. Mecanização Florestal: corte. In Machado, C. Colheita Florestal. 2da ed. Viçosa, Brasil, UFV. 501 p.

Crecimiento y morfología de plantas en vivero de algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb.) provenientes de dos orígenes

Liliana Carosini Vera¹, Maura Díaz Lezcano¹, Mirtha Vera de Ortiz^{1*}, María Lis García¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay

*Autor para correspondencia: dircif@agr.una.py, mirtha.vera@tigo.com.py

Introducción

El género *Prosopis* de plantas leñosas, prevalentemente americano, agrupa una cuarentena de especies distribuidas desde Estados Unidos hasta Argentina y Chile. La región fitogeográfica del Paraguay y de la Argentina boreal es un importante centro de diferenciación del *Prosopis* (Bernardi 1984). *Prosopis alba* Griseb., comúnmente denominado algarrobo blanco, habita la región conocida como Chaco, en la zona de transición entre el Chaco Húmedo y el Chaco Seco, hasta la frontera con Bolivia. Forma parte de la asociación característica con el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), coronillo (*Schinopsis lorentzii*) y samu'ú (*Ceiba chodatii*). Es una especie adecuada para forestaciones en la región chaqueña por su potencial maderero; en este sentido, la madera resiste la intemperie. Además, posee la capacidad de recuperar suelos agotados.

El objetivo de la investigación fue caracterizar el crecimiento y la morfología del algarrobo blanco en vivero y comparar ambas variables considerando diferentes orígenes.

Metodología

El experimento se realizó en el Vivero Forestal de la Carrera de Ingeniería Forestal (CIF), Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional de Asunción (UNA). El período de experimentación inició en el mes de septiembre del año 2014. Fue realizada en el marco del proyecto “Flujo de Ingresos Diversificados en el Gran Chaco Americano”, con ayuda del Gobierno de Australia y en sinergia entre la *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*

(CSIRO) de Australia, y con la participación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA), la Universidad Autónoma del Beni de Bolivia, la Universidad Arturo Prat de Chile, la Universidad de Piura de Perú y la Carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción.

Las semillas utilizadas para la producción de plantas en vivero fueron de dos orígenes, que constituyeron los tratamientos: T1: Origen Filadelfia, Paraguay y T2: Origen Formosa, Argentina. Las semillas de origen argentino fueron donadas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Córdoba. Las semillas de origen paraguayo fueron colectadas de rodales de la reserva de Campo Aroma, Filadelfia, Chaco Paraguayo. La siembra se realizó en macetas de 12 cm x 8 cm, con sustrato compuesto por tierra agrícola y estiércol vacuno en proporción 2:1. El diseño aplicado fue completamente al azar con ocho repeticiones de seis plantas cada una.

Se evaluaron diámetro del cuello (mm), con calibre digital y altura total (cm), con regla milimetrada, medidas periódicamente hasta alcanzar catorce semanas. También, fueron determinadas las siguientes variables morfológicas: longitud del peciolo (LPE) (cm), longitud de la pina (LPI) (cm), número de pares de foliólulos por pina (NFOL), número de pares de pinas (NPI), longitud de foliólulo (LFOL) (mm), ancho del foliólulo (AFOL) (mm), relación área del ápice del foliólulo/área del rectángulo que contiene al ápice (APREC), relación del ápice del foliólulo/área total del foliólulo (APTOT) y área foliar (ARFOL) (cm²). Para la caracterización

morfológica fueron extraídas hojas de cuatro plantas por repetición y procesadas con scanner. Las imágenes generadas fueron ingresadas al programa informático HOJA 3.4. elaborado exclusivamente para especies del género *Prosopis*, desarrollado por el Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales (IFRGV) del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) que dependen del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

de Argentina. Los resultados fueron sometidos a prueba T Student al 5% de significancia.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se observan los promedios de diámetro del cuello en el período de observación, para los tratamientos T1 (Filadelfia, Paraguay) y T2 (Formosa, Argentina). Al 0,05 de probabilidad, no

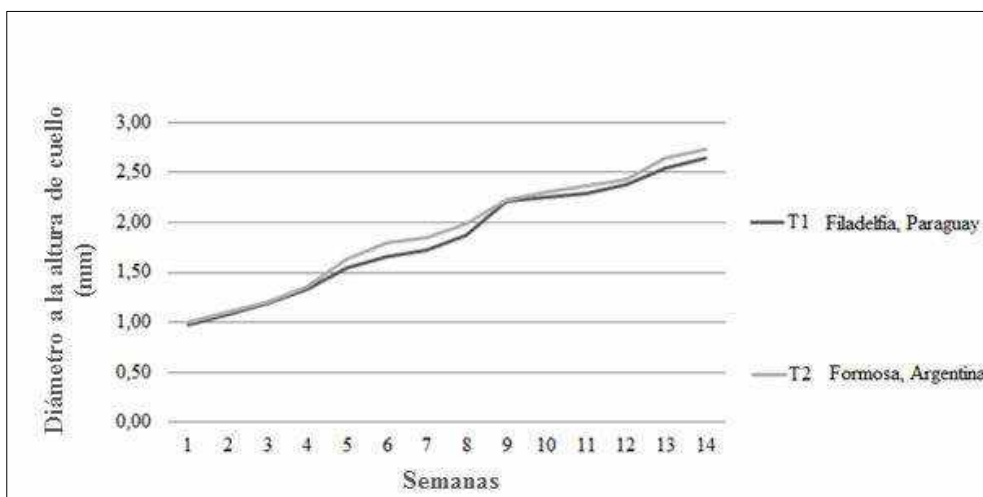


Figura 1. Diámetro del cuello de plantas de *Prosopis alba* Griseb. de dos orígenes evaluados durante 14 semanas.

se registraron diferencias significativas en cuanto al promedio de crecimiento en diámetro.

para el origen paraguayo y 1,88 mm para el origen argentino.

El diámetro del cuello de las plantas de *Prosopis alba* Griseb. presentó una tendencia similar considerando los dos orígenes. El promedio registrado al final de la evaluación fue de 1,83 mm

En la Figura 2 se observa el promedio de altura de las plantas en vivero de los orígenes paraguayo y argentino. No se encontraron diferencias significativas entre ambos orígenes, la tendencia de crecimiento en

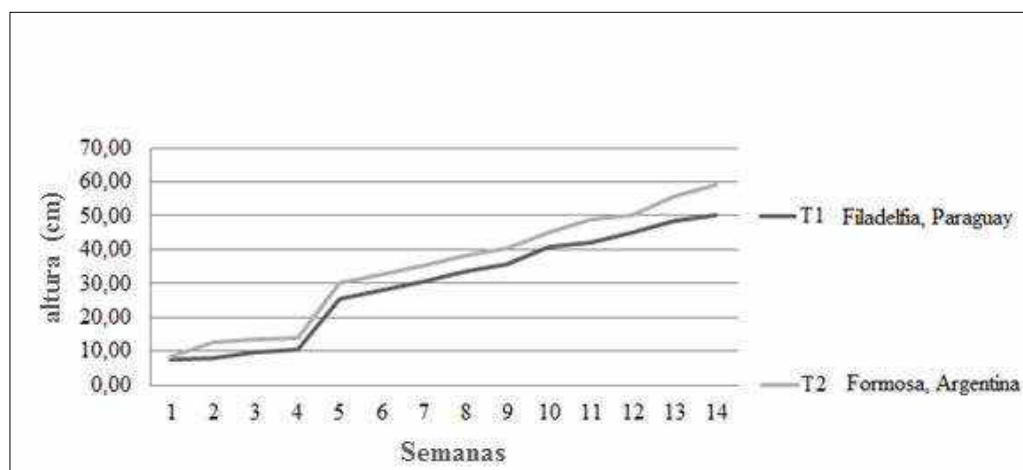


Figura 2. Altura de plantas de *Prosopis alba* Griseb de dos orígenes evaluadas durante 14 semanas.

altura, de las plantas de *Prosopis alba* Griseb. fue similar. Los valores promedio de altura en el de origen paraguayo fue de 29,69 cm y el de origen argentino fue de 34,51 cm.

En la Tabla 1 se observan las características de las hojas que presentan las plantas de los dos orígenes. En el análisis estadístico de comparación de medias para las variables morfológicas para los tratamientos T1 (Origen Filadelfia, Paraguay) y T2 (Origen Formosa, Argentina) no existen diferencias significativas.

Valores próximos a los obtenidos en este trabajo fueron reportados por Brizuela et al. (2007) en un estudio realizado sobre el crecimiento y la exomorfología de *Prosopis alba* Griseb. y *Prosopis hassleri* Harms. Los citados autores registraron los siguientes valores: longitud del peciolo 1,88 cm, longitud de la pinna de 7,82 cm y 40 pares de foliolos.

De acuerdo al análisis estadístico no se han detectado diferencias significativas entre las plantas, atribuibles a los orígenes estudiados para ninguna de las variables morfológicas determinadas (Tabla 1).

Tabla 1. Caracterización morfológica de las hojas de *Prosopis alba* Griseb. provenientes de dos orígenes.

Promedio Límite de confianza (0,05)	Tratamientos	
	T1	T2
Longitud del peciolo (LPE) (cm)	1,56 (± 0,14)	1,73 (±0,10)
Longitud de la pina (LPI) cm	6,95 (± 0,36)	4,92 (± 0,47)
Número de pares de foliólulos por pina (NFOL)	32,39 (± 0,64)	25,89 (± 0,39)
Número de pares de pinas (NPI)	2 (± 0)	2 (± 0)
Longitud de foliólulo (LFOL)(mm)	0,74 (± 0,35)	0,77 (± 0,43)
Ancho del foliólulo (AFOL) mm	0,15 (± 0,07)	0,15 (± 0,09)
Relación área del ápice del foliólulo/área del rectángulo que contiene al ápice (APREC)	0,17 (± 0,03)	0,11 (± 0,09)
Relación del ápice del foliólulo/área total del foliólulo (APTOT)	0,13 (± 0,02)	0,11 (± 0,09)
Área foliar (ARFOL) (cm ²)	0,10 (± 0,078)	0,10 (± 0,087)

Valores próximos a los obtenidos en este trabajo fueron reportados por Brizuela et al. (2007) en un estudio realizado sobre el crecimiento y la exomorfología de *Prosopis alba* Griseb. y *Prosopis hassleri* Harms. Los citados autores registraron los siguientes valores: longitud del peciolo 1,88 cm, longitud de la pinna de 7,82 cm y 40 pares de foliolos.

Conclusión

Considerando un período de desarrollo de catorce semanas las plantas de *Prosopis alba* Griseb. procedentes de orígenes distintos presentaron una tendencia similar en cuanto al crecimiento y sus características morfológicas.

Referencias bibliográficas

Bernardi, L. 1984. Contribución a la dendrología paraguaya. Boissiera 35:150-160.

Brizuela, M; Burghardt, A; Martínez, S; De Panis, D; Palacios, R. 2007. Crecimiento y exomorfología de plántulas de *P. alba* y *P. hassleri* en condiciones uniformes de cultivo (en línea). Buenos Aires, AR, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires. Consultado 18 may. 2014. Disponible en http://www.fca.uner.edu.ar/investigacion/publicaciones/rca/Volumenes%20Anteriores/Vol%20Ante%2011/rca_11_pdf/15_21.pdf

Costos de los diferentes manejos de malezas leñosas en pasturas del Chaco Central

Adán Oporto^{1*}, Edgar Amarilla¹, Antero J. N. Cabrera¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Tte. 1ero Manuel Irala Fernández, Paraguay.

*Autor para correspondencia: oportoadan@gmail.com

Introducción

La ganadería y agricultura en la región occidental desarrolla un punto muy importante, el 80% de los habitantes vive directa o indirectamente de la producción agropecuaria, sin embargo, las condiciones ambientales adversas de la zona producen cierta marginalidad para los cultivos agrícolas anuales (Glatzle 1999). Mientras que la implantación de pastos perennes adaptados es factible sin mayores riesgos.

En los últimos 20 años se inició a gran escala la siembra de gramíneas como Gatton Panic (*Panicum maximum*) y Urochloa (*Prochloa mosambicensis*) para pasturas intensiva con especies introducidas. Los problemas de enmalezamiento de las pasturas por malezas leñosas son constantes, las malezas resisten la compactación de suelo, mientras que las gramíneas quedan atrás por tener raíces fasciculadas que no se adaptan, por lo tanto, el mantenimiento de la pastura pasa a ser un costo alto a la producción ganadera. Alrededor del 28 % de los ingresos de empresas ganaderas del chaco central, vuelven a ser utilizados para el manejo de malezas leñosas (Martens 2013).

El objetivo de este trabajo, es demostrar los costos de los diferentes métodos de manejo de malezas leñosas en pasturas del Chaco Central, con la caracterización de los trabajos realizados en varios establecimientos ganaderos e identificación de herramientas utilizadas en el combate de malezas leñosas.

Metodología

El estudio se realizó en el departamento de Boquerón, con la ayuda de productores agropecuarios que se dedican a la ganadería intensiva y semi-intensiva.

Para el levantamiento de los datos se realizaron visitas en diez establecimientos ganaderos y siete entrevistas a operadores de máquinas agrícolas y a tres dueños de establecimientos en Chaco Central. El levantamiento de la información fue realizada mediante cuestionarios semi estructurados y entrevistas en diferentes establecimientos. El trabajo describe experiencias con varios métodos, para el manejo de malezas leñosas en pasturas, tanto en el aspecto técnico y económico.

Resultados y discusión

Estos resultados se obtenidos demuestran que los costos de manejo de malezas leñosas en pasturas pueden variar dependiendo de los tipos de maquinarias que se utiliza y el grado de enmalezamiento de las pasturas. Estos implementos se utilizan con mayor grado por su economía y rapidez. Pero no se logra eliminar por completo, existiendo además un alto grado de rebrote.

En la Tabla 1 se observa los precios de distintas maquinarias fabricadas en Paraguay y otros en Brasil, algunas son utilizadas en la limpieza de pasturas en el Chaco Central.

El subsolador combinado con el rolo realiza un trabajo importante en la aireación del suelo y el corte parcial de las malezas, es un elemento muy utilizado en suelos compactados con malezas leñosas en crecimiento, tiene un costo elevado porque demanda de un tractor de gran potencia para su utilización.

El rolo cuchilla es un implemento para combatir las malezas en las pasturas con poca infestación, realiza un corte parcial, generando una ventaja a las gramíneas para el crecimiento sobre las

Tabla 1. Costos de los implementos y precios de trabajos por hora.

Implementos	Descripción del trabajo*	Precios en guaraníes	Precios Gs. Horas/Máquinas
Subsolador con Rolo	Aireación del suelo y corte parcial de malezas.	65.000.000	685.000
Rolo cuchilla	Corte de malezas	32.000.000	455.000
Rastra	Aireación y remoción del suelo y corte de malezas de pequeño porte	25.000.000	345.000
Rotativa	Corte de malezas	18.500.000	235.000
Aireador o Rolo púa	Arietado del suelo y corte de malezas	38.600.000	515.000

*El trabajo de las máquinas con implementos se mide por hora, las combinaciones de implementos por lo general tienen un mayor costo.

plantas no deseadas, su costo es relativamente bajo en comparación a los otros implementos y no necesita un tractor de alta potencia para su uso.

La rastra un implemento muy común en la zona, se utiliza tanto para la ganadería y agricultura, permite una aireación y remoción de suelo y el corte de malezas de pequeño porte, el costo es bajo no exige un tractor de gran potencia.

La rotativa es utilizada en el corte de malezas leñosas en etapa crecimiento generalmente es asociada con aplicación de arbusticidas de forma manual, el costo es bajo, no exige un tractor de gran potencia.

El aireador o rolo púa es un implemento utilizado por la mayoría de los productores ganaderos en el mantenimiento de pasturas, realiza una aireación al suelo y un corte casi general de las malezas, esta herramienta necesita de un tractor con gran potencia para su tracción, el costo es alto, pero permite resultados satisfactorios.

Los costos varían dependiendo de tamaño de las malezas y la densidad que ocupa en las pasturas.

El control combinado de malezas leñosas

representa un costo alto al productor, en algunos establecimientos se realizan la combinación manual, mecánicos y químico donde se obtuvo resultados positivos. El toconeo con arbusticida es el más utilizado, por tener un costo bajo, pero no se recomienda utilizar este método en pasturas donde las malezas tengan una invasión no mayor a las 500 plantas por hectárea. La rotativa un implemento eficaz en el corte de malezas y la aplicación de arbusticida de forma manual, se obtiene resultados de la eliminación casi total de las malezas, el costo es mayor que al anterior por realizar con maquina motorizada (Tabla 2).

La corta raíz con arbusticida, es un nuevo sistema de control utilizada por algunos ganaderos, por el alto costo que representa, demanda de un tractor de gran potencia, la aplicación de arbusticida de forma manual, el beneficio de este sistema es eliminación de especies leñosas por unos años de las pasturas.

Para tener una incidencia no agresiva de malezas en las pasturas, la carga animal es fundamental, porque se considera al sobrepastoreo como la causa principal de la invasión de malezas, los cuales son más comunes en época de sequía y en consecuencia se suele ver mayor invasión al inicio

Tabla 2. Costos de combinaciones mecánica, manual y química en el control de las malezas leñosas.

Descripción	Implementos	Precio Maquinaria Gs. h ⁻¹	Jornal por Mano de obra Gs. d ⁻¹	Químicos arbusticida Gs. L ⁻¹	Precio Total Gs.
Toconeo con arbusticida	Moto sierra Foisa Mochila pulverizador de 20 L		120.000	232.000	352.000
Rotativa más arbusticida	Rotativa Mochila Jacto	235.000	120.000	232.000	587.000
Corta raíz más arbusticida	Corta raíz	480.000	120.000	232.000	832.000

*Las combinaciones de implementos y químicos presentan mayor eficiencia en el combate de malezas leñosas.

de las lluvias. El sobre pastoreo se presenta cuando los productores no logran regular el pastoreo y no tienen una recuperación rápida después de cada pastoreo.

Conclusión

Los daños causados por las malezas leñosas consisten en la disminución de los pastos y un menor aprovechamiento por los animales. El control combinado de las malezas (químico, mecánico, físico), tiene una relación favorable de costo/beneficio, proporciona una mayor disponibilidad de pasto por superficie y un aumento en la capacidad de carga. Los costos varían de acuerdo al método utilizado, siempre es aconsejable utilizar un tipo de implemento, por un menor costo y un resultado inmediato en la eliminación de las malezas leñosas.

Referencias bibliográficas

- Glatzle, A. 1999. Compendio para el manejo de pasturas en el Chaco. Asunción, PY, El Lector. 107 p.
- Martens, R. 2013. Análisis de costo de producción de sistemas ganaderos menonitas en el Chaco Central. Tesis de Grado. San Lorenzo, PY, Facultad de Ciencias Agrarias UNA.

Costos de producción del cultivo de cebolla de bulbo con diferente sistema de siembra

Jorge Daniel González Villalba^{1*}, Cipriano Ramón Enciso Garay¹, César Arnaldo Caballero Mendoza¹, Hiroshi Isaki², Armando Rubén Santacruz Toledo¹, Cirilo Catalino Tullo Argüello¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) Universidad Nacional de Asunción (UNA). San Lorenzo, Paraguay.

² Experto de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón.

* Autor para correspondencia: jorgedaniel.gonzalez@gmail.com

Introducción

El consumo de cebolla está arraigado en todos los estratos sociales y es considerada como una de las principales hortalizas de condimento para la alimentación humana. De acuerdo al MAG (2012), el consumo diario en el país es de 80 t día⁻¹ y ocupa el segundo lugar después del tomate en cuanto a volumen comercializado. La producción de este rubro se encuentra en constante aumento a nivel nacional; el abastecimiento del mercado de esta hortaliza se da en gran parte con la importación desde Argentina y Brasil y que de acuerdo al MAG (2012) se encuentra cerca del 80%. Según MAG (2015) la estimación de la producción para la campaña 2015/2016 fue de 14.311 kg ha⁻¹, siendo San Pedro, Cordillera, Guairá, Caaguazú, Itapúa y Pdte. Hayes los departamentos con mayor área sembrada.

En el país, los sistemas de siembra más difundidos son la producción de mudas en almácigo y posterior trasplante al lugar definitivo y la siembra en el lugar definitivo. Uno de los inconvenientes que presenta el rubro sobre todo a nivel de la agricultura familiar es la alta estacionalidad de la producción, concentrándose de octubre a diciembre, y por otro lado, el bajo rendimiento acompañado de la constante búsqueda por incrementar la productividad que permita el aumento del ingreso de estas familias.

Por tanto, el desafío es encontrar la tecnología adecuada al pequeño productor que aumente la productividad y reduzca estacionalidad de tal manera a competir con la producción extranjera y que beneficie al sector. Siendo así, este trabajo

tuvo como objetivo analizar la viabilidad económica de los sistemas de siembra del cultivo de cebolla de bulbo a partir de coeficientes técnicos.

Metodología

La investigación fue de carácter descriptivo y de corte transversal y se llevó a cabo entre los meses de mayo y noviembre de 2016. La información fue proporcionada por los productores de la Organización Ka,í ho Malvinas del municipio de Yhú, departamento de Caaguazú, Paraguay a partir de la instalación y seguimiento de las parcelas experimentales instaladas en el marco del Proyecto de Adopción de Paquetes Tecnológicos producidos por Pequeños Productores Rurales en el Paraguay. Se comparó el nivel de producción utilizando el sistema de siembra en el lugar definitivo y el de trasplante. La determinación del coeficiente técnico de la mano de obra se obtuvo a partir de la cuantificación de las necesidades de insumos técnicos y físicos por cada actividad desde la preparación de la parcela para la instalación del cultivo hasta la cosecha. Para el análisis de las medidas de resultado económico se crearon dos escenarios posibles que consistieron en la inclusión y no del costo del capital, gasto de administración y costo de la tierra dentro de la estructura de costos de producción. Para ordenar, los costos de producción se utilizó la estructura de sugerida por el Durán et al. (2005) y Arce (1999).

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos de la investigación permitió observar que los jornales utilizados disminu-

yeron en un 15% con el sistema de siembra en el lugar definitivo, y esa diferencia se debió principalmente, a que el sistema de siembra con trasplante utiliza mayor cantidad de mano obra para la preparación de almácigo y el trasplante al lugar definitivo. Por otro lado, el promedio de producción con método de siembra en el lugar definitivo fue mayor cuando comparado con el método de trasplante, de 25.653 kg ha⁻¹ y 24.875 kg ha⁻¹, respectivamente. Esta diferencia representó alrededor del 3% a favor

del primero. Además de esta información, se obtuvieron las medidas resultado económico donde fueron utilizados dos escenarios posibles consistentes en la inclusión y no dentro de la estructura de costos, como los gastos de capital, los administrativos y la tierra. Bajo el primer escenario, las medidas de resultado económico se muestran reducidos puesto que el costo total de producción aumenta para ambos sistemas de siembra evaluados (Tabla 1).

Tabla 1. Medidas de resultado económico para el primer escenario.

Concepto	Unidad	Lugar definitivo	Trasplante
		Valor (Gs.)	Valor (Gs.)
Ingreso total	Gs. ha ⁻¹	21.805.050	21.143.750
Costo directo	Gs. ha ⁻¹	17.896.996	18.562.996
Costo indirecto	Gs. ha ⁻¹	2.850.000	2.650.000
Costo total	Gs. ha ⁻¹	20.746.996	21.212.996
Margen bruto	Gs. ha ⁻¹	3.908.054	2.580.754
Ingreso neto	Gs. ha ⁻¹	1.058.054	-69.246
Rentabilidad	%	5	0

Sin embargo, para el segundo escenario, las medidas de resultado económico se muestran más atractivas, ya que el costo total de producción disminuye para los sistemas de siembra evaluados (Tabla 2).

El margen bruto resultante para el sistema de siembra en el lugar definitivo estuvo entre 3.908.054 Gs. (Tabla 1) y 5.681.630 Gs. (Tabla 2), mientras que, para el método de siembra con trasplante estuvo entre 2.580.754 Gs. (Tabla 1) y 4.420.330 Gs.

(Tabla 2). Como se puede apreciar, para ambos sistemas de siembra, si el productor además de incurrir en costos directos, alquila la tierra, el margen disminuye. El costo total de producción para el sistema de siembra directa estuvo alrededor del 3% menos que el sistema por trasplante.

En cuanto a la rentabilidad para para el sistema de siembra en el lugar definitivo, estuvo entre 5% y 28%, mientras que, para el sistema de siembra

Tabla 2. Medidas de resultado para el segundo escenario.

Concepto	Unidad	Lugar definitivo	Trasplante
		Valor (Gs.)	Valor (Gs.)
Ingreso total	Gs. ha ⁻¹	21.805.050	21.143.750
Costo directo	Gs. ha ⁻¹	16.123.420	16.723.420
Costo indirecto	Gs. ha ⁻¹	850.000	650.000
Costo total	Gs. ha ⁻¹	16.973.420	17.373.420
Margen bruto	Gs. ha ⁻¹	5.681.630	4.420.330
Ingreso neto	Gs. ha ⁻¹	4.831.630	3.770.330
Rentabilidad	%	28	22

con trasplante estuvo entre 0% y 22%. Esto implica que, la rentabilidad del sistema de siembra en el lugar definitivo se encuentra alrededor del 6% por encima del sistema por trasplante.

Guimaraes et al. (1996) señalan que con la siembra directa en lugar definitivo de la cebolla de bulbo, se puede ahorrar alrededor del 21% en el costo de producción, debido principalmente a la disminución en el uso de la mano de obra.

Conclusión

Conforme a los resultados obtenidos bajo las condiciones analizadas, se puede concluir que el sistema de siembra en el lugar definitivo para el cultivo de cebolla de bulbo presentó beneficios consistentes en la reducción de la mano de obra y el incremento de la productividad, aunque éste último en forma marginal. Además, el sistema de producción es técnicamente viable y económicamente rentable en el corto plazo, para los productores que arriendan la tierra, mientras que, para los productores propietarios de la tierra puede considerarse sostenible en el largo plazo.

Referencias bibliográficas

- Arce, HS. 1999. Presupuestos, costos y decisiones de empresas agropecuarias. s.l, Ediciones Macchi. 324 p.
- Durán, R; Scoponi, L. 2005. El gerenciamiento agropecuario del siglo XXI: bases para una competitividad sustentable. s.n, Librería Editorial. 559 p.
- Guimarães, DR; Torres, L; Dittrich, R. 1996. Avaliação do sistema de sementeira direta para a cultura da cebola. Horticultura Brasileira 14(1):87. Resumo do 36o Congresso Brasileiro de Olericultura.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay). 2015. Producción de cebolla campaña 2015/2016 (en línea). Asunción, Paraguay. Consultado 16 jul. 2016. Disponible en http://www.mag.gov.py/indexnoti.php?pag=not_ver.php&tit=Boletin%20informativo...&idx=9382185#.WLSL_Y-CHI
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay). 2012. Guía técnica de cultivos hortícolas: campaña agrícola 2010–2011 (en línea). Asunción, Paraguay. Consultado 3 jun. 2016. Disponible en <http://www.mag.gov.py/guia%20tecnica.pdf>

Análisis de la eficiencia económica: una comparativa entre la producción del algodón transgénico y convencional

María Cristina Yegros^{1*}, Estela Mari Cabello¹, Gloria Cabrera¹, Ubaldo Britos

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: cristiyegros90@gmail.com

Introducción

El algodón es uno de los cultivos comerciales más importantes a escala mundial, tanto para la producción empresarial, como para las fincas a nivel de productores minifundarios. Su distribución es amplia, abarcando varias ecorregiones y sistemas de cultivo debido a su relativa tolerancia a la sequía. En el Paraguay, el Programa del Algodón arrancó en 1972, y con este, hasta principios del 1990, donde se incrementó de manera sostenida el área de siembra, la producción y los rendimientos, mediante la cooperación técnica de Francia a través del IRCT (Institut de Recherches du Cotton et des Textiles Exotiques), hoy denominada CIRAD (Cañete 2008).

Dentro de ese contexto, el cultivo del algodón (rubro de referencia en la Agricultura familiar Campesina) sigue siendo un rubro producido por la agricultura familiar. La mayoría de estas explotaciones está localizada en los Departamentos de Concepción, Caazapá y Misiones. Son regiones de antigua población rural, en las que el latifundio ganadero ha coexistido, con el minifundio campesino. La producción de algodón era el principal cultivo de los pequeños productores en el Paraguay, ocupando, hacia principio de la década del ochenta, el 57% de las pequeñas explotaciones menores de 20 ha, y empleando esencialmente mano de obra familiar (Galeano 2005).

La producción nacional se caracteriza por una dualidad productiva, por un lado, se tiene un sistema de producción con alta tecnología y por otra un sistema de producción convencional.

Además, se observa que el sistema productivo nacional del algodón, es producido principalmente por productores minifundarios, con escaso nivel tecnológico y económico. Sin embargo, existe hoy una nueva tecnología que puede ser adoptada considerando la apertura del uso de la biotecnología y la liberación comercial del uso de algodón transgénico que representa un paso importante en la recuperación de la producción textil. Debido a los elevados costos en la producción y los avances tecnológicos es de extrema importancia para el productor analizar la eficiencia económica de su actividad.

Por ello, el dimensionamiento del costo de la producción se inserta en el medio rural como una herramienta fundamental en la toma de decisiones seguras para el logro de los objetivos de la empresa familiar. Siendo así, este trabajo plantea como objetivo general comparar la eficiencia económica de la producción de algodón utilizando semilla convencional y transgénica, considerando las características productivas de los productores de la zona de Misiones, con el fin de disponer informaciones técnicas para la toma de decisiones.

Específicamente se busca, determinar los costos de producción para ambos, comparar el rendimiento en relación al costo de producción entre la producción de algodón con semillas convencionales y transgénicas y calcular el ingreso promedio en los sistemas de producción, partiendo de la premisa de que la utilización de semillas transgénicas arrojan mejores rangos de eficiencia económica en comparación con la semilla convencional.

Metodología

La investigación fue realizada en el distrito de Santa María Departamento de Misiones, distante a unos 253 km al sur de Asunción, ubicada en la zona oriental. El periodo de análisis comprendió la última campaña correspondiente al periodo agrícola 2013/2014. Para seleccionar la muestra, primeramente, fueron identificados los productores del algodón convencional y transgénico, distribuidos en el distrito de Santa María y que pertenecen a la agricultura familiar campesina; posteriormente el tamaño de la muestra fue dimensionada a partir de la aplicación del muestreo del tipo intencional, quedando constituido un estudio de multicajos, en este contexto se seleccionaron 10 productores para ambas producciones (semillas convencionales y transgénicas), distribuidas en 5 de cada uno; y los criterios que se tuvo en cuenta para la selección de los productores dentro de la muestra fueron los siguientes:

- Que el productor presente como principal rubro de renta el algodón,
- Que el capital de producción (tierra) sea similar entre los mismos.

Las variables de medición que fueron consideradas en el presente trabajo de acuerdo a los objetivos específicos planteados corresponden principalmente a los indicadores de costo e ingresos según la clasificación de costos del Instituto de Economía Agrícola de San Paulo_ IEA (Matsunaga 1976).

La investigación es de tipo descriptivo y con un componente analítico, con enfoques cuantitativos y cualitativos.

Los instrumentos utilizados para recabar los datos fueron los siguientes:

- Encuesta semiestructurada: con preguntas abiertas a productores y técnicos.
- Visitas a fincas: para conocer el manejo del cultivo, y los costos asociados al cultivo.
- Observación directa: para cruzar los datos de la encuesta y de las visitas a fincas.

La metodología consistió primeramente en el reconocimiento de la situación aldonera de la zona mediante visitas a fincas de producción y la aplicación de entrevistas primeramente a los informantes claves (agentes de producción y comercialización de la zona), dirigidas específicamente a técnicos del MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) especializados en el rubro. Los técnicos del MAG disponen de los datos de productores tanto de algodón convencional como el de transgénico, posteriormente a partir de la identificación de los mismos fueron aplicados cuestionarios semiestructurados con el propósito de lograr los objetivos planteados.

Resultados y discusión

El rendimiento promedio del algodón convencional es de 680 kg ha⁻¹, con una desviación estándar de 44,72 kg ha⁻¹ y el coeficiente de variación es 6,57%, valores considerados inferiores al promedio nacional (Tabla 1).

Comparando los resultados con el promedio nacional que es de unos 1.100 kg ha⁻¹ se puede decir que los rendimientos de los productores de la zona estudiada son bajos, ya que la mayoría no realiza los cuidados requeridos tales

Tabla 1. Producción del Algodón considerando la utilización de semillas del tipo convencional.

Descripción	Valor
Rendimiento promedio (kg ha ⁻¹)	680
Desviación estándar (kg ha ⁻¹)	44,72
Coefficiente de variación (%)	6,57

Fuente: Datos de la investigación de campo. Año 2014.

como la aplicación de fertilizantes a los suelos degradados de manera a lograr el aumento de la productividad del algodón en la zona.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la

Tabla 2, se observa que el rendimiento promedio del algodón transgénico es de 970 kg ha⁻¹, con una desviación estándar de 27,38 kg ha⁻¹ y el coeficiente de variación es 2,82%, muy por debajo del promedio nacional.

Tabla 2. Producción del algodón considerando la utilización de semillas transgénicas (BG/RR).

Descripción	Valor
Rendimiento promedio (kg ha ⁻¹)	970
Desviación estándar (kg ha ⁻¹)	27,38
Coefficiente de variación (%)	2,82

Fuente: Datos de la investigación de campo. Año 2014.

En la Tabla 3 se observan indicadores de ingresos promedios generados en la producción de algodón transgénico y convencional. Con respecto al promedio de margen bruto en ambas producciones se observa resultados positivos, en el algodón transgénico el margen bruto esta

alrededor de 819.120 G con una desviación de 64.132 guaraníes. Sin embargo, en el algodón convencional presentan márgenes muchos menores y con mayor heterogeneidad entre los productores (Desviación estándar de 70.697 G).

Tabla 3. Indicadores de ingresos generados en la producción de algodón en el sistema transgénico y convencional.

Descripción	Algodón transgénico		Algodón convencional	
	Promedio (G ha ⁻¹)	Desviación est. (G ha ⁻¹)	Promedio (G ha ⁻¹)	Desviación est. (G ha ⁻¹)
Margen bruto(MB)	819.120	64.132	358.400	70.697
Margen liquido (ML)	90.036	43.946	-504.396	146.083
Lucro(L)	-385.486	45.217	-978.897	151.228

Fuente: Datos de la investigación de campo. Año 2014.

En la Tabla 3 se observa el promedio del margen líquido para ambas producciones, en el transgénico este indicador arroja resultados positivos lo que indica que el productor cubre su costo operacional total y que esta producción es sustentable en el largo plazo cubriendo así los costos operacionales en efectivo, de la mano de obra familiar, y la depreciación, lo que genera un promedio total 90.036 G de margen líquido con una desviación de 43.946 G con respecto al promedio. Sin embargo, para el convencional el

valor del margen líquido promedio es negativo indicando así que el ingreso del productor no cubre su costo operacional total y no es sustentable en el largo plazo.

Igualmente se observa en la Tabla de eficiencia el promedio de lucro lo cual es negativo para ambas producciones. En el transgénico el promedio de lucro fue de -385.486 G ha⁻¹ con una desviación estándar de 45.217 G ha⁻¹. Por otro lado, el algodón convencional también arrojó un valor

negativo de $-978.897 \text{ G ha}^{-1}$ con una desviación estándar de $151.228 \text{ G ha}^{-1}$, esto indica que ambas producciones no son eficientes técnica y económicamente, porque no remunera todo el capital utilizado para producir este rubro, y no se recupera el costo de oportunidad del capital. Según estudios con productores de algodón en la provincia de Chaco, Argentina bajo condiciones similares de los productores estudiados en esta investigación concluyeron que las prácticas productivas de los pequeños productores no son las requeridas para obtener los mayores rindes de las semillas genéticamente modificadas al no adoptar el paquete completo (Arza et al. 2012).

Para los casos analizados la producción del algodón convencional da un rendimiento promedio de 680 kg ha^{-1} , mientras que el transgénico 970 kg ha^{-1} , quedando demostrada que el algodón transgénico se presenta con rendimientos superiores con relación al algodón convencional.

Conclusión

Considerando los casos analizados se concluye que la producción de algodón realizada bajo el sistema transgénico es sustentable tanto para el corto y largo plazo ya que cubren su costo operacional efectivo y total, mientras que el convencional solo es sustentable en el corto plazo ya que cubre solo el costo operacional efectivo. Sin embargo, considerando los resultados de Lucro se concluye que la producción de algodón

utilizando semillas convencionales y transgénicas en el distrito de Santa María departamento de Misiones, específicamente el caso de los productores de la compañía Cerro Costa no presentan eficiencia técnica ni económica (bajo las condiciones analizadas).

Referencias bibliográficas

- Arza, V; Goldberg, L; Vázquez, C. 2012. Difusión del algodón GM e impacto en la rentabilidad de los pequeños productores de la Provincia del Chaco. Rev. CEPAL, Argentina, 107: 145-147. Consultado 06 set. 2014. Disponible en http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/11552/107137156_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cañete, M; Elaboración del material. 2008. ISA: Informe del Sector Agropecuario: Algodón 2007/2008. Asunción, PY. MAG n 9 p. 2-3). Consultado 29 jun. 2014. Disponible en <http://www2.mag.gov.py/dgp/isa%20algodon.pdf>
- Galeano, L. 2005. Capital social, agricultura familiar y empleo (en línea). Toronto, ON, CA, University of Toronto. Consultado 23 ago. 2013. Disponible en www.utoronto.ca/plac/pdf/CIS-
- Matsunaga, M., Bemelmans, P. Toledo, P 1976. Metodologia de Custo de produção utilizada pelo IEA. São Paulo, Revista Agropecuaria vol. n 23, p. 123-139.

Caracterización de la cadena de valor del pimiento rojo (*Capsicum annuum*) en el Mercado Central de Abasto

Daniel Elías Michael González Caballero¹, Wilma Elizabeth Benítez Moran^{2*},
Julio Salas Mayeregger², Estela Mari Cardozo²

¹Pasaje Carreras 833 c/ Fulgencio R. Moreno, Asunción, Paraguay

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: wielbem@gmail.com

Introducción

El pimiento o locote, como se lo conoce en el país, es una hortaliza que se comercializa en todo el territorio nacional, cuya producción es realizada, en su mayoría, por pequeños y medianos productores agrícolas. Ésta representa a una de las hortalizas más consumidas en el país y posee ventaja comparativa con relación al tomate por su mayor periodo de duración en estado fresco. Entre las variedades existentes se encuentra el locote de color rojo.

El volumen de oferta y demanda del mismo ha ido creciendo, por lo que genera un alto flujo de dinero dentro del sector productivo debido, principalmente, al aumento de la producción a nivel nacional y a la relativa estabilidad de los precios. Para que el fruto del pimiento fresco llegue al consumidor final participan varios agentes o actores dentro de su cadena de comercialización. Existen varios factores que causan la variación del precio final de venta, pero, centrando el enfoque en la producción local, se observa que los productores no tienen gran participación en los ingresos generados cuando el precio final de venta llega a cotizaciones elevadas, suponiendo que el mismo es causado por la participación de los demás agentes, derivando en la distribución no equitativa de los márgenes de ganancia.

La presente investigación buscó caracterizar la cadena de valor del pimiento rojo en el Mercado Central de Abasto y analizar la participación de cada uno de los agentes.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en el Mercado Central de Abasto (MCA), ubicado en la ciudad de Asunción, capital del Paraguay (PY), desde allí se pudo identificar al Departamento Caaguazú de la Región Oriental como el foco de mayor producción nacional que abastece con pimiento rojo al MCA. Los comerciantes estudiados fueron censados por MCA como comerciantes que venden hortalizas (específicamente pimiento rojo).

El productor estudiado fue localizado geográficamente en el departamento de Caaguazú y ofrece sus pimientos rojos frescos directamente en el MCA. El tipo de investigación que se realizó para este trabajo fue de carácter descriptivo, este proceso inició utilizando la técnica de bola de nieve inversa, básicamente, encuestando al comerciante del MCA que indicó a su proveedor y así sucesivamente hasta llegar al productor primario. Para la obtención de fuentes primarias se utilizó una herramienta fundamental para este tipo de investigación: la encuesta; confeccionada para cada actor de la cadena.

El tipo de muestreo para la obtención de datos primarios fue no probabilístico por conveniencia, las variables a medir fueron los distintos eslabones que existen dentro de la cadena analizando el origen, la funcionalidad, conexión existente entre los agentes y los factores que pueden intervenir en el proceso de comercialización.

Resultados y discusión

El Mercado Central de Abasto (MCA) es uno de los puntos de venta más grande de hortalizas en el Gran Asunción. Entre los productos demandados y ofertados en el lugar se encuentra el pimiento rojo de producción nacional, brasilera y argentina.

Según los datos del DAMA, en el 2015, más de la mitad de todo el pimiento disponible para la venta fue de origen brasilero, como se puede observar en la Tabla 1. Según la oficina de información estadística del DAMA, todos los pimientos que ingresan al MCA de origen brasilero son pimientos rojos o amarillos. Esto representa el 54% de la oferta del Mercado correspondiente a 2.880.650 kg de pimiento, de los cuales entre el 65 – 75% (1.872.422 – 2.160.487 kg) son pimientos de color rojo; y lo restante es pimiento amarillo. Ésto indica que las importaciones de pimiento rojo de Brasil tienen una gran demanda en el MCA, pudiendo deberse a que los frutos de origen brasilero son de mayor tamaño y son más carnosos que los pimientos rojos producidos en Paraguay, según el DAMA (2015).

Los pimientos rojos de origen brasilero son del tipo cuadrado o morrón de tamaño mediano ya que los frutos tienen una longitud mayor a 8 cm y menor o igual a 10 cm. Los pimientos rojos de producción nacional, así como los pimientos rojos de origen argentino, son del tipo guampa o alargado de tamaño mediano ya que los frutos tienen una longitud mayor a 9 cm y menor o igual a 12 cm. Cabe destacar que, para que un lote sea etiquetado como pimiento rojo, debe tener al menos 90% de los frutos de color rojo en su superficie.

Esto no siempre se cumple, muchos importadores los importan con la etiqueta de pimiento mixto, ya que no satisface el criterio mencionado. La clasificación descripta corresponde al tipo y tamaño de pimiento que se comercializa en el Paraguay según la Resolución 601/13 del SENAVE. Desde el punto de vista de defectos en los frutos, la Resolución 601/13 también explica los límites máximos de tolerancia, expresados en porcentaje. Los supermercados compran las cajas de pimiento rojo brasilero del gran vendedor que tengan la categoría extra ya que ellos aceptan que solamente el 1% de la

Tabla 1. Cantidad de ingreso de pimiento al MCA por departamento o país de origen en el año 2015.

Departamento o País de origen		Cantidad (kg)	Porcentaje (%)
P	Concepción	233.220	4,39
A	San Pedro	572.405	10,77
R	Cordillera	126.666	2,38
A	Caaguazú	804.607	15,14
G	Itapúa	5.200	0,1
U	Paraguarí	440.763	8,29
A	Alto Paraná	76.123	1,43
Y	Central	79.070	1,49
	Canindeyú	6.925	0,13
	Misiones	62.595	1,18
	Total	2.407.574	45,3
Argentina		27.025	0,5
Brasil		2.880.650	54,2
Total		5.315.249	100

Fuente: DAMA (2015)

caja o del lote completo, tenga defectos leves. Los consumidores frecuentes suelen comprar del gran vendedor o del vendedor estándar los pimientos rojos brasileños que tengan la categoría I, ya que solo el 3% cuenta con defectos graves y solo el 5% cuenta con defectos leves. Los pimientos rojos nacionales, al ser de menor calidad, son vendidos a consumidores frecuentes u ocasionales que tengan la categoría II ya que son vendidos a pesar de contar con más del 5% con defectos leves y 10% con defectos graves.

Los lotes que no cumplan con los requisitos mencionados, pueden ser reclasificados, re embalados y/o re etiquetados hasta cumplir los requisitos mínimos. Sin embargo, no pueden ser comercializados aquellos que presenten pudrición húmeda. Mediante las entrevistas y

encuestas realizadas a los comercializadores y productores se pudo identificar la cadena de valor, la cual está dividida en tres eslabones: a-Origen del pimiento; este eslabón indica de donde proviene el pimiento rojo que ingresa al MCA y que se distribuye entre los posibles vendedores y se vuelve a dividir en 3 actores (Figura 1): Clorinda, Foz de Iguazú y Caaguazú, b-Mercado Central de Abasto; este grupo está dividido en mayoristas y minoristas con base al volumen de venta que manejan los vendedores y c-Consumidor final; este grupo muestra quienes son los potenciales consumidores finales o los que pueden ir a adquirir pimiento rojo del MCA y está dividido en 3 categorías: Supermercados, Consumidores frecuentes y Consumidores ocasionales.



Figura 1. Flujograma de la Cadena de Valor del pimiento rojo en el MCA

El primer eslabón de la cadena indica el origen del pimiento rojo que ingresa al MCA y su comercialización en forma fresca, el mismo está dividido en Clorinda (ARG), Foz de Iguazú (BR) y Nacional (Caaguazú). El de origen en Clorinda (ARG), según los datos estadísticos obtenidos del DAMA (2015), el volumen vendido de pimiento rojo de origen argentino es muy bajo (0,5% del total del pimiento disponible para la venta en el 2015) lo que demuestra que no representa alta participación en la cadena de valor en sí. Sin embargo, el de origen en Foz de Iguazú (BR) que ingresa del Brasil a través

de Foz de Iguazú juega un papel importante en la oferta y el precio con el cual se comercializa este fruto; en el 2015, todos los pimientos importados del Brasil representaban el 54% del total del pimiento disponible para la venta en el MCA (DAMA 2015) Lo que ingresa de Brasil vía Ciudad del Este suelen ser producidos en el Estado de Sao Paulo que es la zona de mayor producción de pimiento rojo más cercana a Foz de Iguazú. Según los datos estadísticos obtenido del DAMA, Caaguazú es el departamento que provee la mayor cantidad de pimientos rojos que ingresan al MCA de producción nacional;

cuando se realizó la encuesta, solamente uno de los vendedores mayoristas contaba con pimientos rojos de producción nacional y el mismo mencionó que fueron obtenidos en Caaguazú.

El segundo eslabón de la cadena (Mercado Central de Abasto) se divide en 2 eslabones con base a la cantidad de producto y precio con el que comercializan: Minoristas que representan a los comerciantes que venden productos hortícolas en pequeñas cantidades y cuyo precio de venta por kg es mayor. Estos están ubicados en el bloque C del MCA. No tienen gran participación en la cadena de valor, pero están presentes en la misma. El segundo, está representado por los mayoristas que son los comerciantes que venden productos hortícolas en grandes cantidades cuyo precio de venta por kg es menor y estos se vuelven a dividir en gran vendedor, vendedor estándar y vendedor nacional. El tipificado como gran vendedor, representa a los vendedores que manejan grandes volúmenes, mueven el doble del volumen de un vendedor estándar y no siempre se manejan con el precio de mercado. De los comerciantes encuestados, solamente uno de ellos, entra en la categoría de gran vendedor de pimiento rojo. El mismo, está ubicado en el bloque CF, y todos los espacios de venta en dicho bloque cuentan con cámaras frías; lo que le permite almacenar productos perecederos, como pimientos rojos, por un mayor periodo de tiempo. Dicho comerciante, también, cuenta con más de un local de venta y eso le permite tener un mayor lugar de almacenamiento y poder comercializar a mayor volumen. Así mismo, lo distribuye a supermercados debido a su capacidad de almacenamiento y mayor conservación de los mismos.

Los del tipo vendedor estándar en su mayoría están ubicados en el bloque A del MCA, manejan cargas mayores y se manejan con el precio mayorista del mercado y son unos de los principales actores en la cadena de valor. De los comerciantes encuestados, el 80% entran en esta categoría ya que cumplen dichas requerimientos. De igual manera, el vendedor nacional: cuenta con las mismas características que los vendedores estándar, con la salvedad que adquieren su producto del departamento de Caaguazú con menor volumen de compra. El

tercer eslabón de la cadena (Consumidor final) se vuelve a dividir en 3 actores con base a la frecuencia que compran productos del MCA, siendo estos: supermercados, consumidor frecuente y consumidor ocasional.

Los actores tipificados como supermercados están representados por varios supermercados que recurren al MCA para poder adquirir grandes volúmenes de pimientos rojos a un precio razonable para tener cierto margen de ganancia. El gran vendedor es el único que cuenta con volumen suficiente para venderlo a los supermercados. El tipificado como consumidor frecuente; existen en gran cantidad y recurren al MCA con cierta frecuencia, estos serían compradores constantes que conocen el movimiento de los comerciantes y buscan comprar cuando el precio del pimiento rojo está bajo. Estos adquieren los pimientos rojos de un gran vendedor o un vendedor estándar. Por último, el Consumidor ocasional representa a los consumidores que no van con frecuencia al MCA y suelen ir cuando tienen la necesidad de hacerlo. No conocen mucho el movimiento de los comerciantes y buscan a los vendedores según un precio de conveniencia. Estos adquieren sus productos de un gran vendedor, un vendedor estándar o de un minorista.

Conclusión

De los pimientos rojos comercializados en el país, los importados del Brasil son los que tienen mayor demanda en el mercado debido a la mejor calidad de sus frutos. Los frutos son de mayor porte y más carnosos. Los eslabones de la cadena de valor son los productores, los comerciantes que actúan como intermediarios y vendedores finales llegando así, a los consumidores finales.

En cuanto a los comerciantes, el gran vendedor es el que recibe mayor margen de ganancia debido a que maneja y comercializa una cantidad mucho mayor de producto, esto es posible ya que cuenta con la infraestructura para poder manejar y almacenar adecuadamente tanta cantidad de producto. Lo que se traduce en una mayor cantidad de venta de pimientos rojos de



buena calidad, que significa mayor ganancia. Igualmente, el gran vendedor tiene influencia aproximadamente en el 80% del pimiento rojo vendido en el MCA.

Referencias bibliográficas

- DAMA (Dirección de Abastecimiento de la Municipalidad de Asunción, Paraguay). 2015. Anuario año 2015 volumen, precios y origen producto pimiento. DAMA, Asunción, Paraguay. 67 p.
- Kaplinsky, R; Morris, M. 2001. A handbook for value chain research (en línea). Consultado 6 jun. 2016. Disponible en http://asiandrivers.open.ac.uk/documents/Value_chain_Handbook_RKMM_Nov_2001.pdf
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2008. Sistemas sostenibles de producción para los principales cultivos agrícolas, hortícolas, forestales y agroforestales de la Región Centro del Paraguay. Asunción, PY. 354 p.
- SENAVE (Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas). 2013. Resolución N° 601/13 por la cual se establece el Reglamento Técnico para la fijación de identidad y calidad del pimiento o locote (*Capsicum annum*) (en línea). Consultado 3 nov. 2016. Disponible en <http://web.senave.gov.py:8081/docs/resoluciones/senave/Res601-13.pdf>
- Tavares de Melo, P. 2013. Culturas do pimentão e da pimenta. Departamento de Produção Vegetal. ESALQ/USP (en línea). Consultado 11 oct. 2016. Disponible en http://docente.ifsc.edu.br/roberto.komatsu/MaterialDidatico/Agro%20neg%20C3%B3cioIII_2016-2/Piment%20C3%A3o/Culturas%20do%20pimentao%20e%20da%20pimenta_2013Esalq_Melo.pdf

Costo de producción del tomate cherry (*Solanum lycopersicum* L. var *cerasiforme*) en el departamento de horticultura de la FCA, UNA

Wilma Elizabeth Benítez Morán^{1*}, Estela Mary Cabello Cardozo¹, Wilber Ortiz¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: wielbem@gmail.com

Introducción

La producción de tomate cherry en el Paraguay es una alternativa interesante debido a su gran potencial; esto es debido a su carácter de cultivo intensivo, diferenciado, principalmente, por requerir elevada cantidad de mano de obra, además es un cultivo de alto rendimiento por unidad de superficie y precio elevado en el mercado.

De igual manera que los demás cultivos hortícolas genera mayores ingresos en menor tiempo en comparación a otros cultivos. A nivel nacional la producción de las hortalizas incluyendo el tomate cherry presenta varios inconvenientes como la falta de tecnología o inadecuado uso de los mismos, deficiente comercialización y desconocimiento de técnicas apropiadas para la producción. Igualmente, se suma a éstos, un problema tácito, falta de planificación y organización, en el cual se deben evaluar futuras contingencias que afectan a la producción, y dar forma al panorama futuro, para ello es esencial la preparación de una estructura de costos con sus posibles beneficios y a través de éste establecer la rentabilidad que el cultivo podría generar. Así mismo, es fundamental el registro de todo lo que conlleva la producción, el cual servirá para una mejor toma de decisiones y el éxito de la actividad.

En este sentido, en la búsqueda de respuesta a uno de los problemas comunes en la producción del tomate cherry, y así aportar información para futuros inversionistas interesados en el rubro surgió el presente trabajo bajo condiciones propias y tecnologías adoptadas por el Centro Hortifrutícola de la Facultad de Ciencias

Agrarias, UNA, lugar donde fue realizado la investigación, con el objetivo de determinar la rentabilidad del tomate Cherry producido en el Centro Hortifrutícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNA.

Metodología

Se realizó una investigación del tipo descriptiva con datos cuantitativos. La fuente de información utilizada para establecer la estructura y determinar los costos del rubro fueron los registros disponibles en el Centro Hortifrutícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, ubicada en la ciudad de San Lorenzo, departamento Central, Paraguay, considerando la zafra productiva del mismo correspondiente al periodo 2016. Para complementar dicha información, se procedió a la realización de entrevistas con informantes claves encargados de realizar diferentes actividades de la producción en dicho rubro en el mencionado centro.

El sistema de producción estudiado cuenta con las siguientes inversiones: un invernadero con dimensión 6x24 m y sistema de riego por goteo, el distanciamiento entre las plantas fue de 1 m entre planta y 0,5 m entre hilera, obteniendo así una densidad de 288 plantas con una producción promedio de 4 kg por planta.

Las principales variables consideradas en el estudio fueron; costo de producción, ingreso y rentabilidad. Para el cálculo del costo de producción se procedió a la sumatoria de los costos directos y costos indirectos expresados en guaraníes. Los costos directos incluyeron: a) insumos técnicos, b) insumos físicos c) interés

(el cual representó el porcentaje pasivo que pagan las instituciones financieras estatales por el costo directo bruto), y d) el gasto administrativo. Con relación a los costos indirectos, estos contemplaron los costos móviles e inmóviles.

El cálculo del ingreso total se realizó a través de la multiplicación de la cantidad total producida por el precio de venta en finca; el ingreso neto generado resultó de la diferencia entre ingreso total y el costo total, y por último se obtuvo la rentabilidad a través del indicador relación beneficio/costo, el cual se obtuvo de la relación que resulta al dividir el ingreso neto por el costo total.

Resultados y discusión

Para la producción del tomate cherry los costos directos que se presentan en la Tabla 1 corresponden al 67,5% del costo total (8.995.747 G), resultando los insumos técnicos un 24,4 % de los costos directos correspondientes a semilla, bandeja plástica, materia orgánica, fertilizantes, insecticida, acaricida, antibiótico, varillas, alambre, cinta plástica, entre otros. Los insumos

físicos, que incluye mano de obra necesaria para la producción, fue estimada en 65.000 G/jornal, siendo este el precio promedio pagado en la zona, el cual correspondió al 18,8% de los costos directos, representando una erogación importante para la actividad, lo que evidenció su alta dependencia de la mano de obra para la producción de este cultivo, por otro lado, una tecnología fundamental para que la producción se pueda realizar todo el año es la instalación de invernadero, el cual representó un 32,5% de los costos directos, siendo el mayor costo dentro de estos, también se tuvo en cuenta el interés, el cual representó el costo de oportunidad, resultando en un 0,9% del costo directo. Por otro lado, el gasto administrativo resultó 18,1% dentro de los costos directos. Finalmente, dentro de los costos directos se tuvo en cuenta la posibilidad de ocurrencia de imprevistos, alcanzando éste un valor de 7,4% de los costos directos. En cuanto a los costos indirectos (4.325.800 G) se encuentran los costos móviles e inmóviles, para los primeros se tiene en cuenta los equipos y maquinarias utilizados en la producción, llegando estos al 42,2% del total de los costos indirectos: Por

Tabla 1. Costos de producción del Tomate Cherry, producido en el Centro Hortifrutícola de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNA, 2016.

Conceptos	Costo total (G)	Costo unitario (G kg ⁻¹)
A) Costos directos	8.995.747	7.809
1. Insumos técnicos	2.016.600	1.751
2. Insumos físicos	1.690.000	1.467
3. Montaje de invernadero y sistemas de riego	2.921.770	2.536
4. Intereses	79.540	69
5. Gastos administrativos	1.625.000	1.411
6. Imprevistos (10%cdb)	662.837	575
B) Costos indirectos	4.325.800	3.755
1. Móviles	1.825.800	1.585
2. Inmóviles	2.500.000	2.170
C) Costo total (G)	13.321.547	11.564

otro lado, en los costos inmóviles se encuentra la instalación de un tanque de agua y el arrendamiento de la tierra, los cuales sumaron un 57,8% de los costos indirectos. Todos los valores mencionados arrojaron un valor de 13.321.547 G como costo total para la producción de tomate cherry en el centro hortícola de la FCA-UNA, pudiendo determinar a través de esto el valor de 11.564 G como costo por kilogramo.

En la Tabla 2 se puede observar el rendimiento

estimado (1.152 kg), teniendo en cuenta para esto la producción de 4 kg por planta y 288 plantas en una dimensión de 144 m², el precio promedio por kg fue de 12.000 G generando un ingreso total de 13.824.000 G y un ingreso neto de 502.453 G. El margen bruto, que es la diferencia entre el ingreso total y el costo directo, arrojó 4.828.253 G. A partir de los valores mencionados se determinó la relación beneficio/costo, alcanzando un valor de 1,038 y una rentabilidad del 3,8%.

Tabla 2. Relación Beneficio Costo del Tomate Cherry, producido en el Centro Hortifrutícola de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNA, 2016.

Concepto	Unidad	Valor
1. Rendimiento estimado	kg	1.152
2. Precio de venta	G kg ⁻¹	12.000
3. Ingreso total	G	13.824.000
4. Ingreso neto	G	502.453
5. Margen bruto	G	4.828.253
6. Costo medio	G kg ⁻¹	11.564
7. Relación Costo/beneficio		1,038
8. Rentabilidad	%	3,8

Conclusión

Los resultados obtenidos en el análisis indican que la rentabilidad en el cultivo de tomate cherry en el centro Hortifrutícola de la FCA-UNA con las tecnologías adoptadas en el lugar es positiva arrojando una rentabilidad del 3,8% lo que indica que hay un retorno del capital superior a la alternativa abandonada, esto puede significar una opción interesante para el inversionista teniendo en cuenta que los valores recabados fueron positivos para una pequeña superficie y esto se irá incrementando a medida se aumente la unidad de superficie.

Referencias bibliográficas

González, M; Pagliettini, L. 2001. Los costos agrarios y sus aplicaciones. Buenos Aires, AR, Facultad de Agronomía. 78 p.

Guerra, G. 1992. Manual de administración de empresas agropecuarias. 2 ed. San José, CR, IICA. 557 p.

Herrera, H; Urtado, A; Ceballos, N. 2015. Estudio técnico y económico del tomate tipo cereza elite (*Solanum lycopersicum* L. var. cerasiforme) bajo condiciones semicontroladas. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Manizales 9(2):290-300.

Martínez, F. 1995. Estrategia y administración agropecuaria. Buenos Aires, AR, Troquel. 647 p.

Matsunaga, M; Bemelmans, PF; Toledo, PEN; Dulley, RD; Okawa, H; Arvatti Pedroso, I. 1976. Metodología de custo de produção utilizado polo IEA. Agricultura em São Paulo 23(1):123-139.

Análisis de la comercialización de mandioca en el bloque L del CECOPROA del Mercado de Abasto de Asunción

Leticia Lorena León Fretes^{1*} y Ruth Diana Fanego Morales¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: leticia.leon@agr.una.py

Introducción

La mandioca en Paraguay es un cultivo importante para la alimentación y la generación de ingresos dentro de la agricultura familiar de acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG 2008), el rubro tiene el mayor volumen comercializado en el Mercado de Abasto de Asunción con relación a los demás rubros, es destinada principalmente al consumo interno y en un menor porcentaje a la industrialización. En Asunción, se encuentra centrada la mayor densidad poblacional y por ello la comercialización de mayores volúmenes del mencionado rubro agrícola (MAG 2016).

El Centro de Comercialización para Productores Asociados (CECOPROA) el cual fue creado en el año 1994, es administrado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través de la Dirección de Comercialización. Se encuentra en el Bloque “L” dentro del Mercado Central de Abasto de Asunción. El mismo tiene como función generar mayores ingresos a los productores organizados por medio de la venta de sus productos directamente a los mayoristas evitando así intermediarios (MAG 2016).

El trabajo tiene como objetivo general: analizar los canales de la comercialización de mandioca en el “Bloque L” del CECOPROA del Mercado Central de Abasto de Asunción.

Metodología

El trabajo fue realizado en el Mercado Central de Abasto de Asunción, específicamente en el bloque L denominado CECOPROA, el

cual depende del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Dirección de Comercialización.

El trabajo fue del tipo descriptivo, la herramienta que se utilizó para la recopilación de datos fueron entrevistas y encuestas estructuradas, aplicadas a organizaciones involucradas, técnicos del CECOPROA, productores, transportistas y mayoristas la población analizada fue definida como finita, participaron del análisis 19 representantes de las organizaciones que comercializan sus productos en el mercado de abasto, 10 mayoristas que frecuentan en el lugar y 10 transportistas encargados de los fletes de los productos, el proceso se desarrolló durante 8 visitas.

Las variables de medición que se estudiaron para el análisis de la comercialización de la mandioca en el mercado de abasto fueron: caracterización del CECOPROA, asociaciones intervinientes, canales de comercialización, presentación del producto, volumen de venta, precios, problemas en la comercialización, identificación productiva (cantidad de hectáreas cultivadas, volumen anual de producción y costo de producción), el transporte (fletes), los costos de comercialización fijos, variables, total (Costo fijo total + Costo variable total), medios (Costo Total/Cantidad de unidades producidas), y así también el índice neto de rentabilidad (Ingreso neto /Costos totales)*100.

Los datos obtenidos fueron comparados con informaciones recientes de diversas publicaciones correspondientes al tema del trabajo, emitidos por instituciones encargadas de registrar los datos, con información de mercados internos, revistas, páginas web, periódicos, etc.

Resultados y discusión

El CECOPROA cuenta con 69 organizaciones inscriptas, de las cuales 58 están habilitadas a participar del bloque L actualmente, con una totalidad de 3.440 socios productores activos de diferentes zonas del país, de los cuales 19 organizaciones se dedican a la comercialización de mandioca que registran un total de 992 productores.

Las asociaciones provienen principalmente de: Concepción, San Pedro, Canindeyú, Caaguazú, Cordillera, Central, Itapúa y Ñeembucú. Los agentes intervinientes en la comercialización de mandioca son principalmente las organizaciones de productores, los transportistas encargados de los fletes, los jefes de ventas quienes son los representantes designados dentro del CECOPROA de las respectivas organizaciones y finalmente a los mayoristas. Entre los intermediarios podemos mencionar al personal encargado de embolsar los productos y los estibadores.

El lugar asignado para el rubro en el bloque L, corresponde a las dimensiones de un palet especial (5 m x 2 m), cuyo derecho a usufructuar por 24 horas deben ser abonados por las organizaciones al representante del DAMA. Dicho importe consiste en la suma de 40.500

G por cada lugar. Los productos quedan bajo la supervisión de los jefes de ventas en el bloque a la vista de los consumidores mayoristas para su comercialización. La producción de mandioca llega al CECOPROA en bolsas de 50 kg, las mimas deben ser acondicionadas en embalajes nuevos, secos, limpios, de un material que no provoque alteraciones a las raíces y que no transmita olor y sabor extraños a los mismos.

El volumen registrado por las 19 organizaciones arroja que el total de área cultivada de mandioca en las fincas abarca un promedio general de 10.000 a 20.000 metros cuadrados, con un rendimiento de 15.000 kilogramos por hectárea, el cual corresponde a 300 bolsas de 50 kg cada una. Durante los primeros 5 meses del año el volumen de venta se mantiene constante, presentándose en el mes de enero el menor volumen de ingreso registrado con 516.450 kg y en el mes de marzo el mayor volumen con 625.650 kg en bruto.

En los últimos años, el precio de la mandioca se ha convertido en el factor determinante de la producción del rubro. Los precios estipulados por las organizaciones en el bloque L del CECOPROA se designan según el precio que maneja el mercado en general. Con respecto a la mandioca para consumo directo, según informe del Centro para la Dirección de Comercialización

Tabla 1. Resumen de costos y análisis financiero de la comercialización de mandioca.

Costo Total		
Concepto		Valor unitario G
Costo variable total		7.715.000
Costo fijo total		1.000.000
Costo de comercialización		2.290.500
Costo total G ha⁻¹		11.005.500
Análisis Financiero		
Concepto	Unidad	Valor
Rendimiento esperado	Bolsas ha ⁻¹	300
Precio de venta	G bolsa ⁻¹	50.000
Ingreso bruto	G ha ⁻¹	15.000.000
Costo total	G ha ⁻¹	11.005.500
Ingreso neto	G ha ⁻¹	3.994.500
Costo medio	G bolsa ⁻¹	36.685
Índice neto de rentabilidad por ha	%	36,3

del MAG, en el periodo 2010/2016, los precios promedios anuales han sufrido fluctuaciones año tras año. En el año 2010 el precio por kg de mandioca fue de 487 G, registrándose así el precio más bajo, posteriormente tubo una tendencia alcista donde se registra en el año 2014 con un precio máximo de 827 G kg⁻¹, volviendo a descender en el 2015 a 588 G. En enero de 2016 el precio fue de 876 G kg⁻¹ y en mayo se registró 697 G. Las principales dificultades que se presentan para la comercialización de sus productos son; la falta de espacio dentro del bloque para el rubro, también la imposibilidad de las organizaciones de poder llegar al bloque, por causa de factores climáticos que limitan el tránsito por los caminos de los diferentes distritos y por último la dificultad completar la carga total previamente negociada con el Centro.

Conclusión

La comercialización de la mandioca se realiza mediante una cadena de distribución donde intervienen los productores, en su mayoría los pequeños y medianos (1 a 20 hectáreas), los acopiadores, los mayoristas y los minoristas. El rendimiento promedio de las organizaciones encuestadas es de 300 bolsas de 50 kg por hectárea, dando un total de 15.000 kg, dicho rendimiento es inferior al estimado a nivel nacional el cual es de 20.000 kg ha⁻¹.

El precio de venta en finca es de 35.000 G por bolsa y en el CECOPROA de 50.000 G. El ingreso bruto comercializando en el bloque L es de 15.000.000 G ha⁻¹.

El costo total de producción del rubro y posterior comercialización en el CECOPROA es de 11.005.500 G. Con un ingreso neto de 3.994.500 G y el costo medio analizado por bolsa es de 36.685 G y el índice neto de rentabilidad estimado es de 36,3%.

Referencias bibliográficas

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay). 2016 Situación de los mercados de productos fruti-hortícolas en el Paraguay. Asunción, Paraguay, MAG.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay). 2014. CECOPROA: volumen y valor de la comercialización por mes - año 2014. Asunción, PY, MAG, CECOPROA.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay). 2008. Informe sector agropecuario zafra 2007/2008 (en línea). Asunción, Paraguay, MAG. 10 p. Consultado 20 abr. 2016. Disponible en <http://www2.mag.gov.py/dgp/Isa%20mandioca.pdf>

Producción de frutilla: un análisis del aporte económico a los agricultores familiares de la compañía de Estanzuela Areguá e Itauguá, Departamento Central

Samia Romero^{1*}, Mónica Gavilán¹, Clotilde Benítez¹, Estela Cabello¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: karmasamia@gmail.com

Introducción

El cultivo de la frutilla se inició en el país con inmigrantes italianos en el año 1920, y recién a partir de 1960, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) comenzó su promoción como rubro para pequeños productores, siendo introducidas variedades de Estados Unidos, Brasil y Japón.

El cultivo de frutilla (*Fragaria* spp.) es de gran importancia en el Departamento Central, y va adquiriendo relevancia en otros departamentos, tales como Caaguazú, Itapúa, Cordillera y Alto Paraná (Huerta 2015). En nuestro país, la producción de frutilla genera importantes beneficios económicos para los productores y se consume preferentemente en estado fresco, como jugos, mermeladas, dulces y diversos tipos de postres.

Estanzuela es la compañía con mayor producción en el Departamento Central, y ha sido el rubro principal de la Agricultura Familiar (AF) en los últimos años. Cabe destacar que la agricultura familiar produce una amplia variedad de alimentos, que mantienen autenticidad y originalidad ligadas a las circunstancias sociales, culturales y de disponibilidad local de recursos naturales. (Gavilán 2016), así mismo la demanda de la fruta ha aumentado en los últimos 10 años, y por ende la producción se expande en toda la zona.

La comercialización de frutilla es realizada en mercados locales y supermercados; frente a sus fincas a la vera de la ruta; así como también es comercializada casa por casa en algunos barrios

de Asunción y alrededores. Otra importante forma de venta es en las ferias de frutilla realizadas en las ciudades de Areguá e Itauguá, donde el comercio es directamente del productor a consumidor.

Así, el objetivo del presente trabajo fue cuantificar el aporte económico de la producción de frutilla a la agricultura familiar.

Metodología

El trabajo fue realizado en la compañía de Estanzuela, que se encuentra entre las ciudades de Areguá e Itauguá, departamento Central. La población objeto de análisis consideró familias productoras de frutilla, miembros de la Asociación de productores de frutilla y afines y de otros comités de productores. La muestra fue del tipo opinático (Vieytes 2004), ya que se seleccionaron informantes calificados siguiendo criterios estratégicos en función al objetivo del estudio y su conocimiento de la situación, la selección de la muestra fue con base a cantidad de años como miembro de los grupos organizados, que tuvieran familias productoras antecesoras, así como productos a base de frutilla.

La recolección de datos se realizó en una población finita. El tipo de investigación fue descriptivo y tuvo un enfoque cualicuantitativo, con diseño etnográfico realista o mixto. Para la recolección de datos primarios fueron utilizadas técnicas como, grupo focal, entrevistas semi estructuradas, observación directa e historias de vida.

Los indicadores evaluados fueron aquellos relacionados con la frecuencia de plantación,

motivo de selección del cultivo, beneficios económicos percibidos, producción alternativa.

Resultados y discusión

La frutilla ha tenido un aumento en su producción en los últimos 10 años, esto se debería a la alta demanda a nivel nacional, y a los costos versus beneficios que este rubro posee.

En la Figura 1 se observa el promedio de precios de mercado de los últimos 10 años

Conforme muestra la Figura 1, puede observarse los puntos máximos en cuanto al precio promedio de la frutilla, según el año. Es importante destacar que el aumento sostenido de precio desde el año 2011 al 2014, presentó una baja interesante en el 2015. Por otro lado, en el año en curso se dieron picos de precios únicos, en el mes de junio en el cual, la frutilla se ofertaba a 33.462 G.

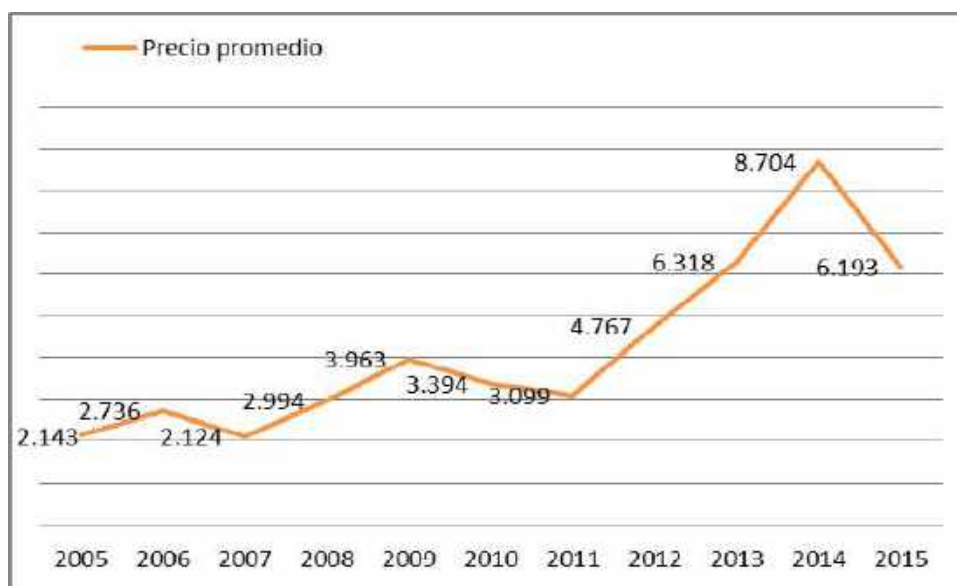


Figura 1. Evolución promedio de precio de frutilla, en G kg⁻¹, 2005/2015.

La frutilla es un cultivo bianual, sin embargo los productores de Estanzuela realizan el cultivo una sola vez al año. En Areguá algunos productores reproducen plantas madres, otros las adquieren de viveros especializados en ese rubro; por otro lado, en Itauguá la asociación es la encargada de proveer a los socios los plantines que llegan desde Argentina.

Todavía en este contexto, los productores manifestaron que las motivaciones para el cultivo de frutilla responden a ingreso económico; manejo y conocimiento del rubro; y la tradición del cultivo en la zona. Así mismo, mencionaron también sobre las ventajas principales de la producción, un espacio relativamente pequeño; la mano de obra utilizada, en su mayoría, mano de obra familiar, aunque en algunos momentos

importantes como el trasplante o la cosecha se utiliza mano de obra contratada; la demanda a nivel nacional que aumenta año a año, da buenas posibilidades de precio; la inversión en comparación a otros rubros, los costos beneficio es mayor y la buena generación de ingresos a las familias, lo cual le permite satisfacer sus necesidades básicas. En este sentido, se mencionó que se puede lograr triplicar la inversión, si la cosecha es buena y el mercado es propicio. Así mismo, los productores cuentan con rubros alternativos como ser la sandía, melón y otros productos hortícolas, como alternativa para la época en donde la frutilla no está presente.

En contrapartida, los productores enfrentan un problema en la actualidad y es la tenencia de la tierra. En su mayoría los productores no

poseen título de tierra, son terrenos fiscales y las familias no cuentan con tierras propias para la producción, son superficies arrendadas en dimensiones pequeñas. Según los mismos entrevistados comentan que la demanda aumenta de manera anual, pero la superficie siempre es reducida, aproximadamente en un espacio de

12x30 m podrían plantarse 4.000 plantines, con un promedio de 12.000 kilos de frutillas cosechadas que son manejadas con facilidad con mano de obra familiar. En la Tabla 1 se exponen los costos estimados para la producción de frutilla en una hectárea, y se detallan los insumos necesarios.

Tabla 1. Insumos y costos, unitario y total, para la producción de una hectárea de frutilla.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (G)	Costo total (G)
1- Insumos				
Semillas	Plantines	250	70.000	17.500.000
Materia orgánica	kg	100	150.000	15.000.000
Fertilizante químico (abono 12-12-17-2)	kg	20	240.000	4.800.000
Insecticidas (Supermill)	L	1	50.000	50.000
Nematicida (Oncol)	L	2	140.000	280.000
Acaricida (Acarin)	L	1	87.000	87.000
Fungicida (Topsin)	kg	3	130.000	390.000
Adherente	L	1	18.000	18.000
Canasta para cosecha	Unidad	50	8.000	400.000
Rolo PAC.	Rollo	2	270.000	540.000
Mulching	Unidad	6	350.000	2.100.000
Manguera de tres cuarto	m	200	3.600	720.000
Accesorios sanitario		1	100.000	100.000
Subtotal (G)				41.985.000
2. Mano de obra				
Preparación de suelo	Jornal	4	79.000	316.000
Preparación de tablonos	Jornal	35	79.000	2.765.000
Colocación de mulching	Jornal	4	79.000	316.000
Aplicación Materia orgánica	Jornal	20	79.000	1.580.000
Colocación de plantines	Jornal	20	79.000	1.580.000
Limpieza y raleo	Jornal	30	79.000	2.370.000
Riego	Jornal	30	79.000	2.370.000
Fertilización en cobertura	Jornal	20	79.000	1.580.000
Sanitación	Jornal	12	79.000	948.000
Recolección, clasificación y embalaje	Jornal	60	79.000	4.740.000
Imprevisto (10%)				1.856.500
Subtotal (G)				20.421.000
Totales (G)				62.406.000

Fuente: DC/SIMA.

Conclusión

Los aportes económicos son importantes, ya que la demanda ha aumentado en los últimos años y el crecimiento de los precios acompaña este proceso. Los costos versus beneficios han favorecido al productor evidenciando que la frutilla es una planta con un manejo relativamente cómodo siendo el microclima del territorio apto para su desarrollo dando su máxima calidad.

Referencias bibliográficas

- Gavilán, M. 2016. Desafíos para las políticas públicas en el contexto del fomento de la agricultura familiar, la seguridad y soberanía alimentaria en Paraguay: comunicaciones del I Congreso Internacional sobre Comercio Justo y Soberanía Alimentaria en Paraguay. Asunción, Paraguay, Ediciones Litopress. 107 p.
- Huerta, G. 2015. Situación actual y perspectivas del producto frutilla. Asunción, Paraguay, MAG/DC. 23 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay); DC (Dirección de Comercialización). 2015. Datos sobre producción de Frutilla. San Lorenzo, Paraguay, MAG/DC. 27 p.
- Vieytes, R. 2004. Metodología de la investigación en organizaciones, mercado y sociedad. epistemología y técnicas. Buenos Aires, AR, De las Ciencias. 745 p.

Experiencias de incentivos a la conservación en comunidades indígenas Mbyá Guaraní de Caazapá, Paraguay

Clara Graciela Echeverría Medina^{1*}, Ana María Macedo Sienra², Edgar Daniel Coronel Recalde¹,
Guadalupe Leguizamon¹, Alma Fleitas¹, Silvio Villaba³

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Red Paraguay de Conservación en Tierras Privadas. Fernando de la Mora, Paraguay.

³Apoyo logístico de la Comunidad Indígena Mbyá Guaraní Tajy Tupã Renda (Ypefí), Caazapá.

* Autor para correspondencia: claraecheverriam@gmail.com

Introducción

La Ley N° 3.001 a través de sus normas reglamentarias, en especial la Resolución N° 199/13 (SEAM 2013), en su Art. 3, contempla la certificación de bosques en varios tipos de propiedades: pertenecientes a personas físicas, jurídicas, poseedores de tierras del INDERT, arrendatarios y también Comunidades Indígenas.

Los pueblos indígenas y otras comunidades tradicionales juegan un papel extremadamente importante en la conservación de los bosques y recursos naturales. Casi todos los bosques (98%) en posesión de los pueblos indígenas y otras comunidades locales se mantienen en pie, evitando la liberación de miles de millones de toneladas de gases de efecto invernadero, así como contribuyendo a conservar la biodiversidad, proveer agua limpia, y mantener otros servicios vitales de los ecosistemas, además, por supuesto, sosteniendo miles de comunidades locales, sus culturas y costumbres (Charchalac 2012).

Los bosques contribuyen a los medios de vida rurales, de las poblaciones indígenas y la mitigación de la pobreza mediante los ingresos generados por el empleo en la producción de bienes y servicios forestales. Sería además muy elevada (aunque actualmente se desconoce) la cifra de quienes pueden beneficiarse en forma indirecta de los servicios ambientales prestados por los bosques (FAO 2014).

Existe actualmente una amplia gama de

definiciones de servicios ambientales con similitudes y diferencias. La definición más sencilla y técnica apunta a definir a los servicios ambientales como las funciones de los ecosistemas (Amarilla y González 2009).

Actualmente están registrados en la Secretaría del Ambiente unos 16 Certificados de Servicios Ambientales expedidos, entre los que figuran dos Comunidades Indígenas de la Etnia Nivaclé (SEAM 2015).

El objetivo del estudio fue analizar la situación de la superficie boscosa para la Ley 3001 de cada comunidad indígena.

Metodología

Este estudio fue realizado en el Marco del Programa Reforestemos el Monday, de la Asociación A Todo Pulmón Paraguay Respira, con apoyo de la Agencia de los EEUU para el Desarrollo Internacional (USAID). Se elaboraron los documentos respaldatorios para la Certificación de Bosques en Comunidades Indígenas.

Las comunidades indígenas seleccionadas se encuentran asentadas en el Departamento de Caazapá, en los distritos de Tava'i y de Aba'i, como se puede observar en la Figura 1.

El estudio fue descriptivo, con un enfoque mixto; que se basó principalmente en la observación, análisis e interpretación de imágenes de satélite para identificar las diferentes coberturas de la tierra de cada comunidad y cuantificar los usos

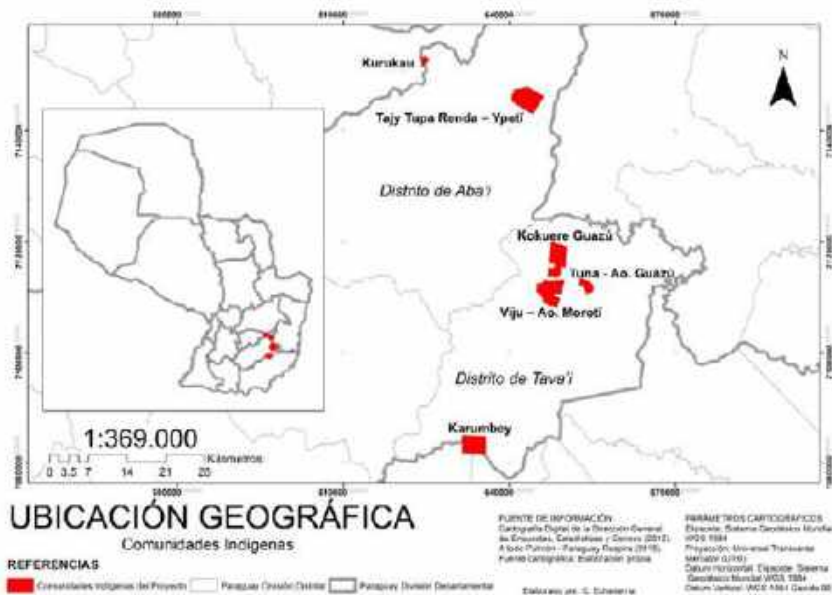


Figura 1. Ubicación geográfica de las comunidades indígenas del estudio.

de la tierra para los años 1986 y 2015, y definir posteriormente la propuesta de superficie para Certificación de Servicios Ambientales.

El principal documento con el que se trabajó fue el Título de la Propiedad, para la elaboración del límite de las propiedades y luego la ubicación de las escenas de las imágenes satelitales necesarias, tanto para diciembre de 1986, como una imagen de fecha actual (2015), para la cuantificación de superficie boscosa existente en diciembre de 1986 (posterior al 17 de diciembre de 1986) y en el momento del estudio (2015). Este procedimiento se encuentra detallado en la Resolución N° 1.387/14, en el Art. 3 (SEAM 2014).

Las descargas de las imágenes se realizaron de la plataforma Glovis. Para el análisis del uso de la tierra del año 1986 fue utilizado el satélite Landsat 5 TM, mientras que el satélite Landsat 8 OLI fue recurrido para el análisis de la situación actual de uso de la tierra. Se realizó una clasificación supervisada de las imágenes satelitales, para el posterior cálculo de las superficies de cada uso observado.

Las superficies de cada área de estudio fueron

utilizadas para el cálculo de la superficie boscosa a certificar, donde fue utilizada la ecuación elaborada en base a la normativa vigente:

$$\text{BARLBN} = \text{BA} - (\text{RLBN} + \text{BP})$$

Donde,

BARLBN: bosques adicionales a la reserva legal de bosques naturales

BA: superficie de bosques actuales

RLBN: reserva legal de bosques (25% de la superficie encontrada en diciembre de 1986)

BP: bosques de protección de cursos de agua (Paraguay 2010 y Paraguay 2012).

De la superficie resultante se restaron las áreas donde las comunidades plantaron Yerba mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.) bajo monte. Esta plantación se efectuó en áreas cercanas a las viviendas.

Como cada propiedad posee una superficie correspondiente a su título de propiedad, el análisis de los resultados consideró las proporciones de las superficies en relación a la superficie total de cada

comunidad, para un mejor dimensionamiento de los resultados.

Resultados y discusión

La clasificación supervisada de las imágenes dejaron los siguientes resultados, presentados en la Tabla 1.

En cuanto a los resultados de la Comunidad Taji Tupã Renda (Ypeti), la superficie desde el año 1986 hasta 2015, ha disminuido un 24,83% (378,90 ha) de la superficie total. Esta disminución se debe a la apertura de nuevas tierras de cultivo de autoconsumo. Se ha encontrado que un total del 40,00% de la superficie total (604,48 ha) corresponde a Certificación para Servicios Ambientales.

Tabla 1. Resumen de superficies encontradas para cada comunidad indígena.

Comunidades Indígenas	Superficie Total (ha)	Bosque 1986	RLBN	BA	BP	Cultivo de yerba mate	BARLBN
TajiTupã Renda (Ypeti)	1526,18	1371,38	342,85	992,48	36,36	8,80	604,48
Kurukau	118,15	60,72	15,30	49,15	3,03	5,06	26,39
Tuna–Ao. Guazú	352,24	339,52	85,99	262,23	23,56	8,45	144,23
Ao.Moroti-Viju*	1429,41	1377,43	344,36	1316,57	78,50	14,54	879,17
Kokuere Guazú*	1364,57	1071,86	267,96	885,98	51,03	12,75	554,24
Karumbey	1200,01	1139,61	284,90	990,13	51,57	11,97	641,69
TOTAL	5990,56	5360,52	1341,36	4496,54	244,05	61,57	2850,20

*Superficies ajustadas al límite del Parque Nacional Caazapá, por superposición de superficies.

En relación a las proporciones de superficies boscosas de la Comunidad Kurukau, se ha encontrado que un total del 22,33% de la superficie corresponde a la Certificación para Servicios Ambientales (26,39 ha). Así también se determinó que la superficie boscosa de la comunidad se redujo un 9,79% (11,57 ha).

Una reducción de la superficie boscosa cuantificada en 77,29 hectáreas fue encontrada en la Comunidad Tuna – Arroyo Guazú, lo que corresponde al 21,94% del total de la propiedad. Mediante el análisis de la superficie boscosa se ha hallado un 41,00% perteneciente a Certificación para Servicios Ambientales (144,23 ha).

Para la Comunidad Viju – Arroyo Moroti; un 62,00% de su superficie corresponde a Certificación para Servicios Ambientales (879,17 ha). Así también, es importante señalar que la superficie boscosa de la comunidad se redujo unas 60,86 hectáreas, siendo un 4,26%.

Sin embargo, la Comunidad Kokuere Guazú redujo su superficie boscosa un 13,62% (185,88 ha). Se ha encontrado que un total de 41,00% de la superficie (554,24 ha) corresponde a Certificación para Servicios Ambientales.

La Comunidad Karumbey tuvo una reducción de la superficie boscosa de unas 149,48 hectáreas; valor que corresponde a un 12,46%. En relación a las proporciones de superficies boscosas, cabe resaltar que la superficie correspondiente a Certificación para Servicios Ambientales es del 53,00% (641,69 ha).

Atendiendo a los resultados, valores aproximados se obtuvieron también en el estudio realizado por IPA/ RPCTP/WWF (2015), en la Comunidad Indígena Aché de Puerto Barra Tapy; donde se identificó un 30,69% de superficie para Certificación de Servicios Ambientales.

Sin embargo, Romero (2015) a través de los análisis pertinentes para la elaboración y

presentación de la documentación requerida por la Secretaria del Ambiente, ha encontrado que para las dos comunidades indígenas con Certificados de Servicios Ambientales, la comunidad Guaraní Ñandeva Belén de Laguna Negra, cuenta con un 42,85% de superficie certificada y la comunidad Manjui San Miguel del Campo Loa, alcanzó un 82,66% de su superficie. La segunda comunidad citada es la que cuenta con mayor superficie certificada.

Asimismo, el mismo autor, menciona que todos los valores encontrados para las demás comunidades que se encuentran en proceso de certificación, se encuentran cercanos al valor máximo anteriormente citado. La comunidad Angaité Santo Domingo obtuvo un 69,10% de su superficie a certificar; un 71,22% fue para la comunidad Angaité San Martín; para Mistolar, otra comunidad Nivaclé, se obtuvo un 80,84% y finalmente para la comunidad Nivaclé Fischat – San Leonardo, un 81,36% de su superficie a certificar.

Estos valores son mayores a los encontrados en este estudio, debido principalmente a la ubicación de las comunidades. Las comunidades de la Región Occidental del Paraguay pueden o no tener cursos hídricos, y por tanto el descuento de la superficie del bosque protector se realizará según sea el caso.

Del mismo modo, las diferencias de superficie a certificar entre las comunidades indígenas Mbyá analizadas, se deben a los factores de la cantidad y amplitud de los cursos hídricos que puedan existir en sus propiedades, ya que de esto depende la cuantificación de la superficie de los bosques protectores. Otro factor importante a tener en cuenta son las diversas comunidades naturales no leñosas que existen dentro de la propiedad.

Torres (2006) afirma que las comunidades indígenas dueñas de recursos naturales, queden proveídas no solo de las posibilidades de tener un nuevo ingreso, sino también de tener un mecanismo que ayude a aminorar la depredación de sus tierras y que puede suceder gracias al ingreso extra que suponen los pagos por servicios ambientales.

Conclusiones

Luego de un análisis de los datos obtenidos, se puede afirmar que la Comunidad Indígena Viju – Arroyo Morotí obtuvo el mayor porcentaje de superficie para Certificación de Servicios Ambientales, un 62% de la superficie total de la propiedad. Así mismo, esta comunidad registró la menor reducción de cobertura boscosa debido al cambio de uso de la tierra, solo un 4,26% de la superficie total.

La Comunidad Tajy Tupa Renda – Ypetí, registró el mayor porcentaje de cambio de uso de la tierra en su análisis, un 24,80% de la superficie total de la propiedad, debido a la apertura de nuevas tierras de labranza de cultivos de autoconsumo.

La certificación de Servicios Ambientales sería una estrategia digna para la obtención de beneficios económicos para las comunidades indígenas de nuestro país, y a través de ello, que se finalice el alquiler de sus tierras como un medio de vida.

Referencias bibliográficas

- Amarilla, SM; González, JD. 2009. Estudio de valoración económica de ecosistemas forestales de la Región Oriental del Paraguay. *In* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura / Instituto de Derecho y Economía Ambiental / Secretaria del Ambiente. Guía para la elaboración de proyectos MDL forestales. Asunción, Paraguay. p. 27-42.
- Charchalac, S. 2012. Experiencias en compensación por servicios ambientales en América Latina (PSA o REDD+): descripción de casos relevantes (en línea). Consultado 24 nov. 2015. Disponible en: www.forest-trends.org/documents/files/doc_3263.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 2014. El estado de los bosques del mundo: potenciar los beneficios socioeconómicos del bosque. Roma, Italia, FAO. 146 p.

- IPA (Ingeniería y Proyectos Ambientales, Paraguay); WWF (World Wildlife Fund, Paraguay); RPCTP (Red Paraguaya de Conservación en Tierras Privadas, Paraguay). 2015. Expediente comunidad indígena Aché Puerto Barra Tapy (Inédito). Asunción, Paraguay, IPA/WWF/RPCTP.
- Ley De restablecimiento de bosques protectores de cauces hídricos del Territorio Nacional Paraguay. n° 4241. Gaceta Oficial de la República del Paraguay. Paraguay. 22 Dic. 2010
- Decreto n° 9824, 2012. Por el cual se reglamenta la Ley N° 4241 “De restablecimiento de bosques protectores de cauces hídricos del Territorio Nacional”. Gaceta Oficial de la República del Paraguay. Paraguay. 3 oct. 2012.
- Romero, C. 2015. Servicios ambientales en Paraguay: oportunidad para el desarrollo indígena. Fundación Yvy Porã, 15 años desarrollo con dignidad. Cuadernos Yvy Porã 4, s/p.
- SEAM (Secretaría del Ambiente, Paraguay). 2013. Resolución n°199. Por el cual se establecen las condiciones y requisitos para poder certificar los servicios ambientales que produzcan los bosques, así como las condiciones y los requisitos para que los adquirentes de certificados de Servicios Ambientales de bosques puedan utilizarlos para compensar el déficit de Reserva Legal de bosques naturales, de acuerdo con las Leyes 422/73 y 311/06. Secretaria del Ambiente. Paraguay. 4 oct. 2013.
- SEAM (Secretaría del Ambiente, Paraguay). 2014. Resolución n° 1.387. Por el cual se establece los términos oficiales de referencia para la presentación de mapas temáticos e imagen satelital, en el marco de las leyes vigentes en la Secretaria del Ambiente SEAM. Secretaria del Ambiente. Paraguay. 21 nov. 2014.
- SEAM (Secretaría del Ambiente, Paraguay). 2015. Lista oficial de Áreas Certificadas bajo Ley 3001 de Pago por Servicios Ambientales.
- Torres, G. 2006. El pago de los servicios ambientales y las comunidades indígenas (en línea). Ra Ximhai. 2(1):187-207. Consultado 24 nov. 2015. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/461/46120110.pdf>

Caracterización de la cadena productiva de la banana en el desarrollo sostenible de productores asociados a la Cooperativa Guajayvi Unido Ltda.

Ángel Manuel Benítez Rodríguez¹ y María Gloria Cabrera Romero^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: ayacabrera@hotmail.com

Introducción

La complejidad de la situación rural campesina, en la actualidad, exige intervenciones de carácter multidimensional con un enfoque productivo, que acompañado con tecnología limpia y organización socio-económica fundamentada en un sistema cooperativo de amplia participación, son elementos que apuntan y contribuyen a mejorar la gestión articulando elementos ambientales, sociales y económicos tendientes a lograr eficiencia y eficacia en la producción agrícola. El Banano o plátano es un híbrido perteneciente a la familia Musáceas, del género *Musa* y serie *Eumusa*. Es resultante de la cruce entre *Musa Acuminata* con *Musa Balbisiana* (Araya 2008).

El Paraguay posee condiciones apropiadas para el cultivo del banano, especialmente, cuando se realiza en pequeñas parcelas para aprovechar los microclimas favorables que tiene el país en algunos departamentos como Caaguazú, Cordillera, Caazapá, Concepción y San Pedro. La importancia económica que posee este cultivo puede resumirse diciendo que es la fruta más consumida en el país, de permanente oferta durante el año, alto valor nutritivo y precio accesible que permite su adquisición a personas de todos los niveles económicos (MAG 2009).

La producción y comercialización de Banana a nivel nacional se ha desarrollado desde hace mucho tiempo atrás, sin embargo, la producción y articulación a mercados tradicionales ha sido deficiente en todas sus facetas, lo que mediante este nuevo enfoque productivo, organizativo y articulado a la cadena de valor podría marcar el inicio de un proceso más eficiente y competitivo que contribuirá en gran medida para un desarrollo sostenible.

Todo proceso de desarrollo consiste en un conjunto de actuaciones tendentes a modificar las estructuras técnicas, económicas y sociales, lo cual debe implicar aumento del bienestar social.

El desarrollo es obtener un mejor nivel de vida, la capacidad de conservar y enriquecer el patrimonio cultural, creación de actitudes positivas para el futuro, aprendizaje colectivo de capacidades asociativas, innovadoras y generadoras de soluciones y alternativas, así como la capacidad de llevar a cabo las soluciones propuestas (Montero 1997). En este contexto, las cooperativas se han constituido es un importante componente conductor, insertándose en los territorios rurales y en el sector agrícola para una producción y comercialización más competitiva. Así, se pretende realizar un análisis de todos los factores que pueden llegar a ser esenciales para entender las dinámicas de estas organizaciones y como éstas se insertan en las comunidades en las que intervienen.

El conocer la realidad de este tipo de organización es necesario para el logro de mejoras en la calidad de vida de sus miembros y pobladores del área cobertura de la cooperativa. Estudiar la cadena de valor, es de importancia ya que permite el análisis de las oportunidades dónde se puede ganar competitividad (FAO 2006). Siendo así, la presente investigación tuvo por objetivo establecer la relevancia de la cadena productiva de la banana en el desarrollo sostenible de los productores asociados a la Cooperativa Guajayvi Unido Ltda.

Metodología

La investigación fue de carácter descriptivo, se basó en el análisis de datos cuantitativos y

cualitativos. Fue desarrollada en las comunidades rurales del distrito de Guayaibi donde se encuentra la Cooperativa Guajayvi Unido Ltda. (CGU Ltda.), ubicada en el departamento de San Pedro, de la región Oriental del Paraguay, cuyas coordenadas son 24°32' de latitud Sur 56°26' de longitud Oeste con una altitud de 283 msnm y ubicado a 175 km de Asunción capital.

Para obtener una buena representatividad de la población objeto de estudio fue considerada información proveída por la cooperativa con base a la encuesta anual realizada a todos los socios productores de banana, con un total de 92 productores en el año 2014. Igualmente, fueron aplicadas entrevistas a informantes claves. Se caracterizó a los productores de banana asociados a la Cooperativa, como así también a la Cooperativa, su estructura orgánica, su rol y como se inserta en la comunidad agrícola (participación en la cadena).

Resultado y discusión

La CGU Ltda. hasta el año 2016 contaba con 92 socios productores de banana, de los cuales 67,4% (62 socios) se encontraban activos, con voz y voto en las asambleas, sin embargo, el 32,6% (30 socios) no se encontraban habilitados y no contaban con estos derechos. El pago de una cuota social mínima de Gs. 5.000, les posibilitaba este derecho. Todos los socios son productores agrícolas especializados en la producción de banana y/o de piña. La Cooperativa cuenta con un Consejo Directivo que se renueva cada dos años y está constituida por un Presidente, un Vicepresidente, un Secretario, un Tesorero y dos miembros (un titular y un suplente). En su totalidad el consejo está compuesto por seis directivos que son los encargados del trabajo organizacional de la Cooperativa. En cuanto a las familias de los socios productores, se verificaron grupos familiares relativamente numerosos, predominando las integradas por 4 y 5 miembros, que representan un 43% de la masa societaria. Igualmente, se encuentran las familias con ≥ 6 miembros (34%) y por último, el estrato que comprendió de 1-3 miembros con un 23%, respectivamente. Evidenciándose así, que en

mayor medida las familias se encuentran en fase de expansión. Cuando considerada la jefatura de hogar, el mayor porcentaje de los socios está casado alcanzando un 57% del total.

Con el 16% se ubica el grupo de los acompañados, con el 14% el grupo de solteros, 8% el grupo de los divorciados y un 5% el grupo de los viudos. Siendo así, se visualiza una mayor población con vínculo matrimonial y una perspectiva de aumento en los próximos 2 a 3 años, pues conforme las encuestas realizadas, tanto los acompañados como solteros manifestaron su intención de matrimonio y expectativa de familia que representa arraigo, tanto en el aspecto familiar como también en lo referente a explotación de sus tierras y mano de obra familiar. Ya cuando consideramos la tenencia y uso de la tierra, los resultados expresaron que casi las tres cuartas partes de los socios, es decir el 70%, poseen título de propiedad de sus respectivas fincas. Seguido, con un 13% se encuentran los productores que alquilan tierras, mientras las familias consideradas como ocupantes se ubican con un 8%, las fincas donde se ha recibido y/o compartido herencia con un 5%, y apenas con un 4% se encuentran aquellas con documentación provisoria.

El alto porcentaje de socios con pose de tierra es uno de los resultados visibles de la conjunción socio-cooperativa, ya que la que la cooperativa ayuda y apoya en las gestiones para la obtención de los títulos de propiedad. Por otra parte, fue observado que un importante número de familias que cultivan entre 2,1 a 4 ha y 4,1 a 6 ha por finca, alcanzando ambos el 48% de la totalidad de los socios. Seguido, por un 41% de fincas que cultivan de 2 a menos ha y un 11% que cultivan de ≥ 6 ha. Esta situación refleja la tendencia a una producción cada vez más intensiva en cuanto a superficie cultivada y consecuentemente, una presión más intensa sobre el manejo de recurso tierra. En cuanto a la participación de la CGU Ltda. en la cadena productiva de la banana y como ésta impacta en el bienestar de sus asociados, se evidenció que el modelo de trabajo de la cooperativa, posibilitó que los productores cuenten con un gran apoyo en las diferentes etapas de la cadena productiva, como también se puede afirmar que la cooperativa

ha logrado involucrarse en cada uno de los eslabones de la cadena brindando apoyo técnico-financiero y/o servicios, conforme lo afirman Juliá y Marí (2002), las cooperativas han venido tomando un mayor compromiso con la actividad productiva, asumiendo más funciones de apoyo a esta actividad en las explotaciones agrarias con el fin de incrementar su eficiencia, conscientes de las dificultades que el modelo productivo que representan las pequeñas y medianas explotaciones familiares en orden a su competitividad. La CGU Ltda. es una de las cooperativas más exitosas en lo referido al rubro estudiado, desde 1999 viene trabajando con la producción de banano, y desde entonces se ha dedicado y ocupado por apoyar en cada una de las etapas de la cadena.

La CGU Ltda. cuenta con su propia marca de bananas y piñas y desde el 2006 están exportando a la Argentina. Los productores, se dedican exclusivamente a la producción agrícola y de autoconsumo, incorporan tecnologías acordes a su realidad. Los mismos, están agrupados en 4 comités dentro de la cooperativa, y planifican tanto la plantación como la venta para que todos puedan ser beneficiados. La venta es realizada tanto en el mercado local como para exportación, lo cual es realizado a través de la Central de Cooperativas, a la cual se encuentra asociada (FECOPROD 2010).

Conclusión

A partir de los resultados obtenidos en la investigación se puede concluir que una organización socio-económica como la Cooperativa Guajayvi Unido Ltda. se constituye en un instrumento que viabiliza el desarrollo social y económico de sus asociados y en consecuencia de la comunidad, como lo afirma la FAO (2011), los miembros de una cadena de valor, reconocen que todos los participantes deben crear una situación de ganar-ganar (“win-win”), por lo cual todos ellos se benefician financieramente, construyéndose una relación de cooperación en el negocio, antes que con rivalidades. Sin embargo, aún se tiene como desafío profundizar

componentes sociales y ambientales, aspectos poco abordados por la Cooperativa, para lo cual sería interesante establecer alianzas estratégicas que pudiesen potenciar estos aspectos.

Referencias bibliográficas

- Araya, J. 2008. Agrocadena del plátano y caracterización de la agrocadena (en línea). Huetar Norte, CR. Consultado 21 set. 2014. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00082.PDF>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006. Alianzas productivas en agrocadenas (en línea). Santiago, CL. Consultado 21 set. 2014. Disponible en http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/ags/publications/Business_partnerships_es.pdf
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). 2011. La incorporación de la agricultura familiar en las cadenas de valor (en línea). San Salvador, SV. Consultado 29 set. 2014. Disponible en <http://www.fao.org/climatechange/30322-0f6b6122dbb0e982c1b301f177a745160.pdf>
- FECOPROD (Federación de Cooperativas de Producción Limitada, Paraguay). 2010. Cooperativa Guajayvi Unido Ltda (en línea). Asunción, PY. Consultado 27 set 2014. Disponible en http://www.fecoprod.com.py/index.php?option=com_contact&view=contact&id=1&Itemid=54
- Juliá, J; Marí, S. 2002. Agricultura y desarrollo rural: contribuciones de las cooperativas agrarias (Pdf). Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa (41):25-52
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay). 2009. Situación actual y perspectiva de productos – Banana: periodo 2009. Asunción, MAG/DC/DAM. 11 p.
- Montero, A. 1997. Cooperativismo y desarrollo rural (Pdf). Revista de estudios cooperativos. (63):63-77.

Ventajas e inconvenientes de la utilización de biodigestores tubulares en la Agricultura Familiar. El caso de la compañía Paso Jhú

Federico Vargas Lehner^{1*} y Claudio Moreno Gavilán¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: fvargaslehner@gmail.com

Introducción

Esta investigación tiene como objetivo general el de describir las ventajas y los inconvenientes en el uso de biodigestores tubulares por parte de los pobladores de la Compañía Paso Jhú, distrito de Piribebuy. Los objetivos específicos de la investigación son el de caracterizar el uso de los biodigestores; exponer la percepción de los pobladores acerca del uso de los biodigestores e identificar las ventajas e inconvenientes de su uso.

La población de estudio está compuesta por 20 familias beneficiadas por el proyecto “Promoción del uso del Biodigestores que propicie la conservación de los recursos forestales, la fijación de carbono, la protección y uso racional de los recursos naturales, para la sostenibilidad ambiental y económica de las unidades de producción agropecuaria de las familias campesinas de Paso Jhú Distrito de Piribebuy, Departamento de la Cordillera” ejecutado por la FCA/UNA con apoyo financiero del Programa de Pequeñas Donaciones del PNUD.

Esta idea surge ante la necesidad de encontrar alternativas a las fuentes de energía para la Agricultura Familiar ya que cada vez es más difícil el acceso a la biomasa debido a los altos costos y la disminución de su existencia. Además el biodigestor se constituye en una alternativa válida para el tratamiento de las excretas y otras materias orgánicas generadas en las fincas rurales y fuente importante de fertilizante orgánicos para la recuperación de los suelos que hoy en día se hallan degradados y no permiten alcanzar rendimientos agrícolas que satisfagan las necesidades alimenticias de las familias (Botero y Preston 1987) (Huerga y Venturelli 2009) (Guevara 1996) (Marti 2008).

En el ámbito rural la proporción de la leña en la matriz energética del sector residencial y comercial es aún mayor, que en el promedio nacional. La última Encuesta Permanente de Hogares (EPH) del 2013 se determinó, que en promedio, en los hogares rurales se utilizan principalmente las siguientes fuentes de energía para la cocción de los alimentos: leña 53%, GLP 34%, carbón vegetal 5% y electricidad 5% (Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos – DGEEC 2014). Considerando que de optar por una fuente de energía que sustituya a la leña, se estaría contribuyendo al no uso de la leña para la cocción de los alimentos y evitando así a la deforestación, disminuyendo considerablemente a los efectos negativos que la deforestación acarrea. La principal fuente energía en las familias rurales es el fuego para el cual se utiliza leña. Según estudios realizados en zonas del distrito de Ybicui, las necesidades, en promedio, de leña son de 20 hasta 30 metros cúbicos (m³) por familia y año (Confederación Sindical de Trabajadores y Trabajadoras de las Américas – CSA 2009) (Grulke 2003).

La recolección de leña cada vez más se torna una actividad costosa, tanto en recursos monetarios como en tiempo, debido a sus escasas y a las distancias que hay recorrer para encontrar la suficiente cantidad. Debido a esto en el sector rural del Paraguay, en especial en comunidades no tan alejadas de los centros urbanos, se empezó a utilizar el Gas Licuado de Petróleo (GLP) como complemento a la leña.

En la figura 1 se puede apreciar las principales fuentes de energía utilizadas para la cocción de alimentos según una encuesta realizada en el año 2011 en el distrito de Piribebuy.

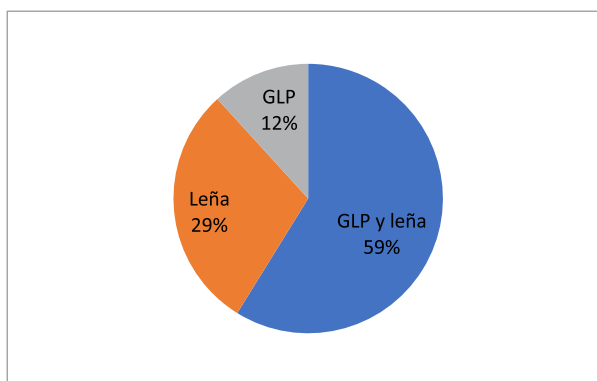


Figura 1. Principales fuentes de energía.

La agricultura familiar es el sector más importante, en cuanto a población, en las zonas rurales del Paraguay. Este sector además es el más conserva las costumbres y tradiciones del pueblo paraguayo. De ahí radica la importancia de emprender acciones que permitan su fortalecimiento (Instituto de Bienestar Rural - IBR 1998) (Palau Viladesau 1996). La agricultura familiar minifundista paraguaya se caracteriza por una producción agrícola diversificada orientada al auto consumo y un excedente para la renta, así como la cría de animales como alternativas para la producción y también como formas de ahorro de capital. La principal fuente de energía utilizada para la producción es la animal y la humana, por otro lado las fuentes de energías más utilizadas en el hogar lo constituyen la leña y el gas licuado de petróleo (Almada y Barril 2006) (Gattini 2011) (Grulke 2003).

El modelo de biodigestor que más se adapta a las condiciones de la AF paraguaya es el tubular o manga debido a su facilidad de construcción, bajo costo, mantenimiento sencillo y la posibilidad de utilizar recursos existentes en la finca para su construcción. Además, la AF paraguaya, se caracteriza por la combinación de la agricultura con la cría de animales por lo tanto el estiércol producido puede ser aprovechado para la producción del biogás. Con esto se evita la contaminación generada por la acumulación de la materia orgánica y la transmisión de enfermedades; además se mejora el ambiente en la cocina ya que la quema de biogás no produce humos visibles y la ceniza es mucho menor (Almada y Barril

2006) (Huerga y Venturelli 2009) (Marti 2008). El biodigestor del tipo tubular es una estructura cilíndrica de polietileno (es preferible que sea de color negro) de diámetro variable instalado en una fosa. La entrada y salida de los efluentes se da a través de caños de PVC amarrados con ligas de goma y la salida del biogás se da a través de conexiones plásticas en forma directa y manteniendo el sistema bajo la misma presión (Huerga y Venturelli 2009) (Marti 2008).

A partir de esta realidad surge la necesidad de incentivar el uso de biodigestores como fuente alternativa de energía y para ello es importante conocer cuáles son sus ventajas y sus inconvenientes percibidos por los usuarios de la tecnología.

Metodología

La investigación es del tipo exploratoria-descriptiva porque abarca un tema muy poco desarrollado en el Paraguay, además busca describir las principales características la agricultura familiar campesina. Posee un enfoque cualitativo porque busca comprender los fenómenos en su contexto local, sin alterar las características del área de estudio, y considerando las interpretaciones que realizan los pobladores o afectados (Hernández et al. 2006). Los elementos cuantitativos están representados por los cálculos realizados para el diseño del biodigestor de manga tubular. La investigación fue realizada en la Compañía Paso Jhú del distrito de Piribebuy, distante a 4 kilómetros (km) del casco urbano de la ciudad y a unos 90 km de la ciudad de Asunción.

La población de estudio está compuesta por 20 familias beneficiadas por el proyecto Promoción del Uso de Biodigestores en las fincas campesinas de la Compañía de Paso Jhú, distrito de Piribebuy.

Ente las técnicas de recolección de datos se utilizaron: la observación, realizada a fin de reconocer las características del uso de los biodigestores; la encuesta, realizada a los jefes de hogar a fin de conocer las principales características del uso de los biodigestores; y grupos focales, a ser realizadas con pobladores de

la Compañía a fin de conocer su percepción acerca del biodigestor y sus convenientes y ventajas en su uso. La recolección de la información se realizó entre los meses de mayo a diciembre de 2014, considerando las variables e indicadores según Tabla 1. El procesamiento de los datos

cualitativos se realizó a través de esquemas y tablas, para el efecto se utilizaron planillas electrónicas y procesador de texto. Para la prueba de los instrumentos los mismos fueron aplicados a tres familias seleccionadas al azar que luego serán excluidos de la investigación.

Tabla 1. Operacionalización de las variables.

VARIABLES	INDICADOR	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN
Uso de biodigestores	Uso de los productores generados por el biodigestor	Observación y encuesta
Percepción de los pobladores	Percepción de los pobladores acerca del biodigestor	Encuesta y grupo focal
Ventajas e inconvenientes	Ventajas e inconvenientes en el uso de los biodigestores	Encuesta y grupo focal

Resultados y discusión

Caracterizar el uso de los biodigestores

De acuerdo a la investigación realizada la población de estudio utiliza el biodigestor para dos utilidades, el biogás y el biol o biofertilizante. Actualmente de las 20 familias iniciales con las que contaba el proyecto en 18 familias se han instalado los biodigestores, de estos 11 producen biogás. En cuanto al uso del biogás, el 63% de las familias lo utilizan por lo menos una vez por semana, principalmente para calentar agua o los alimentos preparados previamente. Este biogás proviene principalmente de estiércol de vaca combinado con en menor medida con otras materias orgánicas. Los principales usuarios del biogás son las mujeres y los niños.

Del 37% que manifestó no utilizar el biodigestor, la mayoría es debido a que el mismo cuenta con algún inconveniente en los materiales utilizados para su construcción y no se encuentra en funcionamiento. La familia que posee el biodigestor funcionando y no lo usa, es solo una, y es debido a que consideran que la cocción es más rápida con leña y existe aún abundancia de esta fuente de energía.

El biol es utilizado principalmente para la fertilización de los cultivos hortícolas, frutales,

ornamentales y medicinales, ya sea en su forma líquida o sólida. El biol es utilizado por el 50% de las familias. En este punto hay que aclarar que un 19% manifestó que aún no utiliza el biol porque el biodigestor no lo produce; esto se debe a que el mismo fue instalado recién o no se encuentra en funcionamiento debido a fallas en el material de construcción.

Aquí cabe destacar que este es el producto más apreciado por las familias ya que les permite o les permitirá aumentar y mejor los rendimientos agrícolas de sus cosechas ya que uno de los problemas más graves de la zona es la degradación de los suelos.

Exponer la percepción de los pobladores acerca del uso de los biodigestores

Todas las familias consultadas consideran de suma utilidad el biodigestor, principalmente para la generación de biogás y biol. Aquí es importante mencionar el descredito inicial de los pobladores hacia esta tecnología ya que consideraban imposible el hecho de generar energía a partir de las heces de animales y humanas. Con el propósito de cambiar esta percepción inicial se construyó un biodigestor experimental y a partir del funcionamiento de este, y de su observación por parte de las familias, esta percepción comenzó a cambiar; una vez que algunas familias instalaron

los biodigestores en su finca y comenzaron a funcionar, las demás se sintieron con mayor seguridad y empezaron a adoptar el biodigestor.

Ventajas e inconvenientes de su uso

Entre las ventajas identificadas y manifestada por los pobladores esta su fácil utilización, materia prima (estiércol) disponible, bajo costo para su funcionamiento (considerando que los materiales para la construcción fueron donados), doble propósito, alto poder como fertilizante, fuente de tratamiento para la eliminación de excretas. Las desventajas identificadas están menor poder calórico que la leña, dificultad para conseguir los materiales, disponibilidad de agua, desconocimiento en cuanto a su manejo y reparación, falta de presión del gas. El biodigestor analizado, es el de tipo manga o tubular con un volumen promedio de 8.800 litros, una longitud de 5 metros y un diámetro de 1,5 metros. Este biodigestor es capaz de absorber una carga diaria de hasta 50 kilogramos de estiércol bobino fresco para la producción de 1.800 litros de biogás por día. El costo total de la instalación de la tecnología es de U\$S 380. Estos biodigestores están hechos de una bolsa de PVC de 250 micrones situados en promedio a una altura de 265 msnm; además poseen, en algunos casos, un techo transparente de PVC de 300 micrones. La principal ventaja de este tipo de biodigestor radica en su bajo costo y una buena producción de biogás de 1.800 litros días que representan 2,34 kg de leña o 1,3 m³ de biogás. En cuanto a las temperaturas registradas por el biogás es menor al de la leña, pero se ha observado una mayor estabilidad en cuanto al calor. En cuanto al calor efectivo el biogás registra 74 kcal.

Conclusiones

En el 63% de las fincas analizadas utilizan el biogás por lo menos una vez por semana para calentar agua o alimentos. Proviene, en la mayoría de los casos, de estiércol de vaca. Por su parte, el biol, es utilizado en el 50% de las unidades productivas para la fertilización de cultivos hortícolas.

En todos los casos analizados las familias perciben al biodigestor como una tecnología útil.

Las ventajas identificadas son fácil utilización, materia prima (estiércol) disponible, bajo costo para su funcionamiento, doble propósito, alto poder como fertilizante, fuente de tratamiento para la eliminación de excretas. Entre las desventajas identificadas están menor poder calórico que la leña, dificultad para conseguir los materiales, disponibilidad de agua, desconocimiento en cuanto a su manejo y reparación, falta de presión del gas.

Referencias bibliográficas

- Almada, F; Barril, A. 2006. Caracterización de la agricultura familiar en el Paraguay. Asunción, Paraguay, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 79 p.
- Botero, R; Preston, T. 1987. Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. Cali, Colombia, Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria - CIPAV. 20 p.
- CSTA (Confederación Sindical de Trabajadores y Trabajadoras de las Américas, Brasil). 2009. Desarrollo sustentable: energía, medioambiente y trabajo. San Pablo, Brasil, CSTA. 122 p.
- DGEEC (Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, Paraguay). 2014. Principales Resultados de la EPH 2013. Fernando de la Mora, Paraguay, DGEEC. 134 p.
- Gattini, J. 2011. Competitividad de la agricultura familiar en Paraguay. Asunción, Paraguay, Centro de Análisis y Difusión de la Economía Paraguaya. 29 p.
- Grulke, M. 2003. Forestería campesina en la Región Oriental del Paraguay: un estudio de caso referente a opciones técnicas e impactos económicos de actividades forestales en fincas de pequeños agricultores. Eschborn, DE, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - GIZ. 140 p.

- Guevara, A. 1996. Fundamento básico para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales. Lima, Perú, Organización Panamericana de la Salud. 80 p.
- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. 2006. Metodología de la investigación. 4 ed. México, McGraw-Hill Interamericana. 882 p.
- Huerga, I; Venturelli, L. 2009. Energías renovables: su implementación en la Agricultura Familiar de la República Argentina. *In* Congreso Argentino de Ingeniería (10, 2009, Rosario, Argentina) Rosario, Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 14 p.
- IBR (Instituto de Bienestar Rural, Paraguay). 1998. Cultivar arraigo campesino. Asunción, Paraguay, El Lector. 276 p.
- Marti, J. 2008. Biodigestores familiares: guía de diseño y manual de instalación. La Paz, Bolivia, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - GIZ. 85 p.
- Palau Viladesau, T. 1996. La agricultura paraguaya al promediar los 90s: situación, conflictos y perspectivas (en línea). Asunción, Paraguay, Base Investigaciones Sociales. Consultado 20 nov. 2011. Disponible en <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Paraguay/base-is/20120911030250/Doc86.pdf>

Perfil del consumidor, percepción, productos asociados y motivos de compra de productos provenientes de la agricultura familiar (AF) en Paraguay

Mónica Gavilán Jiménez^{1*}, Federico Vargas Lehner¹, Ramiro López²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales, Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.

*Autor para correspondencia: monica.gavilan@agr.una.py

Introducción

El grado de exigencia de los consumidores respecto de los productos alimenticios ha ido aumentando y diversificándose, en virtud del incremento de la información disponible y ante la oferta de un sinnúmero de productos. Los consumidores buscan cada vez más información sobre el origen y el proceso de elaboración de los productos alimenticios. Por una parte, aumentan las preferencias por productos auténticos y elaborados de acuerdo a conocimientos avalados por la tradición; este hecho está contribuyendo fuertemente al desarrollo de políticas productivas y/o comercializadoras favorables a la identificación cultural de los productos alimentarios (INDAP 2015).

Las ferias y otros circuitos cortos de comercialización de productos alimentarios, que acercan a los productores con los consumidores está siendo fomentada en el país y esto a su vez se está volviendo popular a nivel del consumidor. Como respuesta, desde hace muchos años el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) a través de sus direcciones vinculadas y organizaciones civiles, han venido trabajando en diversas iniciativas de ferias de productos de la AF, sumando aproximadamente 103 ferias en la actualidad, las que se distribuyen en las principales ciudades del país, beneficiando a 483 organizaciones de productores, de 71 distritos de 15 departamentos del país, llegando directamente a más de 2.500 productores.

Estas ferias se han constituido en uno de los canales de comercialización más atractivos para los productores de la AF. Cabe destacar que si bien

en sus inicios las ferias eran iniciativas realizadas principalmente por las mujeres productoras de la AF, se ha vuelto en la actualidad una actividad realizada también por los hombres debido a su importante inyección de dinero a las familias. Los feriantes ofrecen productos para el consumo traídos directamente de sus fincas, tales como hortalizas (lechuga, repollo, tomate, zanahoria, perejil, acelga, rabanito, zapallo y remolacha) y frutas de estación. También ofertan diversas carnes, pollo casero, gallina, pato, pavo, cerdo y cabra. Así como queso, huevo y miel de abeja, entre otros.

Por otra parte, han servido como un eficiente canal de promoción para los productos de la AF, ganando espacio ante los consumidores, que además se va fortaleciendo. Las encuestas a consumidores se realizaron con el objetivo de describir el perfil del consumidor de productos provenientes de la AF, así como la oferta de productos, la percepción, los productos asociados a la AF y los motivos de compra de estos productos. El relevamiento de datos se ejecutó en las ferias de productos de la AF, agroecológicas, Agroshopping y otros espacios de compras especializadas.

Metodología

La investigación fue de carácter cuali-cuantitativo y muestreo no probabilístico por conveniencia. Para el relevamiento de datos de fuente primaria para la investigación, se emplearon técnicas de investigación social tales como: encuestas y observación directa. La cobertura del mismo fue principalmente en ferias de la AF, orgánicas y agroecológicas del área metropolitana de

Asunción y departamentos aledaños, Central, Cordillera y Paraguari.

El instrumento para el relevamiento de datos se adaptó de la encuesta propuesta por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP 2015) de Chile. Una vez realizada la adaptación se procedió a una prueba piloto para determinar la eficacia del instrumento. Todas las encuestas fueron realizadas por profesionales y estudiantes vinculados a la investigación. Las encuestas a productores de la AF se aplicaron a: miembros de la Sección Paraguay de la Reunión Especializada para la Agricultura Familiar (REAF-MERCOSUR); productores de ferias locales, organizadas por el MAG o por la sociedad civil; y a productores individuales participantes en la EXPO MAG.

Para relevar los datos de los consumidores se empleó una encuesta compuesta por 3 secciones y 12 preguntas y fue aplicado a 153 consumidores en diferentes sitios y días. Principalmente se relevaron datos en ferias y mercados especializados (Agroshopping).

La técnica de observación se utilizó principalmente para identificar los productos que se ofertan en las ferias, mercados y tiendas especializadas que tienen origen en la AF.

Resultados y discusión

El lugar de venta de los productos de la AF varía, ya que algunos cuentan con local propio, otros realizan entregas a domicilio y otros solo comercializan sus productos en ferias; en algunos casos los productos se entregan a restaurantes, despensas, mercados y supermercados.

Si bien la agricultura familiar es la principal proveedora de alimentos en nuestro país, tanto en zonas rurales como urbanas, enfrenta condiciones complejas de acceso al mercado. El pequeño productor opta por realizar intercambios o por comercializar el excedente de sus productos para adquirir otros alimentos que le permitan complementar y/o diversificar su canasta básica (CEPES 2014). Sin embargo, al analizar los sistemas de comercialización queda de

manifiesto que las condiciones de venta no son las más adecuadas, ya que las condiciones de infraestructura y transporte, así como los intermediarios hacen que se encarezcan los precios de los alimentos.

Se observó que la mayor proporción de consumidores de los productos de las ferias son mujeres (67,6%). Este porcentaje se puede deber a que es habitualmente la mujer la responsable de la compra de alimentos para la familia, son quienes toman decisiones de compra, y dan prioridad a productos saludables para la alimentación de la familia, pudiendo llegar este porcentaje incluso al 80% (Carosio 2008, Perez-Gill et al. 2009).

Asimismo, tienen una edad comprendida entre los 26 y los 40 años (56%), el 38% comprende una edad entre los 41 a 60 años de edad, y con un 6% la edad de entre 16 a 25 años de edad. En cuanto al nivel de educación, la condición más frecuente era la de secundaria completa (88,3), seguido por universitaria completa e incompleta.

Considerando que el nivel de ingresos tiene relación directa con el acceso a alimentos y sobre todo a alimentos con diferenciación, se consultó acerca de este dato a los consumidores, encontrando que el 68% percibe más de dos salarios mínimos y el restante 32% cuentan con un ingreso entre 1 a 2 salarios mínimos. El 50% tiene una actividad económica relacionada al sector privado, 38% son trabajadores particulares, 9% funcionarios del sector público y 3% se dedica al comercio.

En relación a la percepción sobre la AF, la mayoría de los consumidores encuestados respondió que le despertaban sentimientos positivos (83%) y un porcentaje menor para sentimientos negativos e indiferente (Figura 1).

Acercas de los productos alimentarios que asocian con la producción de la AF, y por lo tanto comercializados en las ferias, se les presentó un listado que el encuestador iba citando, de los cuales los más asociados con la AF resultaron ser: hortalizas y frutas; huevos; mandioca, maíz, poroto y otros granos; queso Paraguay; carne de pollo y

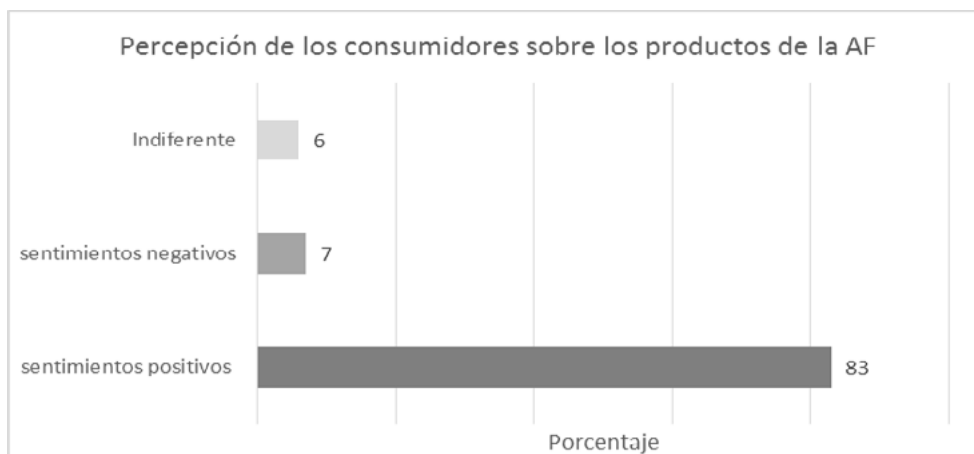


Figura 1. Percepción de los consumidores acerca de los productos de la AF.

cerdo principalmente; dulces y mermeladas; miel y subproductos apícolas, el detalle de los valores se muestra en la Figura 2.

Otros productos mencionados no fueron identificados por los consumidores como provenientes de la AF. Según Mauricio (2010) resulta notable la diversidad de productos ofertados en las ferias de la AF, favorecidas por el fortalecimiento institucional, que trae su consecuente beneficio comunitario.

Es importante destacar que las razones de la preferencia de adquisición de muchos consumidores de frutas, verduras y carnes en las ferias libres están vinculadas a la frescura y calidad, a la cercanía del hogar y a los precios significativamente menores que la competencia, y que están vinculados a los circuitos cortos de comercialización (Contreras et al. 2014).

Al ser consultados acerca de las cualidades de los productos de la AF, las respuestas más

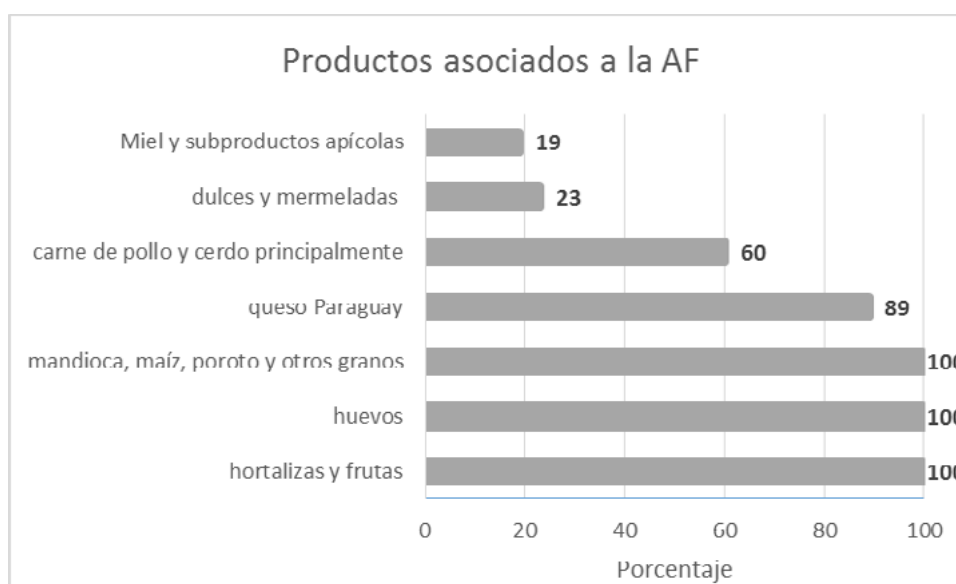


Figura 2. Productos asociados por los consumidores a origen de la AF.

mencionadas fueron que eran saludables, sabrosos, confiables, que utilizan materia prima de la zona y calidad dispereja, en este orden de presentación, estos fueron comparados con los resultados del estudio del INDAP (2015) en Chile, encontrando respuestas similares por parte del consumidor.

Para conocer el hábito de comprar de los productos de la AF, se preguntó acerca de la frecuencia de compra, la mayor parte realiza de forma semanal (100%) cuando se trata de productos altamente perecederos y menos frecuente cuando se trata de productos elaborados como dulces y mermeladas,

miel de abejas y carne de gallina o cerdo (1 o 2 veces al mes).

En la Figura 3 puede observarse los motivos para la compra de estos productos por parte de los

consumidores, las alternativas más mencionadas fueron por su mejor calidad; permiten ayudar al productor; porque son tradicionales; y me traen recuerdos.

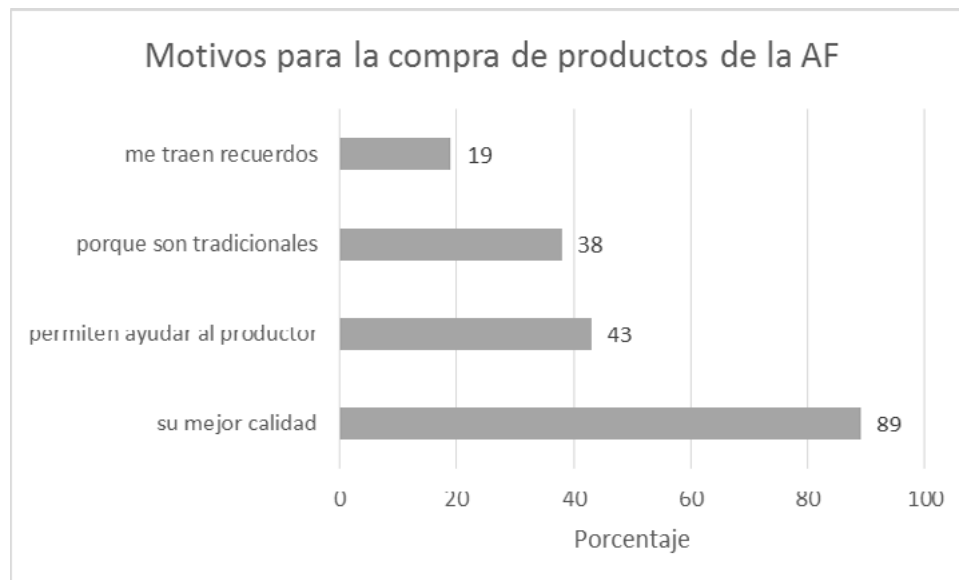


Figura 3. Motivos para la adquisición de consumidores de productos de la AF.

Conclusiones

El perfil del consumidor que acude a adquirir productos de la AF en ferias de productores presenta las siguientes características: son principalmente mujeres, con edad superior a dos décadas de edad, nivel educativo de secundaria completa e ingreso familiar superior a dos salarios mínimos.

En relación a la percepción de los consumidores hacia los productos de la AF, existen valores positivos asociados a los mismos, tales como que son productos frescos, saludables y sabrosos. Los rubros asociados a este tipo de producción son todos básicos del perfil alimentario de la población paraguaya. Destacando específicamente que los compradores consideran en un elevado porcentaje a estos productos como de mejor calidad frente a los rubros de importación entre otros.

Referencias bibliográficas

- CEPES (Centro Peruano de Estudios Sociales). 2014. Ferias y mercados de productores: hacia nuevas relaciones campo-ciudad. Lima, Perú, Centro Peruano de Estudios Sociales. 62 p.
- INDAP (Instituto de Desarrollo Agropecuario, Chile). 2015. Estudio para un sello de productos y servicios de la agricultura familiar campesina. Santiago, Chile, INDAP-FAVET. 175 p. (Serie Estudios y Documentos de Trabajo).
- Carosio, A. 2008. El género del consumo en la sociedad de consumo. *La Ventana Revista de Estudios de Género* (27):130-169.
- Pérez-Gil Romo, SE; Romero Juárez, AG; Ortega Sandoval, DM. 2009. La comida, los significados y los espacios de comensalidad en mujeres de la costa de Oaxaca. *In* Castro Sánchez, AE, (editor). *In* Salud, nutrición y alimentación: investigación cualitativa. México, UANL. p. 211-240.
- Mauricio, B. 2010. Ferias de la agricultura familiar. *Fruticultura & Diversificación* (63):38-43.
- Contreras, R; Krivonos, E; Sáez, L. 2014. Mercados locales y ferias libres: el caso de Chile. *In* Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política. Santiago, Chile, FAO. p. 369-388.

Requerimiento de asistencia técnica en la comunidad indígena Karandilla Poty, Pdte. Hayes Paraguay

Zenaida Torres^{1*}, Antero Cabrera¹, Edgar Amarilla¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Tte. 1^{er}o Manuel Irala Fernández, Paraguay

*Autor para correspondencia: ztorres_touchet@hotmail.com

Introducción

La población indígena en el Paraguay está conformada por cinco familias lingüísticas que agrupan a los diferentes pueblos existentes. Las familias lingüísticas aglutinan a 19 pueblos indígenas (DGEEC 2014).

En el Chaco paraguayo se encuentran 13 etnias diferentes, con representación de las cinco familias lingüísticas (Foro Permanente de las Naciones Unidas para Cuestiones Indígenas 2009). Varias de ellas se encuentran en situación de vulnerabilidad por erosión cultural, pobre acceso a oportunidades de educación, empleo entre otros. No son pocos los esfuerzos que diferentes instancias gubernamentales y no gubernamentales realizan para asistir a estas comunidades. Sin embargo, existe una importante particularidad según la etnia, localización, historia comunitaria entre otros.

La comunidad de Karandilla Poty es descendiente de la etnia de los Lengua Maskoy (Sanapana) (Zanardini 2001).

Al principio del siglo 20 los indígenas de la etnia Sanapana trabajaban en las industrias tanineras y grandes estancias. Con la decadencia y cierre de las mismas, se distribuyeron en diferentes zonas del Chaco Paraguayo. Es así como los miembros de esta comunidad ocuparon por 25 años una propiedad privada y el costado de la ruta Transchaco en el kilómetro 387, al que ellos autodenominaron *Huahoty*.

En el año 2012, a través de la gestión de la municipalidad de Tte. 1^o Manuel Irala Fernández fueron reubicados en una parcela de

20 ha distante a 8 km del casco urbano, donde se les proveyó de casas económicas, aljibes y un tajamar comunitario.

Actualmente en la comunidad viven no menos de 35 familias, en mayor proporción madres solteras jefas de hogar inclusive con varios hijos. Existe un número indeterminado de familias que ingresan y al mismo tiempo otras que se alejan de la comunidad. La comunidad cuenta con una escuela de educación básica.

Los hombres se dedican al trabajo extra predial como fuente de ingreso y mínimamente a la agricultura. Una actividad importante es la fabricación de carbón que comercializan al costado de la ruta.

Este documento trata de identificar las necesidades de asistencia técnica en la comunidad de Karandilla Poty en función a sus necesidades, desde la perspectiva de sus propios miembros.

Metodología

El estudio fue realizado en la comunidad indígena Karandilla Poty, Distrito de Tte. 1^{ro} Manuel Irala Fernández (22°49'38,7" S 49°33'54,32" O). Se enfoca a una descripción cuantitativa - cualitativa, con datos levantados mediante entrevistas semi estructuradas a grupo focal basados en el modelo citado por Geilfus (2002). Fueron consultados 8 informantes calificados miembros de la comunidad, mayores de 25 años. Entre ellos una docente funcionario público, el líder, la lideresa, dos madres que forman parte del comité educativo de la comunidad, un productor agrícola y dos peones de estancias. Cuatro de ellos eran del sexo femenino y los demás del

sexo masculino. La información obtenida fue verificada entre los miembros de la comunidad que fue consultada, mediante el análisis grupal.

Resultados y discusión

Requerimiento de asistencia técnica

Los miembros de la comunidad que fueron entrevistados identificaron la importancia y la necesidad de capacitación en áreas tales como:

Actividades del hogar y el área culinaria.

El cincuenta por ciento de los entrevistados coincidían en la necesidad del entrenamiento en una serie de labores propias del hogar. Con la finalidad de utilizarlas para el beneficio familiar. Además de ser una herramienta necesaria para que se puedan emplear como trabajadoras de hogar y obtener ingresos extras por la realización de estas labores.

Capacitación y concienciación en el área de salud sexual, reproductiva e higiene. El cien por ciento de los entrevistados manifestó su preocupación por el incremento de casos de niñas madres. Así también manifestaron problemas con enfermedades relacionadas a la falta de higiene y el hacinamiento, específicamente, la tuberculosis. La higiene que contribuye a la apariencia personal también es un punto sobresaliente.

Capacitación en oficios técnicos. El sesenta por ciento manifestó el interés en actividades técnicas de moda que tienen rápida salida laboral. Ej.: mecánica de motos, reparación de electrodomésticos, celulares, panadería. Solo en el distrito de Tte.1° Manuel Irala Fernández existen entre 500 a 1.000 motos habilitadas. Por otro parte existe la necesidad de que estas capacitaciones se realicen en la propia comunidad por las dificultades de traslado. Además, es evidente que los miembros de la comunidad son reacios a invertir tiempo en su capacitación, entre otros por tener que atender urgencias relacionadas a la familia Ej.: alimentación.

Capacitación en producción agropecuaria.

Ochenta por ciento de los entrevistados mencionaron la necesidad de capacitación en oficios relacionadas a la producción agropecuaria, para mejorar sus ingresos. Es común en la zona la demanda de personal para inseminación artificial, manejo de tambos con ordeño mecánico, vacunación, entre otros. Esta mejora en sus habilidades también posibilitaría un mejor desarrollo de sus actividades que puedan criar y producir su propio alimento y obtener ingresos de la venta de los excedentes de la producción.

Organización comunitaria. El noventa por ciento de los entrevistados coinciden en que se necesita capacitación en esta área. La comunidad está organizada con un líder electo en forma democrática. Sin embargo, los problemas de liderazgo son frecuentes, manifestándose en posturas radicalizadas en actividades públicas. La posibilidad de abordar problemas comunes relacionados al bajo nivel económico a través de la organización comunitaria es reconocida en la comunidad. Esto, más aún para la gestión de los proyectos que puedan llevar adelante juntos y beneficie a todos. Dos ejemplos concretos mencionados son el proyecto para el suministro de energía eléctrica y provisión de agua.

Conclusión

Se identificaron una serie de áreas temáticas que requieren de asistencia técnica. Ellas son: Capacitación para el hogar y en el área culinaria, salud sexual, reproductiva e higiene, oficios técnicos, organización comunitaria y labores agropecuarias.

Referencias bibliográficas

Foro Permanente de las Naciones Unidas para Cuestiones Indígenas. 2009. Informe y recomendaciones (en línea). Consultado 5 feb. 2017. Disponible en http://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/UNPFII_Mission_Report_Paraguay_ES.pdf



Geilfus, F. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación (en línea). San José, CR, IICA. 217 p. Consultado 20 feb. 2017. Disponible en <http://ejoventut.gencat.cat/permalink/aac2bb0c-2a0c-11e4-bcfe-005056924a59>

Zanardini, J; Biedermann, W. 2001. Los indígenas del Paraguay (en línea). Asunción, Paraguay. Consultado 20 feb. 2017. Disponible en http://www.portalguarani.com/742_jose_zanardini/5170_los_indigenas_del_paraguay_2001__por_jose_zanardini_y_walter_biedermann.html

DGEEC (Dirección General Estadística, Encuestas y Censo. 2014. III Censo Nacional de Población y Viviendas para Pueblos Indígenas (en línea). Asunción, PY. Consultado 20 feb. 2017. Disponible en <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/indigena2012/Pueblos%20indigenas%20en%20el%20Paraguay%20Resultados%20Finales%20de%20Poblacion%20y%20Viviendas%202012.pdf>

Análisis de una finca productiva desde la perspectiva de Sistemas Complejos

Jessica Ayala^{1*}, Clara Echeverría¹, Lilian Ayala¹, Lis Britos¹, Elena Torrez¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: jess.ayala.rodriguez@gmail.com

Introducción

Los recursos naturales cumplen una serie de funciones complejas que afectan al medio físico y biológico en el cual se encuentran presentes; y además pueden tener influencia indirecta sobre otros ecosistemas y formas de vida; aún en sitios aparentemente lejanos. Por ello, se puede considerar a una reserva natural como un sistema complejo, debido a que la misma está constituida por diversos componentes que conforman una estructura compleja. Según Girard et al. (2015), los sistemas productivos actualmente pueden utilizarse para el manejo de los recursos naturales, aunque sea difícil la puesta en práctica del manejo integrado de la producción y la conservación de los recursos naturales, debido a la complejidad de las interacciones entre los sistemas productivos y la dinámica de la biodiversidad.

De acuerdo a Ritter y Pérez (2011) un sistema complejo; a diferencia de uno simple es visto como una entidad cuyo comportamiento global es más que la suma de las operaciones de sus partes. Un sistema complejo según García (2006), es un sistema en el cual los procesos que determinan su funcionamiento son el resultado de la confluencia de múltiples factores que interactúan de tal manera que el sistema no es descomponible sino sólo semi-descomponible. Partiendo de la visión de García sobre los sistemas complejos se torna importante el análisis de los ecosistemas desde este paradigma debido a que ningún ecosistema donde existan una variedad de recursos naturales puede ser descrito correctamente por la simple observación de los recursos naturales que lo integran por separado.

Por ello, este análisis otorga una mirada

sistémica integral de los fenómenos que se dan en diversos sitios naturales. Y su objetivo principal fue describir un segmento de las fases que intervienen en el diagnóstico del funcionamiento de un recurso natural como parte de un sistema complejo.

Metodología

La finca de producción agropecuaria elegida para el estudio, se encuentra ubicada en Tabucai, distrito de Domingo Martínez de Irala, departamento de Alto Paraná, distante de Asunción aproximadamente 360 km (Figura 1). Las actividades en la propiedad son la ganadería y agricultura.

Para ello es necesario reformular las preguntas de base en términos de las funciones que cumplen los subsistemas y del funcionamiento del sistema. 5. Identificación de la problemática a investigar en cada subsistema con la finalidad de verificar o refutar las hipótesis sobre sus funciones dentro del Sistema. Planificación de trabajos sobre temas especializados que requieren estudios en profundidad. 6. Investigaciones disciplinarias de los problemas referidos en (5), en el contexto de las relaciones entre los dominios, de los subsistemas establecidos en el punto (3). 7. Primera integración de los resultados obtenidos en (6), lo cual conduce, generalmente a redefinir el sistema formulado en (3), e incluso a reformular las preguntas iniciales. 8. Repetición de las fases (5) y (6) en relación con la nueva definición del sistema. 9. Segunda integración de resultados y nueva redefinición del sistema. 10. Repetición sucesiva de las fases (8) y (9) tantas veces como sea necesario hasta llegar a una explicación coherente que dé cuenta de todos los hechos observados y responda a las preguntas que han ido surgiendo en el proceso descripto.



Figura 1. Área de estudio.

También analizaron investigaciones disciplinarias de Tabucai en las cuales se realizaron diversos estudios como: estudio de valoración económica para determinar el valor del bosque en el sitio e implementar el pago por servicios ambientales del área de la reserva, una justificativa técnica que se llevó a cabo como propuesta para la creación de una Reserva Natural, un análisis de índice de vegetación de diferencia normalizada para determinar el estado de conservación de la vegetación y establecer sugerencias de conservación, y también un análisis de cambio de uso de la tierra.

Con los resultados de los estudios mencionados se logró integrar deducciones sobre la situación del sistema complejo analizado.

Resultados y discusión

En cuanto a los problemas identificados en el lugar, se han encontrado 8, los cuales se detallan a continuación:

- ✓ Deforestación y desprotección de nacientes de agua (cabeceras).
- ✓ Deforestación de bosques protectores de cursos de agua.
- ✓ Posible contaminación de aguas superficiales y del suelo.

- ✓ Erosión de suelo por escorrentía y formación de cárcavas.
- ✓ Empobrecimiento del suelo debido a las pérdidas de nutrientes.
- ✓ Presencia de ganado en el bosque.
- ✓ Pérdida de biodiversidad.

Estos problemas identificados se pueden englobar en una idea central, considerando que pueden plantearse como sub problemas, ya que el problema general sería la deforestación de bosques debido al avance de la frontera agrícola en la zona. El problema general identificado en el sistema analizado, mencionado anteriormente, que presenta como hipótesis planteada para explicar el comportamiento del sistema es la pérdida de la cobertura boscosa a causa del desarrollo socioeconómico.

Identificación de la problemática a investigar en cada subsistema: *Subsistema Natural*: La problemática identificada en dicho subsistema es el cambio de uso de suelo y deforestación que genera cambios en el sistema. *Subsistema Agroganadero*: Se ha observado el uso del bosque como refugio de invernada para el ganado vacuno, hallándose por lo tanto bajo alteración del medio por pisoteo y ramoneo del ganado. El problema principal observado fue la presión ejercida por el ganado y el uso de productos químicos para

los cultivos que afecta, principalmente, al suelo y agua superficial. *Subsistema Socioeconómico*: Los problemas identificados son los conflictos de tenencia de la tierra, y la erosión del suelo que causa la pérdida de nutrientes; lo que conlleva a una pobre producción en cuanto a los cultivos. Se verificó que algunas de las estrategias que ayudarían a la buena gestión en el manejo de los recursos naturales del sistema estudiado, en Tabucaí serían:

- ✓ La protección de cabeceras de nacientes y cursos de agua por vegetación natural, ya sea bosques o campos naturales.
- ✓ La utilización de curvas de nivel en el caso de pendiente, para evitar la erosión del suelo y la pérdida de nutrientes.
- ✓ El empleo de un buen sistema de pastura, con rotación de potreros para incentivar el crecimiento de las pasturas para la siguiente rotación.
- ✓ La utilización del sistema de siembra directa, para aumentar la humedad del suelo y evitar la erosión y escorrentía.
- ✓ El uso nulo o mínimo de productos químicos en los cultivos, debido a que presentan riesgos a la salud y al ambiente.
- ✓ Es importante, además, en lo referente a mano de obra incluir a integrantes de la comunidad como personal, sobre todo para los trabajos que conlleven actividades agrícolas y ganaderas transitorias (marcaje y vacunación de animales, además de desmalezar los cultivos)

Conclusión

Se observó que existe una relación directa entre todos los problemas encontrados y el desarrollo económico, ya que ha sido promovido desde tiempos anteriores al avance de la frontera agrícola para la activación económica de zonas despobladas del país. Se identificó igualmente, que los problemas son compartidos entre los subsistemas, pues ciertas áreas tienen consecuencias tanto naturales como físicas.

La mayor amenaza para la biodiversidad en la zona en la actualidad es la fragmentación y degradación del bosque a causa de la expansión agrícola. Los principales problemas identificados son: i) La deforestación y la desprotección de cabeceras de nacientes, así como al de los bosques protectores de cursos de agua; ii) La contaminación de las aguas superficiales y del suelo; iii) Erosión del suelo por escorrentía y formación de cárcavas; iv) Pérdida de biodiversidad.

Referencias bibliográficas

- García, R. 2006. Sistemas Complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológico de la investigación interdisciplinaria (en línea). Barcelona, ES, Gedisa SA. 201 p. Consultado 13 feb. 2017. Disponible en <http://www.pensamientocomplejo.com.ar/docs/files/Garcia,%20Rolando%20-%20Sistemas%20Complejos.pdf>
- Girard, N; Magda, D; Astruc, J M; Couix, N; Gross, H; Guyon, J P; Labatut, J; Poinot, Y; Saldaqui, F. 2015. Analyzing indicators for combining natural resources management and production-oriented activities (en línea). *Environment Development & Sustainability* 17:155-172. Consultado 14 feb. 2017. Disponible en <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=sso&db=enr&AN=100576913&lang=es&site=eds-live&custid=ns021105>
- Ritter, W; Pérez, TE. 2011. ¿Qué son los sistemas complejos y sus procesos de emergencia? (en línea). Consultado 19 feb. 2017. Disponible en <http://rcci.net/globalizacion/2011/fg1126.html>

Situación actual de las organizaciones vinculadas a la economía solidaria y el comercio justo en Paraguay

Ana Lucia Giménez¹ y Federico Vargas Lehner^{2*}

¹Tierra Nueva, Asociación Civil. Fernando de la Mora, Paraguay.

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: fvargaslehner@gmail.com

Introducción

El presente material fue elaborado a partir de la investigación realizada sobre “el Comercio Justo en Paraguay y su implementación” que fue llevada a cabo en marco del proyecto “El fortalecimiento del Comercio Justo y la Soberanía Alimentaria en Paraguay a través de la Facultad Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción” ejecutado por la Universidad de Córdoba en conjunto con la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción a través de la Carrera Ingeniería en Ecología Humana, con el apoyo de la Asociación de Docentes Investigadores de la Facultad de Ciencias Agrarias y la Cooperativa Manduvirá, y financiado por la Agencia Andaluza de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

Hay consenso en señalar que la enorme desigualdad económica y social que existe en la sociedad paraguaya, así como del número de pobres y pobres extremos, es producto del modelo de desarrollo altamente concentrado y excluyente actualmente vigente, por lo que el cambio de este modelo por otro de desarrollo inclusivo se ha vuelto una constante y una urgente tarea a rehacer y continuar, tras el proceso desarrollado entre el 2008- 2012 (Molinier 2014). Para tener un concepto claro de lo que es el comercio justo, de acuerdo a diversos autores y autoras, es un comercio solidario y equitativo. Y constituye una propuesta alternativa al comercio internacional convencional, basada en garantizar a productores y productoras del Sur una compensación justa por su trabajo (WFTO, FLOI 2009). Otros autores lo ven como una estrategia en la lucha contra la pobreza, pues la

concentración de la riqueza y la capacidad para lograr metas de desarrollo distanciaron el Norte del Sur. El comercio justo es promovido por diversas organizaciones no gubernamentales, es decir, deriva de movimientos de organizaciones civiles que nacen en Europa y cuyo lema central es ejercer un trabajo con dignidad respetando los derechos humanos: el rechazo a la explotación infantil, la igualdad entre hombres y mujeres y el proceso de ser solidario tanto en la relación entre productores, distribuidores y consumidores y consumidoras (Palafox et al. 2013a, WFTO, FLOI 2009).

El comercio justo reposa en las teorías de la economía social solidaria, en donde el factor principal es el capital social; el capital social es el agregado de los actuales o potenciales recursos que están relacionados con la posesión de una red perdurable de relaciones más o menos institucionalizada de conocimiento y reconocimiento mutuo, en otras palabras, es la pertenencia a un grupo que le brinda a cada uno de sus miembros un respaldo social, una credencial que le permite acreditarse, de los beneficios mutuos en los diversos sentidos de la palabra (Palafox et al. 2013b).

De acuerdo a la WFTO (World Fair Trade Organization) los diez principios básicos del comercio justo son la creación de oportunidades para productores con desventajas económicas; transparencia y responsabilidad; prácticas comerciales justas; pago de un precio justo; asegurar ausencia de trabajo infantil y trabajo forzoso; compromiso con la no discriminación, equidad de género y libertad de asociación; asegurar buenas condiciones de trabajo; facilitar

el desarrollo de capacidades; promoción del Comercio Justo; y respeto por el medio ambiente (WFTO, FLOI 2009).

Por ello se considera que la economía social y solidaria es un factor del capital social y un elemento que contribuye al desarrollo económico y local. Así, en los últimos años una serie de prácticas y discursos asociados al concepto de una economía más social y solidaria se han venido implementando en varios continentes como África, Europa, Estados Unidos y América Latina (Palafox et al. 2013a).

Esta economía social y solidaria puede disgregarse en dos vertientes, una parte micro y otra macro. La parte micro la constituyen pequeñas experiencias barriales, comedores comunitarios, grupos de mujeres, ferias e intercambios de trueque en algunas comunidades indígenas; por su parte la parte macro son federaciones de productores y productoras, empresas sociales y las cooperativas dentro de una lógica de Comercio justo que en este caso constituyen exportaciones de productos provenientes de estas organizaciones hacia países desarrollados pero que son mecanismos que llevan a cabo las redes internacionales de comercio justo como el WFTO y el EFTA (European Fair Trade Association) quienes se encargan de garantizarle a los productores y productoras una retribución económica más alta mientras cumplan los criterios dentro de los que se basan (Palafox et al. 2013a).

Metodología

La investigación es de carácter descriptiva, con enfoque cualitativo. Fue realizado en la región Oriental del Paraguay, en las zonas de influencias de las diferentes organizaciones analizadas.

Población de estudio. La población de estudio comprende 15 asociaciones u organizaciones vinculadas a la parte micro y macro de la economía social y solidaria. Participaron del estudio todas aquellas organizaciones que se mostraron abiertas a facilitar la información, por lo tanto, la muestra del estudio, es del tipo no probabilística y un muestreo por conveniencia.

La principal variable analizada es el nivel de aplicación de los principios de comercio justo y los problemas en su aplicación. Otras variables analizadas fueron la cantidad de asociados, sexo de los asociados, lugar de residencia de los socios, roles desempeñados por los asociados, tipos de certificación con las que cuenta su organización, apoyo gubernamental, fortalezas y debilidades de las organizaciones que practican el comercio justo.

Los datos fueron recolectados de fuentes primarias y secundarias durante el periodo de tiempo comprendido entre los meses de enero a octubre de 2016. Las técnicas de recolección de datos primarios utilizadas fueron las entrevistas, observaciones y grupo focal; estas técnicas fueron aplicadas a socios, productores y miembros de los consejos directivos de las organizaciones estudiadas. Las entrevistas fueron realizadas en primer lugar a informantes claves que son personas vinculadas a la economía social y solidaria del país ya sea miembros de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales; en segundo lugar a las personas seleccionadas por las organizaciones analizadas para exponer su caso en la investigación. Por su parte, el grupo focal fue realizado con los miembros de la Coordinadora Paraguaya de Comercio Justo, entidad que aglutina a las organizaciones de productores y productoras certificadas de comercio justo.

Para el análisis de los datos fueron utilizados procesadores de texto y hojas de cálculo. Los datos cualitativos son presentados en esquemas e ilustraciones, por su parte los datos cuantitativos son presentados en gráficos y tablas.

Resultados y discusión

En Paraguay hoy día existen 12 organizaciones de productores que cuentan con certificación de Comercio Justo con sello Fairtrade (como también otras certificaciones internacionales de producción orgánica) y tres de ellas, además con sello SPP. También existen otras organizaciones que practican los principios del comercio justo pero no están orientadas a la obtención de la

certificación sino más bien a la práctica de la Economía Solidaria.

Las organizaciones identificadas en Paraguay que llevan adelante el Comercio Justo son en el Departamento de Cordillera, distrito de Arroyos y Esteros, la Cooperativa El Arroyense, Cooperativa Montillo y Cooperativa Manduvira; en el Departamento de Guaira, CORA, en el distrito de Tebicuarymi, ASAGOC, en Valle Pé, Borja, Asociación Independencia y APOY en Colonia Independencia; en el departamento de

Presidente Hayes se encuentra en la localidad de Benjamín Aceval, ASOCANABA; en el departamento de Paraguari se encuentra Granular S.A., en el distrito de Ybycui; en el departamento de Caaguazú, en el distrito San José de los Arroyos se encuentran Colonias Unificadas y la Cooperativa San José de los Arroyos; y en el departamento Central, en el distrito de Guarambare, esta ASOCACE (Tabla 1). Estas organizaciones hoy en día han conformado la Coordinadora de Comercio Justo en Paraguay, abriendo la experiencia a otras organizaciones.

Tabla 1. Organizaciones certificadas en Paraguay.

Organización	Localización	Tipo de Certificación	Tipo de productos comercializados de Comercio Justo
Cooperativa la Arroyense	Departamento de Cordillera	Sello Fairtrade	Azúcar
Cooperativa Montillo	Departamento de Cordillera	Sello Fairtrade	Azúcar
Cooperativa Manduvirá	Departamento de Cordillera y San Pedro	Sello Fairtrade	Azúcar
CORA	Departamento de Guaira y Caaguazú	Sello Fairtrade	Azúcar
ASAGOC	Departamento de Guaira	Sello Fairtrade	Azúcar
Asociación Independencia	Departamento de Guaira y Caaguazú	Sello Fairtrade	Azúcar
APOY	Departamento de Guaira	Sello Fairtrade	Azúcar
ASOCANABA	Departamento de Presidente Hayes	Sello Fairtrade	Azúcar
Granular S.A.	Departamento de Paraguari	Sello Fairtrade	Stevia
Colonias Unificadas	Departamento de Caaguazú	Sello Fairtrade	Azúcar
Cooperativa San José de los Arroyos	Departamento de Caaguazú	Sello Fairtrade	Azúcar
ASOCACE	Departamento de Central	Sello Fairtrade	Azúcar

Por su parte, las organizaciones más vinculadas a la práctica de la economía social y solidaria sin certificación, componentes del universo micro, son ocho (Tabla 2).

Existen desde empresas con un alto compromiso social como tu Kokué; grupos de voluntariado como Mercadito Campesino y la Red Agroecológica; asociaciones de productores y productoras como la Asociación de Productores Orgánicos (APRO), la Asociación de Organizaciones Sociales San Ignacio Guazú (AOSSI) y la Organización Mujeres Campesinas e Indígenas (CONAMURI); y por último las Organizaciones No Gubernamentales como

Oxfam, Tierra Nueva y Centro de Estudios Paraguayos Antonio Guasch (CEPAG).

Las organizaciones certificadas de comercio justo están vinculadas en su mayoría al comercio de la azúcar, 11 de las 12, y aglutinan a productores y productoras de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.); la organización más nueva incorporada a la coordinadora paraguaya de comercio justo es una asociación de productores y productoras de stevia (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni).

De estas 11 organizaciones, 10 solo trabajan la parte agrícola de la producción de caña de azúcar;

Tabla 2. Organizaciones que trabajan economía social y solidaria en Paraguay.

Organización	Tipo de organización	Labores que realizan
Tu kokué	Empresa	Distribución de productos orgánicos
Mercadito Campesino	Red de voluntariado	Capacitación y vinculación del productor con el consumidor
Red Agroecológica	Red de voluntariado	Capacitación y vinculación del productor con el consumidor
Asociación de Productores Orgánicos (APRO)	Asociación de Productores y productoras	Capacitación y apoyo en la comercialización de los productos, además venta de insumos para la producción orgánica.
AOSSI	Asociación de Productores y productoras	Promoción del modelo de desarrollo agroecológico y canales cortos de comercialización
CONAMURI	Asociación de Productores y productoras	Concientización sobre soberanía alimentaria y labor de la mujer, además promueve los canales cortos de comercialización
Oxfam	ONG	Apoyo para la comercialización por medio de ferias
Tierra Nueva	ONG	Capacitaciones y apoyo para la comercialización por medio de ferias
CEPAG	ONG	Apoyo para la comercialización por medio de ferias

el procesamiento de esta caña es realizada en ingenios privados, que son los que comercializan el azúcar a los mercados americanos y europeos con los sellos de comercio justo; únicamente la Cooperativa Manduvirá es la que posee su propio ingenio de azúcar situado en la ciudad de Arroyos y Esteros donde procesa la caña de sus socios y socias y la producción es comercializada en Europa y Estados Unidos.

Estas organizaciones toman la forma legal de cooperativas o asociaciones y cuentan entre 200 a 1.000 socios, en promedio unos 400 socios. La mayoría son varones ya que la producción de caña de azúcar en un rubro tradicionalmente trabajado por hombres, aunque actualmente ya se han incorporado más mujeres como socias, incluso ocupando algunos cargos electivos en las asociaciones.

Las asociaciones y organizaciones mencionadas se encuentran en diferentes etapas de aplicación de los diez principio del Comercio Justo, las que se encuentran en un nivel de desarrollo más elevado son Cooperativa Manduvira,

ASOINDEPENDENCIA, CORA y ASOCACE están utilizando las Primas que reciben para llegar a cumplir con todos los 10 principios del comercio justo, como ser el mejorar la calidad de vida en cuanto a salud, mejorar las condiciones de trabajo y erradicar el trabajo infantil y forzoso; por ejemplo construyeron para su propio ingenio (Coop. Manduvira) así están más cercas de sus asociados y productores, otros compraron maquinarias para reducir el trabajo forzoso, compraron ambulancia, algo que era muy necesario ya que se encuentran en comunidades distantes de los centros de salud, este servicio no solo es para los asociados sino que también para la comunidad en general en alianza con la municipalidad del distrito; otra organización cuenta con atención odontológica gratuita para los miembros de la organización; CORA está construyendo un centro de acopio de granos (mediante gestiones propias recibieron apoyo del municipio de Tebicuary-mi y el Gobierno Central) en el cual el proyecto es implementar los principios de Fraitrade con sus productores. Las demás organizaciones se encuentran fortaleciéndose todavía para

cumplir los primeros principios del comercio justo (transparencia y responsabilidad, prácticas comerciales justas).

En cuanto a las organizaciones sin certificación FLO u organizaciones de economía social y solidaria la mayoría concentra sus actividades en la ciudad de Asunción, pero representan o aglutinan a productores y productoras de otros departamentos o ciudades. La mayoría de estas organizaciones actúan como canales o medios para acercar los productos de la agricultura familiar campesina e indígena a los consumidores y de esta manera disminuir o reducir los intermediarios existentes en los canales tradicionales. El principal mecanismo utilizado para lograr vincular a productores y productoras con consumidores y consumidoras es la realización de ferias; estas ferias son realizadas en la ciudad de Asunción y su periodicidad varía de entre mensuales a trimestrales. Otros mecanismos utilizados para la venta de productos fueron la venta directa a personas interesadas a través de la oferta de canastas o listas de pedido vía web y posteriormente las organizaciones o empresas acercan el producto hasta las viviendas o bien son retiradas de los locales.

Conclusiones

Las asociaciones y organizaciones mencionadas se encuentran en diferentes etapas de aplicación de los diez principios del Comercio Justo, las que se encuentran en un nivel de desarrollo más elevado son Cooperativa Manduvira, ASOINDEPENDENCIA, CORA y ASOCACE están utilizando las Primas que reciben para llegar a cumplir con todos los diez principios del comercio justo.

Por su parte, las organizaciones vinculadas a la parte micro de la economía social y solidaria, manifiestan como principal problema la falta de financiamiento para cumplir con sus objetivos. Por su parte entre las fortalezas resalta el compromiso y la organización, además de la confianza ganada.

También manifiestan el poco o casi nulo apoyo del gobierno recibido para consolidar estos espacios de comercialización y sistemas de producción orgánicos/agroecológicos. El principal apoyo lo reciben de fuentes de financiamiento internacionales como los fondos suecos, españoles y americanos.

Referencias bibliográficas

- Molinier, L. 2014. La desigualdad y el modelo de desarrollo inclusivo. 2014. *In Debate 3: revista digital de políticas públicas*. p. 11-18. Consultado 7 sep 2016. Disponible en <http://paraguaydebate.org.py/wp-content/uploads/2014/06/Revista-Completa.pdf>
- Palafox, C; Ochoa, C; Espejel, J. 2013a Comercio justo y economía social solidaria: una alternativa de integración económica. *In International Business and Social Sciences and Research Conference (1, 2013, Cancun, Mexico) Proceedings*. Cancun, Mexico. p. 1-15.
- Palafox, C; Burgos, B; Espejel, J; García, J. 2013b. El capital social como elemento de desarrollo en el municipio de Navojoa. *International Review of Business Research Papers* 4(2):12-31.
- WFTO; (World Fair Trade Organization); FLOI (Fairtrade Labelling Organizations International). 2009. Carta de los principios del comercio justo (en línea). Culemborg, NL, WFTO. 12 p. Consultado 7 set 2016. Disponible en [http://www.wfto.com/sites/default/files/Charter-of-Fair-Trade-Principles-Final%20\(SP\).PDF](http://www.wfto.com/sites/default/files/Charter-of-Fair-Trade-Principles-Final%20(SP).PDF)

Producción familiar de plantas medicinales: Un análisis socio económico de la comunidad de Cerro Corá, Distrito de Acahay, Departamento de Paraguari

María Irene Cabral Torres¹, María Gloria Cabrera Romero^{1*}, Estela Mari Cabello Cardozo¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: ayacabrera@hotmail.com

Introducción

Las plantas medicinales contienen principios activos que ejercen una acción terapéutica beneficiosa y/o perjudicial sobre el organismo, utilizada desde la antigüedad para curar, tranquilizar, perfumar, sazonar y cocinar. Moya (2005), menciona que desde los tiempos más remotos las plantas aromáticas y medicinales tenían aplicación eficiente en la alimentación, la perfumería y en la medicina.

Así, Fretes (2010), clasificó a las plantas medicinales según sus efectos sobre la salud humana en medicinales, aromáticas, venenosas, narcóticas y condimentarias o especias. Las civilizaciones antiguas y prehispánicas nos legaron sus conocimientos, saberes y prácticas ancestrales sobre la selección, manejo y conservación medicinal, transmitiéndose de generación en generación, esa manera de sabiduría popular y la investigación científica. En la actualidad, su comercialización se realiza tanto, en fresco, congelado o seco, en forma de condimentos y productos de herboristería, en aceites esenciales, extractos o esencias, siendo su destino principal la industria alimenticia, farmacéutica o cosmética. En la actualidad, según la Organización Mundial de la Salud (1993), el 80% de la población mundial recurre a la medicina tradicional para atender sus necesidades primarias de asistencia de la salud. En el Paraguay, el consumo de plantas medicinales es tradicional y generalizado. Costumbre originaria de los guaraníes, que tuvo una noción amplia del uso y propiedades de las plantas nativas.

En los últimos años, la demanda de estos productos va en aumento a nivel local como en los países de la región y del mundo. Según la Red Rural (2001), en el país fueron identificadas 600 especies de plantas medicinales y especias. La extracción de éstas se produce en áreas de minifundios, donde están asentados pequeños productores agrícolas y campesinos sin tierra. Los departamentos con mayor producción son Central, Cordillera y Paraguari. Tradicionalmente, los proveedores han sido los recolectores locales, quienes mantuvieron la imagen de una producción con calidad, en cuanto al contenido de principios activos y esencias, pero no así en la presentación y limpieza del producto, ocasionando una baja rentabilidad.

La agricultura familiar enfrenta problemas de bajo ingreso generado por la actividad productiva, forzando una migración de la población rural hacia las ciudades en busca de mejores alternativas. No obstante, esta situación puede ser mitigada con la incorporación de la producción de plantas medicinales, cuyas especies se adaptan a nuestro clima. Además, no requiere de grandes superficies para cultivar, permitiendo apuntalar la agricultura familiar en conjunto con los rubros de autoconsumo.

Por otro lado, la producción puede ser implementada mayoritariamente por la unidad familiar, donde los productores junto con su familia participan íntegramente desde el proceso de producción hasta la comercialización.

En este contexto, la investigación analizó la situación socio económica de las familias

productoras de plantas medicinales en el distrito de Acahay. Así también, se caracterizó a las familias productoras de dicha comunidad, indicando la contribución económica de la producción de plantas medicinales en estas unidades familiares y se describió la percepción sobre la importancia del rubro para el sustento familiar.

Metodología

La investigación fue enfocada a partir de un análisis cuanti-cualitativo de las familias que participan en el proceso de producción y comercialización de plantas medicinales en el área de influencia. Se utilizaron herramientas específicas como grupo focal, análisis FODA y entrevistas semi estructuradas para la obtención de datos a partir de fuentes primarias y secundarias.

La investigación fue realizada en el Distrito de Acahay, departamento de Paraguari. Ubicado a unos 110 km de Asunción y a 45 km de la capital departamental Paraguari. La población de Acahay asciende a 14.863 habitantes, con predominancia de varones ocupados en las actividades agropecuarias, donde el 18% reside en el área urbana y el 82% en el área rural. Del total de viviendas ocupadas en el distrito el 80% corresponde al sector rural (DGEEC 2002).

Las principales actividades económicas del municipio son la agricultura y la ganadería. El estudio se centró en la situación socio económica de 10 unidades familiares de la agricultura que producen y comercializan plantas medicinales en la comunidad de Cerro Corá, Distrito de Acahay.

La población objeto de análisis fue considerada con base a un muestreo no probabilístico intencional fundamentado en una población poco representativa con las características y variables establecidas para el estudio de estos casos. Las variables consideradas han sido aquellas directamente ligadas a la situación socio económica de las familias productoras y las que hacen referencia a la comercialización.

Resultados y discusión

Según análisis de los resultados obtenidos la edad promedio de los productores objeto de estudio es de 43 años, donde el 70% ha cursado el nivel de educación básica y el 30% el nivel secundario. Las unidades familiares están constituidas por un promedio de 5 miembros, de los cuales el 100% se encuentra trabajando en la finca para la producción y cosecha de plantas medicinales. Conforme lo afirma Scavone (2008), quien indicó que todas las mujeres, amas de casa, junto a los niños y jóvenes se dedican a la tarea que implica la producción y comercialización de plantas medicinales.

Estas familias en promedio poseen 8 hectáreas, confirmando lo señalado por Almada et al. (2007), que menciona que la Agricultura Familiar está dividida en dos subtipos: la agricultura familiar minifundista con superficie de tierras de 0,1 ha hasta 10 ha y la agricultura familiar de pequeña producción, con superficie de tierras a partir de 10 hasta 20 ha. Del total de superficie con que cuentan los productores, 2,75 ha se destina a bosques, 2,02 ha a rubros de renta, 1,68 ha a rubros de consumo, 0,93 ha al área de la vivienda y 0,23 ha a pasturas. En cuanto a la tenencia de la tierra, el 60% cuenta con título de propiedad, el 30% con documento provisorio y apenas 10% se encuentra ocupando tierra familiar. En este sentido, se puede afirmar que la mayoría de los productores encuestados poseen tierra. El 100% de los productores cuenta con créditos de producción de los cuales el 80% corresponden al Crédito Agrícola de Habilitación y el 20% a entes privados. El 100% de la producción es convencional/tradicional y tienen al menos 16 años en la producción. Sus principales rubros de autoconsumo son la mandioca, maíz, poroto, maní y en menor escala batata y habilla.

En el área pecuaria, cuentan, principalmente, con animales menores como aves de corral y cerdos, y en menor proporción, ganado mayor como el vacuno para producción de leche y carne, bueyes y equinos. Las principales especies de plantas medicinales cultivadas son:

el hinojo (*Foeniculum vulgare*), cedrón capi'i (*Cymbopogon citratus*), ruda (*Ruta graveolens* L.), romero (*Rosmarinus officinalis*), cedrón paraguay (*Lippia citriodora*), ajenjo (*Artemisia absinthium*), menta (*Mentha* spp), burrito (*Aloysia polystachya*). La mayoría de las especies son cultivadas, en promedio, en superficies menores a 0,25 hectáreas, exceptuando al hinojo el cual, es cultivado en superficies mayores a 0,5 hectáreas. Según Franco (2003), el área de cultivo de plantas medicinales es por especie y cada productor tiene como mínimo dos especies bajo cultivo.

En la investigación, se verificó que los productores cuentan con hasta 8 especies de plantas medicinales. El periodo de corte se encuentra entre 2 a 4 veces en forma anual. Siendo cosechados hasta 4 cortes la menta y el cedrón capi'i, 3 cortes el cedrón paraguay, burrito y menta, y por último, presentan 2 cortes el ajenjo, romero y ruda. La cosecha es realizada en el periodo comprendido de septiembre y abril. El rendimiento promedio del hinojo es de 670 kg ha⁻¹ al año, el cual es cosechado una sola vez en forma anual y el ajenjo es cosechado 2 veces por año obteniendo un rendimiento promedio de 1.420 kg ha⁻¹ al año. El romero y la ruda es de 1.975 docenas por ha y 1.670 docenas por ha, en comparación con el cedrón capi'i y cedrón paraguay con rendimientos promedios de 1.450 y 1.100 docenas por ha y por último se encuentran la menta y el burrito con 605 y 455 docenas por ha, respectivamente. El costo de producción promedio más alto es para el hinojo, el cual presenta un costo de 2.860.000 G ha⁻¹, seguido por la ruda, el romero, ajenjo, con un costo entre 2.510.000 y 1.123.000 G ha⁻¹, por último, se encuentra el cedrón capi'i, el cedrón paraguay, el burrito y la menta con un costo que no superan el millón de guaraníes por hectárea. Sin embargo, Román (2003), menciona que los rubros perennes como el burrito y la menta son los cultivos con mayor costo anual, porque se incluye el costo de implantación y los costos en que se incurre después de cada corte.

Según Fretes (2010), los costos de producción son muy variables en las distintas especies,

dependiendo de la duración del cultivo y si este es anual o semiperenne. El costo de inversión en semilla o muda, en el caso de los cultivos anuales, esté relacionado con los gastos que se realizan anualmente, y en las especies semiperennes y perennes la inversión se realiza una sola vez hasta el final de la vida útil de la planta. La producción de plantines por rubro son producidos por los mismos productores para lo cual utilizan insumos técnicos tales como fertilizantes foliar, insecticidas y abonos orgánicos, específicamente estiércol vacuno. Es de destacar que estos productores no cuentan con ningún apoyo tecnológico ni de insumos para la producción. En cuanto a la preparación del terreno, el 90% realiza esta operación en forma manual y el 10% en forma mecanizada. El 80% de los productores utiliza la combinación de fertilización orgánica y química y el 20% utiliza solo fertilización orgánica.

El 100% utiliza estiércol vacuno sea combinado o no. Concordando con Franco (2003), quien verificó que las exigencias de fertilizantes de plantas medicinales son cubiertas con el uso de fertilizantes orgánicos como estiércol vacuno o gallinaza. En la finca la producción está, principalmente, bajo la responsabilidad familiar con el apoyo de 2 personas en promedio, contratadas aparte de los miembros de la familia de manera permanente. El jornal diario (8 horas de trabajo) se encuentra entre 40.000 a 50.000 G, pudiendo trabajar hasta 6 días a la semana. La totalidad de los productores entrevistados no recibe asistencia técnica sea gubernamental o no gubernamental. Por otro lado, las plantas medicinales como el romero, ruda, cedrón capi'i, cedrón paraguay, menta y burrito tienen en común la presentación al mercado como materia fresca, siendo la manera en que se comercializa en mazos de una docena. Las hojas son fraccionadas y atadas con fibra de la hoja del cocotero (*Acrocomia aculeta*). En cuanto al hinojo, es comercializado en kilos. El hinojo y el ajenjo, son comercializados en estado seco, siendo el método utilizado la solarización en forma natural. La parte comercializada de los rubros medicinales son las semillas, para el hinojo y las hojas para los demás rubros, los cuales son

comercializados en estado fresco, debido a la falta de infraestructura necesaria para el secado según las exigencias del sector. La totalidad de los productos cosechados son vendidos al día. La comercialización es realizada por el productor en forma individual, llevando sus productos a la zona céntrica de Acahay, donde el productor lo vende a acopiadores o intermediarios, siendo el destino de la producción, principalmente, el mercado de Ciudad del Este y el mercado N° 4 de Asunción. El precio es fijado por el acopiador – comparador y se encuentra entre los 1.000 G kg⁻¹ para el cedrón capi'i y 12.000 G kg⁻¹ para el hinojo. El hinojo es el que presenta el precio más alto en comparación a los demás rubros. El precio del hinojo y del ajeno está establecido en kilos por hectárea. Sin embargo, los precios de los demás rubros están establecidos por docena. Con relación a los ingresos generados por las diferentes especies de plantas medicinales el romero y la ruda presentan los ingresos más altos entre 3.475.000 y 3.335.000 G al año respectivamente. La producción del hinojo, cedrón paraguay y ajeno se observa ingresos entre 1.305.000, 1.085.000, 1.007.000 G al año respectivamente. El hinojo presenta el precio de venta más alto entre las plantas medicinales estudiadas, sin embargo, genera un bajo ingreso de 1.305.000 G al año, esto se debe al bajo rendimiento. Por otro lado, los ingresos más bajos son generados por el cedrón capi'i, menta y burrito por valor menor a un millón de G.

Conclusión

Bajo las características únicas observadas, los resultados obtenidos a través del presente estudio demostraron que la producción de plantas medicinales está estrechamente relacionada a la producción familiar y ésta por su vez, se constituye en su principal fuente de ingreso.

Es una actividad interesante debido a las ventajas observadas, como: cantidad de cosechas al año que permite al productor ingresos durante todo el año, lo cual solventa totalmente los gastos familiares; bajo costo de producción como consecuencia de una producción diversificada y el empleo de mano de obra familiar; altos

rendimientos en espacios reducidos lo que acompañados de cosechas repetidas en un mismo año, representa importantes precios pagados por cada producto; y constante aumento de la demanda. Se concluye así, que la producción de plantas medicinales, en las condiciones estudiadas, es la principal fuente de ingreso y sustento familiar de estas familias objeto de estudio.

Referencias bibliográficas

- Almada, F; Barril, A. 2007. La agricultura familiar en los países del Cono Sur. Asunción, PY, IICA. 189 p.
- Franco, R. 2003. Diagnóstico de la producción y comercialización de plantas medicinales y especias en el Paraguay. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Agronómica, FCA, UNA. 57 p.
- Fretes, F. 2010. Plantas medicinales y aromáticas: una alternativa de producción comercial. (en línea). Asunción, PY, USAID. Consultado 23 feb. 2016. Disponible en https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/plantas_medicinales.pdf
- Moya, J. 2005. La regulación legal de las plantas aromáticas y medicinales (en línea, sitio web). Consultado 12 feb. 2016. Disponible en <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/normativa-legal/2005/01/17/16211.php>
- Red Rural de Organizaciones Privadas de Desarrollo. 2001. Hierbas medicinales: producción, comercialización y usos (en línea). Asunción, PY. Consultado 22 oct. 2016. Disponible en <http://biblioteca.redrural.org.py>.
- Román, P. 2003. Diagnóstico de la producción y comercialización de plantas medicinales y especias en el Paraguay. Tesis. Ing. Agr. San Lorenzo, PY, FCA, UNA. 57 p.

Perfil del consumidor de queso Paraguay, en los barrios María Auxiliadora y Sagrado Corazón de Jesús de ciudad de San Lorenzo del Departamento Central

Leticia Lorena León Fretes^{1*}, Edgar Israel Sánchez Benítez¹, Genaro Marcial Torales Solis¹,
Pedro Domingo Cañete Aguirre¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: leticia.leon@agr.una.py

Introducción

El queso Paraguay (kesú paraguai), es un queso elaborado a base de leche de vaca, de alto valor calórico y proteico que por razones históricas y tradicionales es uno de los principales ingrediente presentes en la elaboración de alimentos típicos y postres en el país, se estima que el consumo per cápita asciende de 2 a 2,5 kg mensualmente.

El queso se obtiene por la separación del suero, después de la coagulación de la leche, contiene en forma concentrada muchos de los nutrientes de la leche: proteína, sales, grasa y vitaminas liposolubles, no pasa lo mismo con la lactosa y con las vitaminas hidrosolubles que se pierden con el suero (SAN 2011). A pesar de ser un producto muy común en nuestro país, no existe mucha información sobre los gustos y preferencias de los consumidores.

El “kesú paraguai” es originario de las “estancias” (haciendas de campo destinadas al cultivo, y más especialmente a la ganadería) del Paraguay, son muy apetecidos los provenientes de las colonias menonitas ubicadas principalmente en el Chaco paraguayo. Se trata de un tipo de queso especial que se elabora a partir de la “cuajada” (preparado que se logra de la mezcla de leche pura con el “cuajo”, parte del tubo digestivo de ciertos rumiantes que segrega durante la digestión del animal, ácido lácteo), generalmente no lleva sal y que como se fabrica con leche “entera” (no descremada o sin grasa) deviene en muy cremoso y nutritivo según Rodríguez (2011).

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el perfil del consumidor de queso Paraguay en los Barrios Corazón de Jesús y María Auxiliadora de la Ciudad de San Lorenzo.

Metodología

El trabajo se llevó a cabo en los Barrios María Auxiliadora y Sagrado Corazón de Jesús que forman parte del microcentro de la ciudad de San Lorenzo, situada en el corazón del Departamento Central, siendo la segunda ciudad más poblada, en un territorio que abarca 41 km². La investigación realizada es del tipo descriptivo con enfoque cuali-cuantitativo. La población de análisis es finita, constituida por 267 viviendas en el Barrios Sagrado Corazón y 663 viviendas en el Barrio María Auxiliadora, según la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos (DGEEC 2002); para calcular el tamaño de la muestra (Tabla 1) se utilizó la fórmula de (Ramos 2006);

$$n = \frac{Z^2 \times N \times P \times Q}{(N-1)(E)^2 + Z^2 \times P \times Q}$$

Lo que arrojó una muestra de 168 viviendas a ser encuestadas.

Las variables analizadas fueron; sexo, edad, número de integrantes por vivienda, nivel de ingreso familiar, nivel educativo y ocupación actual, hábitos de consumo, gustos y preferencias; marcas preferidas, forma de consumo, características consideradas para la compra, épocas de consumo, preferencia de origen ya sea industrial o artesanal,

Tabla 1. Tamaño de la muestra.

Barrios	Total de viviendas	Tamaño de muestras
Corazón de Jesús	267	76
María Auxiliadora	663	92
Total	930	168

cantidad de consumo en la última semana y frecuencia de consumo a nivel familiar, lugar donde se adquiere el producto, precio, disponibilidad en el mercado y frecuencia de compra, las herramientas utilizadas para la recopilación de datos fueron entrevistas y encuestas estructuradas, aplicadas a las 168 viviendas, según el detalle anterior.

Para llevar a cabo el análisis de los datos, el método utilizado fue el sistema tabulado, que trata de codificar las preguntas realizadas por el encuestador como también las respuestas dadas por el encuestado mediante números y de esta forma utilizar los datos e informaciones obtenidas mediante cuadros estadísticos, promedios generales y gráficos ilustrativos. Los resultados cualitativos se realizaron mediante narración.

Resultados y discusión

Luego del análisis minucioso de las variables se obtuvieron los siguientes resultados: El 98% de los hogares, con un promedio de cinco integrantes por familia, consumen queso Paraguay, el 55% de los encuestados pertenecen al sexo femenino, esto obedece a que gran parte de las personas eran amas de casa; el 55% corresponde a la clase trabajadora o empleada; el 35% se encuentra entre los 41-50 años de edad y el 25% mayor a los 50 años; el promedio de ingreso familiar oscila entre los 3-4 salarios mínimos, representado por el 46% de la muestra y el 33% el rango de 1-2 salarios mínimos (Tabla 2).

Tabla 2. Cantidad de hogares encuestados, discriminado por sexo, rango de edad y salarios que perciben las familias.

Viviendas encuestadas	Sexo		Edad			Salario mínimo		
	F	M	41/50	50+	otros	1 a 2	2 a 3	3 a 4
168	55%	45%	35%	25%	40%	21%	33%	46%

En cuanto a consumo, gusto y preferencia destacamos en este trabajo que: debido a la tradición gastronómica de nuestro país, el 60% lo consume varias veces a la semana, mientras que el 21% afirma consumirlo diariamente; el 67% de las muestras afirman consumirlos solo en alimentos preparados, mientras que el 30% expresa consumirlo en todas las formas ya sea en alimento preparados, en postres o frescos; en cuanto a origen de la elaboración el 63% de las muestras prefieren las elaboradas artesanalmente,

mientras que el 37% lo prefiere las elaboradas por las industrias lácteas; entre las principales marcas preferidas se destacan marcas conocidas T, L y C con 32, 23 y 18% respectivamente; a la hora de adquirir queso Paraguay el 55% de las muestras se guía por el sabor mientras que el 28% de lo demanda por el olor; el 65% de los encuestados afirma consumir a nivel familiar de 500-1.000 g en la última semana, mientras que el 17% consumió de 0-500 g en el mismo tiempo (Tabla 3).

Tabla 3. Índices de consumo de queso Paraguay de acuerdo a la frecuencia y los gustos y preferencias de los encuestados.

Consumo										
Por semana			Forma de consumo				Gustos y Preferencias			
algunas veces	varias veces	todos los días	en fresco	procesados	varias formas	artesanal	marcas industriales	sabor	olor	otros
19%	60%	21%	3%	67%	30%	63%	37%	55%	28%	17%

Conclusión

Con este trabajo se pudo determinar que el queso Paraguay es un producto aceptado y consumido en el 98% de los hogares de los Barrios María Auxiliadora y Sagrado Corazón de Jesús de ciudad de San Lorenzo, los consumidores de queso responden a distintas edades, sexo, nivel de ingreso y ocupación.

El perfil del consumidor no responde directamente a ningún patrón ni clase social, sino a la cultura de nuestro país.

El consumidor tiene tendencia a preferir el queso Paraguay tradicional (elaborado artesanalmente), tienen en cuenta principalmente el olor del producto a la hora de adquirirlo y lo consumen varias veces por semana.

La cantidad de consumo varía de 500-1.000 g por semana. Los encuestados prefieren adquirir el producto en el mercado municipal por el precio, la cercanía y comodidad y por último con relación al precio, más del 50% compran en el rango de precio entre 25.000 y 30.000 Gs kg⁻¹.

Referencias bibliográficas

- DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos, Paraguay). 2002. Paraguay: viviendas particulares ocupadas con personas presentes por tenencia del lote o terreno donde está construida la vivienda, según departamento, distrito y área urbanarural, 2002 (en línea). Asunción, Paraguay. Consultado 16 ago. 2016. Disponible en <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/Web%20.pdf>
- SAN (Sociedad Argentina de Nutrición). 2011. Charlas para las comunidades lácteas y derivadas. Argentina. 62 p.
- Ramos, A. 2006. Guía para el cálculo de tamaño óptimo de la muestra. Buenos Aires, Ar. 60 p.
- Rodríguez, JC. 2011. Queso Paraguay-Kesú Paraguái (en línea). Paraguay. Consultado 16 jul. 2016. Disponible en <http://alparaguay.blogspot.com/2011/02/queso-paraguay-kesu-paraguaisegun.html>

Índice de valor de importancia de especies forestales de un bosque de la Ecorregión Chaco Seco, Departamento de Presidente Hayes

Deisy Beatriz Gill de Villanueva^{1*}, Maura Isabel Díaz Lezcano¹, Martha Elizabeth Gauna Duarte¹, Cynthia Carolina Gamarra Lezcano¹, Christian Daniel Santacruz Flor¹, Gustavo Ariel Torres Benítez¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay.

*Autor para correspondencia: deisygill@gmail.com

Introducción

Los bosques secos del Chaco Americano están situados en el corazón de América, entre los territorios comprendidos de Argentina, Bolivia, Paraguay y una pequeña porción de Brasil. Esta región enfrenta la pérdida sostenida de su patrimonio natural y cultural a causa del uso no planificado de los recursos. La República del Paraguay, con una superficie aproximada de 406.792 km², se divide en dos grandes regiones fisiográficas: la Occidental o Chaco y la Oriental, donde el Chaco representa el mayor porcentaje de la superficie de Paraguay y por ello es importante realizar estudios en esta región. Según FFPRI-CIF (2013), la Ecorregión Chaco Seco todavía posee una cobertura forestal significativa del 30,03% en relación a la superficie del país, por lo que es de suma importancia el estudio de su composición florística, y las especies forestales con mayor peso ecológico dentro del ecosistema, así como las formaciones xerofíticas características de la zona de estudio, a través de la instalación y establecimiento de parcelas temporales de medición.

El índice de valor de importancia (IVI), permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro de un determinado tipo de bosque, para ello es importante tener datos de abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies.

Se tiene como objetivo determinar el índice de valor de importancia de las especies forestales del bosque xerofítico de la Ecorregión Chaco Seco, Departamento de Presidente Hayes.

Metodología

La investigación se realizó en el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), ubicado en la Región Occidental de la República del Paraguay en el Departamento de Presidente Hayes, distrito de Teniente Primero Manuel Irala Fernández, en la subregión del Chaco seco a 412 km de Asunción. Se instalaron 12 parcelas temporales con dimensiones de 50 m x 50 m (2.500 m²) cada una, en la Estación Experimental del Chaco Central. Se midieron todos los árboles con un DAP (diámetro a la altura de pecho) igual o mayor a 10 cm, registrándose el DAP, el nombre científico, nombre común y familia por especie en planillas de campo. La nomenclatura científica de las especies identificadas fue actualizada mediante la base de datos del Instituto Darwinion, Flora del Cono Sur y la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden. Para el cálculo del índice de valor de importancia (IVI) se utilizó la fórmula empleada por Alvis (2009).

Resultados y discusión

En el bosque en estudio se registró un total de 341 individuos, correspondientes a 22 especies, 17 géneros y 13 familias botánicas. El dosel alcanzó una altura máxima de 15 m. Con respecto a la especie con mayor peso ecológico, en la Tabla 1 se refleja el IVI para las 22 especies, además de la abundancia, la frecuencia y dominancia relativas. La especie con mayor peso ecológico fue *Salta triflora* (Guaimi pire) con 44,71% de IVI, seguida de *Prosopis affinis* (Algarrobillo) con 32,15% y *Aspidosperma quebacho-blanco* (Quebracho blanco) con 31,77%. Las especies con menor

Tabla 1. Abundancia, frecuencia dominancia e índice de valor de importancia de las especies de un bosque de la Ecorregión Chaco Seco. Presidente Hayes. 2011.

Especies	AB%	FR%	DOM%	IVI
<i>Salta triflora</i> (Griseb.) Adr. Sánchez	25,81	7,29	11,62	44,71
<i>Prosopis affinis</i> Spreng	12,32	9,38	10,46	32,15
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltdl.	9,38	8,33	14,05	31,77
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D. Penn.	9,38	8,33	10,40	28,12
<i>Prosopis alba</i> Griseb. var. alba	9,68	8,33	9,72	27,73
<i>Ziziphus mistol</i> Griseb.	8,80	7,29	10,33	26,42
<i>Prosopis kuntzei</i> Harms	5,28	11,46	3,40	20,13
<i>Ceiba chodatii</i> (Hassl.) Ravenna	1,76	3,13	14,70	19,58
<i>Bulnesia sarmientoi</i> Lorentz ex Griseb.	2,93	3,13	5,19	11,25
<i>Cereus sp</i>	2,05	4,17	2,50	8,72
<i>Capparis speciosa</i> Griseb	2,05	5,21	1,05	8,31
<i>Bougainvillea praecox</i> Griseb.	1,17	4,17	1,05	6,39
<i>Cynophalla retusa</i> Griseb. X. Cornejo & H.H Iltis	1,47	4,17	0,57	6,20
<i>Prosopis rojasiana</i> Burkart	1,17	3,13	1,64	5,93
<i>Celtis pubescens</i> (H.B.K.) Sprengel	1,76	3,13	0,80	5,68
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	2,05	2,08	0,84	4,98
<i>Acacia sp.</i>	1,47	2,08	0,83	4,38
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill. f. ficus-indica	0,29	1,04	0,28	1,62
<i>Tabebuia nodosa</i> (Griseb.) Griseb.	0,29	1,04	0,18	1,52
<i>Acacia aroma</i> Gillies ex Hook. & Arn.	0,29	1,04	0,16	1,50
<i>Schinus sp</i>	0,29	1,04	0,08	1,42
<i>Prosopis ruscifolia</i> Griseb	0,29	1,04	0,08	1,41
Total	100	100	100	300

AB%: abundancia relativa; FR%: frecuencia relativa; DOM%: dominancia relativa; IVI: índice de valor de importancia.

peso ecológico fueron *Prosopis ruscifolia* (Viñal) con 1,41% de IVI seguido de *Schinus sp* (Molle) con el 1,42%. En el estudio realizado por Molas (2013), las especies con mayor peso ecológico en el bosque en estudio fueron *Aspidosperma quebracho-blanco* (Quebracho blanco) con 59%, *Ziziphus mistol* (Mistol) con 44%, *Salta triflora* (Guaigui pire) con 34%. Las especies con menor peso ecológico fueron *Sideroxylon obtusifolium* (Guajayvi rai) 7% y *Acacia praecox* (Jukeri) 5%.

Conclusión

La especie más abundante y la de mayor índice de valor de importancia fue *Salta triflora* (Griseb.) Adr. Sánchez (Guaimi pire), esto es debido a que la especie es característica de la zona de estudio y la misma se encontraba ampliamente distribuida siendo también la segunda especie con mayor dominancia. *Schinus sp* (Molle) y *Prosopis ruscifolia* Griseb (Viñal) fueron las especies con menor abundancia, frecuencia, dominancia y por consiguiente las de menor peso ecológico.

Agradecimientos

La presente investigación se llevó a cabo en el marco de proyecto “Desarrollo de Metodologías de Monitoreo de Carbono almacenado en los Bosques para la REDD+ en el Paraguay”, financiado por el Instituto de Investigación Forestal y productos Forestales del Japón (FFPRI) y la Carrera de Ingeniería Forestal.

Referencias bibliográficas

- Alvis, J. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan. Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo de Investigación TULL, Universidad del Cauca. 122 p.
- Facultad de Ciencias Agrarias y Forestry and Forest Products Research Institute (JP). 2013. Mapa de cobertura de la tierra Paraguay 2011. San Lorenzo, PY. 31 p.
- Molas, ZB. 2013. Estructura y diversidad de un Bosque Xeromórfico de *Aspidosperma quebracho-blanco* y *Chorisia insignis*, en PMBA, Agroganadera Ita Ka'avo S.A, Chaco Seco, Boquerón, Paraguay. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Forestal. FCA/UNA. 168 p.

Comportamiento de semillas de *Luehea divaricata* Mart., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan y *Guibourtia chodatiana* (Hassl.) J. Léonard ante las inundaciones

Victoria Rika Kubota^{1*}, Derlis Andres Brites Delvalle¹, Gabriel Narcizo Duete Valdez¹, Manuel Marino Enciso Gómez¹, María Lis García Abate¹, Sara Beatriz Guillen Hermosa¹

¹Universidad Nacional de Asunción-Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: victoriakubotapy@gmail.com

Introducción

En las últimas décadas se registraron intensas precipitaciones e inundaciones en el Paraguay (Céspedes y Ríos 1985; Monte Domecq 2000; Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social 2016). Los estudios indican que existen cambios del régimen de precipitación y estiman alteraciones mayores a causa del cambio climático, sugiriendo el posible aumento de frecuencia de inundaciones en el territorio nacional (Bidegain et al. 2012). Es de esperar que las especies forestales que componen los bosques ribereños y en galería sean resistentes a condiciones de alto contenido de humedad. Aun así, el ambiente propicio para la proliferación de patógenos y la privación de oxígeno sumados a otros impactos negativos causados por las inundaciones pueden afectar a la vegetación.

El conocimiento sobre la resistencia de las semillas forestales así como de las plántulas a inundaciones es fundamental para estimar la capacidad de recuperación y persistencia de las especies forestales que componen los bosques propensos a eventos de esta índole. Estudios realizados a nivel regional indican que la tolerancia de las semillas y plántulas de las especies forestales a las inundaciones son muy variables (Scarano et al. 1997, Scarano 1998, Parolin 2002). Pese a la existencia de ecosistemas forestales propensos a inundaciones, en Paraguay aún no se conoce suficientemente sobre el comportamiento de las especies nativas ante estos eventos. En este contexto, surge la necesidad de estudiar la respuesta de los ecosistemas ribereños a inundaciones. Para el presente estudio se

seleccionaron tres especies forestales que habitan en la zona de influencia de los cursos hídricos: *Luehea divaricata* (Malvaceae), *Parapiptadenia rigida* (Fabaceae) y *Guibourtia hymenaeifolia* (Fabaceae) (Lorenzi 2014, López et al. 2002, Lorenzi 2014b).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de las semillas de *L. divaricata*, *P. rigida* y *G. hymenaeifolia* ante las inundaciones bajo condiciones *ex-situ*.

Metodología

El ensayo fue realizado en el vivero forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, durante el periodo de septiembre a noviembre de 2016. Se emplearon 2800 semillas de *L. divaricata*, *P. rigida* y *G. chodatiana*, respectivamente, colectadas de varios árboles semilleros en el año 2016. Se seleccionaron semillas en buen estado que fueron mezcladas para formar un único lote.

Para simular el escenario del área inundado bajo condiciones *ex-situ*, las semillas fueron sumergidas por tiempo predefinido en envases de plástico que contenían suelo y agua. Un total de 400 semillas, divididas en 20 repeticiones de 20 semillas cada una, fueron expuestas a distintos periodos de inmersión (ISTA 2016), siendo el lapso más corto de 0 días y el máximo de 30 días. Los periodos intermedios fueron fijados con intervalos de 5 días, teniendo en total siete tratamientos. Posterior a la aplicación de los tratamientos, las semillas fueron sembradas en tabloncitos de tierra para el estudio de germinación

a campo abierto. Las semillas germinadas en el envase fueron trasplantadas juntas con aquellas en buen estado, mientras que aquellas con signo de pudrición fueron desechadas. El conteo de plantas germinadas y sobrevivientes se realizó para cada tratamiento a los 30 días de la siembra.

Se calculó el porcentaje de germinación y pudrición de semillas en el envase de cada repetición de cada tratamiento. Asimismo, se determinó el porcentaje de germinación y sobrevivencia en tabloncitos de cada repetición de cada tratamiento. Para comparar la media de los porcentajes de germinación y sobrevivencia de plantas entre los tratamientos y entre las especies, se aplicó la prueba de Kruskal- Wallis con un nivel de confianza del 95% y de Steel-Dwass con un nivel de confianza del 95%, empleando el programa estadístico R.

Resultados y discusión

Las semillas de *L. divaricata* empezaron a germinar en el envase a los cinco días de inmersión (i.e. a partir del T3; Figura 1-A). Los porcentajes de germinación en el envase se mantuvieron menor al 15 % durante el periodo del ensayo. Las plántulas presentaron alargamiento sin perder la

viabilidad y estuvieron en buen estado hasta el momento del trasplante al tablón. Sin embargo, las mismas tardaron en desarrollar hojas verdaderas.

Scarano et al. (2003) y Parolin (2002) también reportaron que las plántulas de diversas especies arbóreas de los bosques de la amazonía brasileña propensos a inundaciones tienen la capacidad de germinar en agua. Las plántulas de estas especies presentan un desarrollo longitudinal desarrollando tallos largos como estrategia de adaptación a inundaciones.

La mayoría de las semillas de *P. rigida* empezaron a germinar antes de los cinco días de inmersión, observándose en el T2 un 100 % de germinación en el agua (Figura 1-B). En los demás tratamientos (T3 al T7) también fueron registrados alto porcentaje de germinación en el agua. Sin embargo, solo las plántulas del T2 estuvieron en buen estado en el momento del trasplante al tablón. La mayoría de los individuos de los T3 al T7 presentaron debilitamiento o pudrición luego de permanecer en el agua durante el periodo de inmersión correspondiente a cada tratamiento. Las semillas de *G. chodatiana* presentaron aumento de volumen y ruptura de tegumento, pero ninguna de ellas germinó en el agua (Figura 1-A).

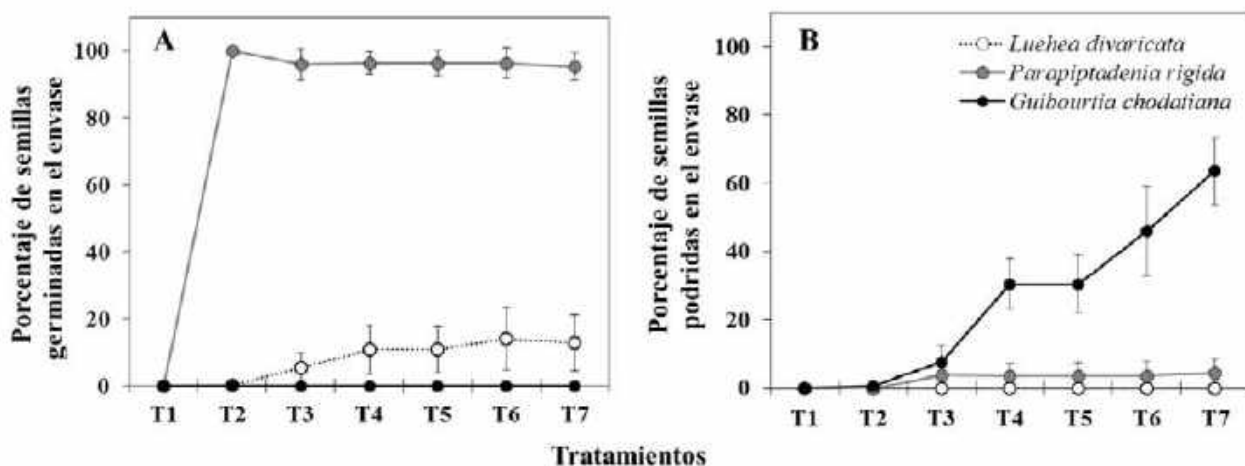


Figura 1. A. Porcentaje de semillas germinadas en agua en los envases. **B.** Porcentaje de semillas que presentaron signo de pudrición y se desintegraron en el envase.

Ninguna semilla de *L. divaricata* inmersas en agua presentó indicio de pudrición demostrando su alta tolerancia al agua (Figura 1-B). Solamente el 3,0 % (considerando todos los tratamientos) de las semillas de *P. rigida* presentaron signo de pudrición sin germinaren el envase. Mientras que el número de semillas de *G. chodatiana* con signo de pudrición fue aumentando gradualmente a

medida que se prolongaba la duración del tiempo de inmersión (26,8% en total).

Hubo diferencia significativa entre la media del porcentaje de germinación y sobrevivencia a los 30 días de la siembra o trasplante (en caso de aquellos individuos germinados en el envase) de los tratamientos de cada especie ($p < 0,05$; Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de germinación y sobrevivencia de plantas a los 30 días de la siembra, entre los tratamientos y entre las especies.

Comparación de media entre los tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Valor <i>p</i>
<i>L. divaricata</i>	42,3 ± 13,6 ab	45,9 ± 17,2 a	44,0 ± 14,3 a	34,0 ± 8,9 c	34,0 ± 11,8 Bd	27,0 ± 18,4 cde	23,1 ± 14,7 ce	< 0,05
<i>P. rigida</i>	79,8 ± 3,5 a	73,8 ± 1,9 a	41,5 ± 2,4 b	8,8 ± 1,2 c	8,8 ± 0,6 D	4,3 ± 27,8 d	0,0 ± 0 e	< 0,05
<i>G. chodatiana</i>	88,5 ± 9,6 a	80,5 ± 10,5 b	29,0 ± 10,1 c	4,8 ± 15,7 d	4,8 ± 5,4 E	0,8 ± 2,4 f	0,0 ± 0 g	< 0,05
Comparación de media entre las especies								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	
<i>L. divaricata</i>	42,3 ± 13,6 a	45,9 ± 17,2 a	44,0 ± 14,3 a	34,0 ± 8,9 a	34,0 ± 11,8 A	27,0 ± 18,4 a	23,1 ± 14,7 a	
<i>P. rigida</i>	79,8 ± 3,5 b	73,8 ± 1,9 b	41,5 ± 2,4 a	8,8 ± 1,2 b	8,8 ± 0,6 B	4,3 ± 27,8 b	0,0 ± 0 b	
<i>G. chodatiana</i>	88,5 ± 9,6 c	80,5 ± 10,5 c	29,0 ± 10,1 b	4,8 ± 15,7 c	4,8 ± 5,4 B	0,8 ± 2,4 c	0,0 ± 0 b	
Valor <i>p</i>	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	

El porcentaje de germinación y sobrevivencia presentó un descenso gradual en *L. divaricata*. Mientras que el nivel de germinación y sobrevivencia de las semillas de *G. chodatiana* y *P. rigida* se redujo visiblemente en los tratamientos con periodo de inmersión en agua mayor a 10 días.

A pesar de que estadísticamente hubo diferencias significativas, *G. chodatiana* y *P. rigida* demostraron tendencias similares en el porcentaje de plantas germinadas que sobrevivieron hasta los 30 días de la siembra o trasplante a lo largo del periodo del ensayo y un tendencia diferente a la de *L. divaricata* (Tabla 1). La similitud entre las dos primeras especies llama la atención considerando que Lorenzi (2014a) menciona que *P. rigida* tiene elevado porcentaje de germinación y que se da a los cinco a diez días después de la siembra. Mientras que el porcentaje de germinación de *G. chodatiana* es reducido y demora unos 35 días en emerger (Lorenzi 2014b).

Por otra parte, el bajo porcentaje de germinación y sobrevivencia que registró *L. divaricata* pudo deberse a que el conteo se realizó antes que termine

el periodo de germinación. Según Lorenzi (2014a) la emergencia de *L. divaricata* puede tardar de 20 a 40 días, sin embargo, el conteo de las plantas se llevó a cabo a los 30 días después de la siembra.

Los resultados sugieren que *L. divaricata* tiene alta resistencia a las inundaciones, debido a que sus semillas tardan en perder el poder germinativo a pesar de permanecer inmersas durante periodo prolongado en el agua y las plántulas pueden sobrevivir en suelos saturados. Por otra parte, las inundaciones durante corto periodo de tiempo pueden favorecer la germinación de *P. rigida*. Sin embargo, la sobrevivencia de las plantas de esta especie se reduce rápidamente si las mismas permanecen inmersas en agua. *G. chodatiana*, por su parte, es una especie que no tolera las inundaciones debido a que la presencia del agua no favorece su germinación ni su sobrevivencia.

Las diferencias observadas pueden deberse a que *L. divaricata* es una especie propia de los ecosistemas ribereños (López et al. 2002) y que sus semillas son más resistentes a inundaciones. Mientras que *P. rigida* y *G. chodatiana*, aparte de crecer en bosques

riberenos y en galería, habitantambién en suelos más secos (López et al. 2002), en donde la posibilidad de que las semillas estén en contacto con el agua durante un periodo prolongado es menor.

Conclusión

El comportamiento de las semillas ante las inundaciones varía entre las especies estudiadas. *L. divaricata* tiene la mayor resistencia a inmersión en agua por periodo prolongado, sus semillas tardan en perder el poder germinativo y las plántulas germinadas en agua tienen la capacidad de sobrevivir en condiciones de anegamiento.

Agradecimientos

Este estudio fue realizado con el financiamiento del Rectorado de la Universidad Nacional de Asunción.

Referencias bibliográficas

- Bidegain, M; Coronel, G; Ríos, N; Santos, D. 2012. Escenarios climáticos futuros para Paraguay. *Meteorológica* 37(2):47-55.
- Céspedes, RL; Ríos, LS. 1985. Análisis del impacto de las inundaciones en el Paraguay. Consultado 20 nov. 2016. Disponible en <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Marzo2004/pdf/spa/doc1018/doc1018.htm>.
- ISTA (International Rules for Seed Testing). 2016. International Seed Testing Association. (en línea, sitio web). Consultado 11 jul. 2016. Disponible en <http://www.seedtest.org>
- Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. 2016. Reporte evento de inundación por fenómeno del niño - Paraguay 2015/2016. 4 ed. Consultado 20 nov. 2016. Disponible en <http://www.geologiadelparaguay.com/REPORTE-Nº-4.-04.02.16-1.pdf>
- Monte Domecq, R; Perito, A; Chamorro L; Ávila, JL; Báez, J. 2000. Inundaciones y drenaje urbano-Paraguay. Consultado 20 nov. 2016. Disponible en <http://www.geologiadelparaguay.com/Inundaciones-y-drenaje-urbano.pdf>
- López, JA; Little, EL; Ritz, GF; Rombold, JS; Hahn, WJ. 2002. Árboles comunes del Paraguay: mande yvyra mata fuera. Cuerpo de Paz, FCA-UNA. 458 p.
- Lorenzi, H. 2014. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 1. 384 p.
- Lorenzi, H. 2014b. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 2. 384 p.
- Parolin, P. 2002. Submergence tolerance vs. escape from submergence: two strategies of seedling establishment in Amazonian flood plains. *Tropical Ecology* 48(2):177-186.
- Scarano, FR; Ribeiro, KT; Moraes, KFD, Lima, HC. 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of a freshwater swamp forest in southeastern Brazil. *Journal of Tropical ecology* 13(6):793-803.
- Scarano, FR. 1998. A comparison of dispersal, germination and establishment of woody plants subjected to distinct flooding regimes in Brazilian flood-prone forests and estuarine vegetation. In Scarano, FR; Franco, AC. (eds.). *Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics*. Series Oecologia Brasilienses. p. 177-193. Consultado 20 nov. 2016. Disponible en <http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/view/285/355>
- Scarano, FR; Pereira, TS; Rôças, G. 2003. Seed germination during floatation and seedling growth of *Carapa guianensis*, a tree from flood-prone forests of the Amazon. *Plant Ecology* 168(2):291-296.

Caracterización fenológica de 10 especies del arboretum de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, periodo 2011-2015

Armando Zangirolami Neto¹, Victoria Rika Kubota^{1*}, Haroldo Silva Imas²

¹Facultad de Ciencias Agrarias- Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²División de Acción Ambiental, MAPA.CE – Itaipu Binacional. Hernandarias, Paraguay.

*Autor para correspondencia: victoriakubotapy@gmail.com

Introducción

La fenología consiste en el estudio de las fases o actividades periódicas y repetitivas del ciclo de vida de las plantas y de su variación temporal a lo largo del año (Mantovani et al. 2003). El conocimiento de la fenología reproductiva de las plantas proporciona información sobre la disponibilidad de los recursos a lo largo del año y permite determinar estrategias de colecta de frutos y semillas; ayuda a la conservación de recursos genéticos, contribuye al entendimiento de los patrones reproductivos y vegetativos, de la dinámica de las comunidades, así como de los animales que de ella dependen (Mantovani et al. 2003, Restrepo 2010).

En el ámbito del manejo, la conservación y la recuperación de bosques nativos, el conocimiento de la fenología de especies forestales es fundamental para responder a la creciente demanda de plantas. A nivel nacional existen viveros forestales de especies nativas que cuentan con calendarios de fructificación. Sin embargo, por lo general, estos datos se basan en conocimientos empíricos dispersos y requieren de verificaciones basadas en observaciones sistemáticas y a largo plazo. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la fenología de 10 especies arbóreas del arboretum de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA) en el periodo 2011-2015.

Metodología

La observación se llevó a cabo en el arboretum ubicado en el Campo Experimental de la FCA-UNA en la ciudad de San Lorenzo, Paraguay con

las coordenadas 25° 19' 36,24" S 57° 31' 10,96" W. Se registró la fenología de 10 especies arbóreas durante cinco años (2011-2015). Las fases fenológicas consideradas fueron: la presencia de botones florales, flores, frutos inmaduros, maduros, dispersión de semillas y la defoliación. Los datos fueron recopilados cada 15 días ($n=120$ observaciones en total), anotando las fases fenológicas presentadas por cada individuo. Las 10 especies consideradas fueron BORAGINACEAE: *Cordia americana* (9 ind.); FABACEAE: *Albizia niopoides* (9 ind.), *Anadenanthera colubrina* (8 ind.), *Myrocarpus frondosus* (4 ind.); MELIACEAE: *Cedrela fissilis* (9 ind.), *Guarea macrophylla* subsp. *spicaefolia* (8 ind.); MYRTACEAE: *Eugenia involucrata* (5 ind.); RUTACEAE: *Balfourodendron riendelianum* (9 ind.); SAPINDACEAE: *Cupania vernalis* (7 ind.) y SAPOTACEAE: *Pouteria gardneriana* (3 ind.). Se utilizaron los datos registrados en la estación meteorológica de la FCA-UNA. Las variables consideradas fueron: temperatura media mensual, precipitación media mensual y humedad relativa media mensual. Se determinó el porcentaje de individuos de cada especie que presentaban las fases fenológicas estudiadas en cada una de las observaciones. Se elaboró el calendario fenológico para cada especie, para lo que se halló la media del porcentaje de cada fase fenológica registrada durante cinco años. Por otra parte, se asociaron las variables meteorológicas con la ocurrencia de cada fase fenológica de las especies mediante el coeficiente de correlación de Spearman (ρ), empleando el programa estadístico R.

Resultados y discusión

Los valores medios de los cinco años de registro de las fases fenológicas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Calendario de fases fenológicas de las 10 especies estudiadas (2011-2015).

Fases	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
BORAGINACEAE - <i>Cordia americana</i>																										
Botones florales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.6	15	22	18	18	0	0	0	0	0	
Flores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	26	49	38	0	0	0	0	0	
Frutos inmaduros	6.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	15	44	60	27	0	0	0	0	
Frutos maduros	2.2	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	20	15	0	0	
Dispersión	2.2	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	6.6	44	0	0	
Defoliación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FABACEAE - <i>Albizia niopoides</i>																										
Botones florales	0	20	8.8	37	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8	20	33	24
Flores	0	2.2	8.8	53	44	26	31	11	4.4	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	20	0	0	0	
Frutos inmaduros	0	0	0	0	6.6	11	18	22	42	60	73	77	82	73	73	73	33	22	22	20	20	20	18	18	18	
Frutos maduros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	11	6.6	11	55	55	40	0	0	0	0	
Dispersión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	6.6	11	20	40	80	60	20	20	20	20	
Defoliación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	24	60	40	35	0	0	0	0	
FABACEAE - <i>Anadenanthera colubrina</i>																										
Botones florales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	33	33	49	29	18	0	0	
Flores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	20	0	0	11	29	15	0	0	0	0	
Frutos inmaduros	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	0	0	0	0	0	20	58	62	26	26	0	0	0	0	0	0	0	
Frutos maduros	0	0	0	0	0	0	2.2	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	40	40	49	31	0	0	0	0	0	
Dispersión	0	0	0	0	0	0	0	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	40	40	49	31	0	0	0	0	0	
Defoliación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FABACEAE - <i>Myrocarpus frondosus</i>																										
Botones florales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	55	10	0	0	0	0	0	0	0	
Flores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	65	30	20	0	0	0	0	0	0	
Frutos inmaduros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	35	50	55	0	0	0	0	0	
Frutos maduros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	30	20	0	0	0	
Dispersión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	60	0	0	0	
Defoliación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15	20	0	0	0	0	0	0	
MELIACEAE - <i>Cedrela fissilis</i>																										
Botones florales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	22	4.4	0	0	0	0	0	0	
Flores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	24	11	8.8	8.8	0	0	0	0	
Frutos inmaduros	15	26	24	24	24	24	24	24	29	29	29	29	29	29	22	22	0	6.6	8.8	13	8.8	8.8	13	13	13	
Frutos maduros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8	11	22	6.6	0	0	0	0	0	0	0	
Dispersión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2	8.8	13	24	11	0	0	8.8	0	0	0	
Defoliación	0	0	20	15	15	13	13	38	55	55	68	60	42	42	44	37	33	0	0	0	0	0	0	0	0	
MELIACEAE - <i>Guarea macrophylla subsp. spicaefolia</i>																										
Botones florales	6.6	11	4.4	24	27	53	18	20	0	20	20	20	0	0	20	20	31	27	67	51	35	18	0	0	0	
Flores	2.2	4.4	6.6	6.6	4.4	11	15	31	20	0	0	0	0	0	11	0	0	11	40	33	37	26	4.4	4.4		
Frutos inmaduros	0	0	20	20	40	42	68	69	66	55	60	60	47	13	33	64	44	26	38	20	4.4	4.4	4.4	0	0	
Frutos maduros	29	29	40	57	46	26	26	24	24	22	22	38	38	31	20	8.8	0	0	20	0	0	0	15	22	22	
Dispersión	35	35	70	75	44	44	44	35	35	35	46	26	70	70	44	44	0	0	0	20	0	0	0	26	26	
Defoliación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MYRTACEAE - <i>Eugenia involucrata</i>																										
Botones florales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	60	16	4	0	0	0	0	0	0	0	
Flores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	68	36	8	8	0	0	0	0	0	0	
Frutos inmaduros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	40	44	24	0	0	0	0	0	
Frutos maduros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	28	48	4	12	0	0	0	0	
Dispersión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	28	48	4	12	0	0	0	0	
Defoliación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RUTACEAE - <i>Balfourodendron riendelianum</i>																										
Botones florales	20	20	18	0	8.8	8.8	8.8	8.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	75	42	11	6.6	0	0	
Flores	2.2	0	0	0	0	0	0	0	2.2	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	29	40	51	46	26	26	26	
Frutos inmaduros	64	71	71	89	89	89	89	89	89	89	69	60	29	18	0	4.4	15	15	22	22	53	62	71	71	71	
Frutos maduros	2.2	0	4.4	6.6	6.6	18	44	51	53	53	64	69	64	69	86	86	82	62	20	20	20	0	0	4.4	4.4	
Dispersión	2.2	0	4.4	6.6	6.6	18	44	51	53	53	64	69	64	69	73	73	71	31	20	20	20	0	0	4.4	4.4	
Defoliación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	11	11	11	0	0	0	0	0	
SAPINDACEAE - <i>Cupania vernalis</i>																										
Botones florales	28	28	40	43	54	68	76	88	92	74	54	42	20	0	0	0	0	0	0	0	0	5.6	0	2.8	2.8	
Flores	0	0	0	0	0	0	0	2.8	34	62	71	59	14	2.8	2.8	2.8	5.6	0	0	0	0	0	0	0	0	
Frutos inmaduros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.4	31	71	82	86	86	82	91	79	48	28	2.8	0	0	0	
Frutos maduros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	44	34	5.6	0	0	0	
Dispersión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	31	11	5.4	14	0	0	
Defoliación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SAPOTACEAE - <i>Pouteria gardneriana</i>																										
Botones florales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	33	46	46	0	0	0	0	0	0	
Flores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	33	26	46	0	0	0	0	0	0	
Frutos inmaduros	26	26	26	13	13	6.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	40	40	26	26	26	
Frutos maduros	6.6	13	20	20	13	6.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.6	0	0	0	
Dispersión	0	6.6	20	26	20	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.6	0	0	0	
Defoliación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Ref.: Los valores indican el promedio quinquenal del porcentaje de individuos que presentaron una fase fenológica en ese periodo. Los valores inferiores al 50% están marcados en gris claro y los superiores al 50% en gris oscuro.

Las 10 especies completaron las fases reproductivas. En general, la época de floración y fructificación de siete de las especies estudiadas fue más extendida en comparación a la reportada por López et al. (2002). Esta variación pudo deberse a que los resultados de este estudio están basados en observaciones sistemáticas realizadas en el arboretum, mientras que López et al. (2002) realizaron registros en hábitat natural de las especies.

La respuesta de las fases fenológicas a las variables meteorológicas difirió entre especies (Tabla 2). La presencia de los botones florales y flores de la mayoría de las especies, tuvo una correlación negativa con el contenido de humedad relativa, que empieza a descender a partir de julio, aproximadamente. Asimismo, se observó una correlación negativa entre la presencia de frutos maduros y su dispersión, y el contenido de humedad; con excepción de *Guarea macrophylla* subsp. *spicaeflora*, que presentó mayor presencia de frutos maduros y mayor dispersión en los meses de menor humedad. Las especies caducas y semicaducas tendieron a perder las hojas durante los meses de menor temperatura, precipitación y contenido de humedad relativa. *Cedrela fissilis* fue la única que demostró una correlación positiva con el contenido de humedad debido a que pierde hojas mayormente durante los meses de mayo a julio (Tabla 1).

Conclusión

Se caracterizó el comportamiento fenológico de 10 especies del arboretum FCA-UNA en el período 2011-2015. La época, la duración de cada fase fenológica y su respuesta a las variables meteorológicas variaron entre las especies estudiadas. Un análisis anual más detallado será necesario para determinar la influencia de la fluctuación interanual de las condiciones meteorológicas sobre la fenología de las especies estudiadas.

Tabla 2. Correlación entre las fases fenológicas de 10 especies estudiadas y las variables ambientales.

Especies	Temperatura media mensual (°C)			Precipitación media mensual (mm)			Contenido de humedad relativa mensual (%)			Defol.			
	Bot. Flo.	Flores	Frutos inm.	Defol.	Bot. Flo.	Flores	Frutos mad.	Defol.	Bot. Flo.		Flores	Frutos inm.	Frutos mad.
<i>C. americana</i>	-0.24	-0.19	0.06	0.37	-0.62	-0.53	-0.41	-0.04	0.25	-0.68	-0.62	-0.61	-0.27
<i>A. niopoides</i>	0.69	0.40	-0.93	-0.36	0.07	0.19	0.44	-0.45	-0.15	-0.06	0.30	-0.04	-0.81
<i>A. colubrina</i>	0.11	-0.29	0.07	-0.10	-0.11	0.16	-0.22	-0.40	-0.07	-0.54	-0.46	-0.29	-0.53
<i>M. frondosus</i>	-0.20	-0.19	-0.12	0.09	0.13	-0.53	-0.42	-0.16	0.31	-0.53	-0.62	-0.64	-0.37
<i>C. fissilis</i>	-0.13	-0.09	-0.38	-0.26	-0.19	-0.29	-0.12	0.14	0.31	-0.57	-0.64	0.83	-0.69
<i>G. macrophylla</i> subsp. <i>spicaeflora</i>	0.03	0.40	-0.61	0.14	-0.11	0.00	0.60	0.08	-0.04	-0.29	-0.07	0.45	0.52
<i>E. involvcrata</i>	-0.26	-0.25	-0.13	-0.08	-0.08	-0.65	-0.55	-0.19	-0.09	-0.57	-0.66	-0.64	-0.64
<i>B. riedeltianum</i>	0.51	0.16	0.38	-0.85	-0.85	0.32	0.42	0.71	-0.41	-0.26	-0.26	0.73	0.07
<i>C. vernalis</i>	0.05	-0.81	-0.59	0.09	0.17	0.58	-0.37	-0.66	0.26	0.88	0.42	-0.60	-0.42
<i>P. garthneriana</i>	-0.20	-0.19	0.74	0.71	0.58	-0.42	-0.39	0.28	-0.39	-0.60	-0.62	-0.23	0.19

Ref.: Los valores numéricos representan el coeficiente de correlación de Spearman (rho) y los valores p están representados como * = p < 0,05; ** = p < 0,01; *** = p < 0,001 y NS = no significativa. Las correlaciones significativamente positivas y negativas están marcadas en gris claro y gris oscuro, respectivamente.

Referencias bibliográficas

Mantovani, M; Ruschel, AR; Reis S dos, M; Puchalski, A; Nodari, RO. 2003. Fenologia reproductiva de espécies arbóreas em uma formação secundaria da floresta atlântica. Rev *Árvore* 27:451-458.

López, JA; Little, EL; Ritz, FG; Rombold, JS; Hahn, WJ. 2002. Árboles comunes del Paraguay: ñande yvyra mata kuera. 2 ed. Asunción, Py, Cuerpo de Paz. 458 p.

Restrepo, MAG. 2010. Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de Corantioquia: un paso hacia su conservación. Antioquia, CO, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. p. 20-26.

Análisis comparativo de la estructura horizontal de las formaciones forestales de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, con énfasis en bosque primario

Giannina Paola Álvarez Wagenbach^{1*}, Victoria Rika Kubota¹, Lidia Pérez de Molas¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

* Autor para correspondencia: alvarezwagenbach.giannina@gmail.com

Introducción

El bosque primario es un ecosistema en estado de equilibrio dinámico que presenta distintas fases estructurales y composicionales (Louman et al. 2001). Las características de la estructura de los bosques en Paraguay están siendo dilucidadas gradualmente. El reconocimiento de las propiedades de los bosques primarios sirve de referencia para las formaciones de la misma zona que se encuentran en proceso de recuperación. La Reserva Natural del Bosque Mbaracayú (RNBM) es uno de los lugares estratégicos para perseguir el doble objetivo de la conservación y el estudio ecológico, debido a que protege extensas superficies de ecosistemas remanentes del Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA), que se encuentra altamente amenazado y solo resta el 7% del área total original (Paraguay Biodiversidad 2014).

La RNBM está compuesta por varios tipos de formaciones vegetales, tales como el bosque primario, el bosque primario alterado y el bosque secundario. La estructura horizontal del bosque secundario y bosque primario alterado de la RNBM ya fueron analizados en otros estudios. Considerando la importancia de conocer las características ecológicas del bosque primario, es relevante estudiar y comparar sus características con las demás formaciones de la RNBM.

El objetivo de esta investigación fue comparar la estructura horizontal de un bosque primario con la del bosque primario alterado y con la del bosque secundario en la RNBM. Este trabajo fue financiado por el programa de becas para la conservación Banco GNB – Fundación Moisés Bertoni.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú (RNBM), que se localiza en el Departamento de Canindeyú a 315 km de la ciudad de Asunción. Fue instalada una parcela permanente de 1 ha (100 × 100 m) subdividida en 25 subparcelas de 20 × 20 m cada una, en el bosque primario, situada en las coordenadas 24° 07' 48,14" S - 55° 23' 32,67" O. La población estudiada estuvo compuesta por los árboles y lianas con DAP \geq 10 cm. El estudio descriptivo consistió en determinar: (1) la abundancia absoluta y relativa mediante el cálculo de la densidad de cada especie y su participación en la masa, (2) la frecuencia absoluta y relativa para analizar la regularidad de distribución espacial de cada especie, (3) la dominancia absoluta y relativa de cada especie mediante su área basal (Acosta et al. 2006; Sanquetta et al. 2014) y (4) para determinar la importancia fitosociológica de cada especie dentro de la población, se calculó el IVI (Lozada 2010); además (5) se analizó la distribución diamétrica.

Los resultados del estudio fueron comparados con los de la parcela permanente del bosque primario alterado de la RNBM medida en el 2015 por Riveros (2016) cuyas coordenadas son 24° 07' 33,04" S - 55° 30' 21,6" O y con los del bosque secundario medida en el 2016 por Mario (2016) cuyas coordenadas son 24° 07' 47,80" S - 55° 31' 50,44" O. No se aplicaron análisis estadísticos, limitándose a comparaciones descriptivas.

Resultados y discusión

Se encontró mayor cantidad de individuos en el bosque primario (579), en comparación con el bosque primario alterado (Riveros 2016) (490)

y con la parcela del bosque secundario (Mario 2016) (423). De las cuatro especies más abundantes en el bosque primario dos fueron similares a las de

mayor abundancia en el bosque primario alterado, pero distintas a las del bosque secundario (Tabla 1).

Tabla 1. Especies con los mayores valores de Abundancia absoluta y relativa de las tres parcelas analizadas. Resultados entre parentesis corresponden a los valores relativos.

Parcelas	Especies			
Bosque primario	<i>Guarea kunthiana</i> 160 (27,63%)	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> 37 (6,39%)	<i>Citrus aurantium</i> 29 (5,01%)	<i>Cinnamomum aff. triplinerve</i> 28 (4,84%).
Bosque primario alterado (Riveros 2016)	<i>Citrus aurantium</i> 44 (8,98%)	<i>Endlicheria paniculata</i> 35 (7,14%)	<i>Guarea kunthiana</i> 35 (7,14%)	<i>Nectandra megapotamica</i> 33 (6,73%)
Bosque secundario (Mario 2016)	<i>Peltophorum dubium</i> 61 (14,42%)	<i>Nectandra megapotamica</i> 42 (9,93%)	<i>Balfourodendron riedelianum</i> 39 (9,22%)	<i>Albizia niopoides</i> (Yvyra ju) y <i>Helietta apiculata</i> 25 (5,91%)

Tres de las cuatro especies más frecuentes del bosque primario fueron similares a las del bosque primario alterado. En cambio las especies más frecuentes del bosque primario no fueron similares

a las del bosque secundario. En todas las parcelas se registraron alta frecuencia de especies de la familia Lauraceae (Tabla 2).

Tabla 2. Especies con los mayores valores de Frecuencia absoluta y relativa de las tres parcelas analizadas. Resultados entre parentesis corresponden a valores relativos.

Parcelas	Especies			
Bosque primario	<i>Guarea kunthiana</i> 100% (7,53%)	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> 80% (6,02%)	<i>Cinnamomum aff. triplinerve</i> 72% (5,42%)	<i>Citrus aurantium</i> 68% (5,12%)
Bosque primario alterado (Riveros 2016)	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> 80% (5,85%)	<i>Citrus aurantium paniculata</i> 76% (5,56%)	<i>Endlicheria paniculata</i> 72% (5,26%)	<i>Guarea kunthiana</i> 72% (5,26%)
Bosque secundario (Mario 2016)	<i>Balfourodendron riedelianum</i> 94% (6,64%)	<i>Endlicheria paniculata</i> 88% (6,19%)	<i>Albizia niopoides</i> 88% (6,19%)	<i>Nectandra megapotamica</i> 81% y (5,75%)

El área basal total de la parcela fue 23,61 m²/ha. Riveros (2016) obtuvo un área basal de 24,98 m²/ha, que fue mayor que la parcela del bosque primario, en cambio Mario (2016) reportó un valor mucho menor que las demás parcelas, siendo 11,21 m²/ha, se observó que los dos

bosque primarios se encuentran en mejor estado de conservación que el bosque secundario. Las especies más dominantes en el bosque primario no fueron similares a las del bosque primario alterado pero sí con una especie en común con el bosque secundario (Tabla 3).

Tabla 3. Especies con los mayores valores de Dominancia absoluta y relativa en las tres parcelas analizadas. Resultados entre parentesis corresponden a los valores relativos.

Parcelas	Especies			
Bosque primario	<i>Guarea kunthiana</i> 2,44 m ² /ha (10,33%)	<i>Cinnamomum aff. triplinerve</i> 2,11 m ² /ha (8,94%)	<i>Cabralea canjerana</i> 1,70 m ² /ha (7,18%)	<i>Cedrela fissilis</i> con 1,50 m ² /ha (6,34%)
Bosque primario alterado (Riveros 2016)	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> 2,55 m ² /ha (10,21%)	<i>Nectandra megapotamica</i> 1,81 m ² /ha (7,24%)	<i>Jacaratia spinosa</i> 1,52 m ² /ha (6,10%)	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> 1,51 m ² /ha (6,04%)
Bosque secundario (Mario 2016)	<i>Peltophorum dubium</i> 1,22 m ² /ha (10,86%)	<i>Nectandra megapotamica</i> 1,16 m ² /ha (10,36%)	<i>Nectandra lanceolata</i> 0,99 m ² /ha (8,86%)	<i>Cedrela fissilis</i> 0,81 m ² /ha (7,19%)

Al comparar las especies con mayor IVI en las tres parcelas se destacó la presencia de *Chrysophyllum gonocarpum* en el bosque primario y el bosque primario alterado. Así mismo existen especies en común entre el bosque primario alterado y el secundario. Sin embargo, las especies con mayor IVI fueron diferentes entre el bosque primario y el bosque secundario. La familia Lauraceae,

representada por varias especies, fue encontrada en todas las parcelas. *Guarea kunthiana* obtuvo el mayor IVI en el bosque primario debido a su alta abundancia, frecuencia y dominancia, mientras que en el bosque primario alterado fue la sexta especie con mayor IVI. Por otra parte no se registró ningún individuo de *Guarea kunthiana* en la parcela del bosque secundario (Tabla 4).

Tabla 4. Especies con los mayores IVI de las tres parcelas analizadas.

Parcelas	Especies			
Bosque primario	<i>Guarea kunthiana</i> 45,49%	<i>Cinnamomum</i> aff. <i>triplinerve</i> 19,20%	<i>Chrysophyllum</i> <i>gonocarpum</i> 17,91%	<i>Cabralea canjerana</i> 15,80%
Bosque primario alterado (Riveros 2016)	<i>Chrysophyllum</i> <i>gonocarpum</i> 22,18%	<i>Nectandra</i> <i>megapotamica</i> 19,23%	<i>Citrus aurantium</i> 16,88%	<i>Endlicheria</i> <i>paniculata</i> 14,21%
Bosque secundario (Mario 2016)	<i>Peltophorum</i> <i>dubium</i> 30,59%	<i>Nectandra</i> <i>megapotamica</i> 26,04%	<i>Balfourodendron</i> <i>riedelianum</i> 22,36%	<i>Helietta apiculata</i> 17,82%

La distribución de las clases diamétricas de la parcela del bosque primario presenta claramente una forma de J invertida, indicando un flujo adecuado en la regeneración hacia los diámetros mayores (Louman et al. 2001). Las especies más representativas de los diámetros menores (10 – 20 cm) son *Guarea kunthiana* (Karajá bola),

Citrus aurantium (Apepu) y *Chrysophyllum gonocarpum* (Agua'i). En comparación al bosque primario, el bosque secundario presenta mayor cantidad de individuos con diámetro menor a 20 cm y el bosque primario alterado presenta mayor cantidad de individuos con diámetro mayor a 60 cm (Figura 1).

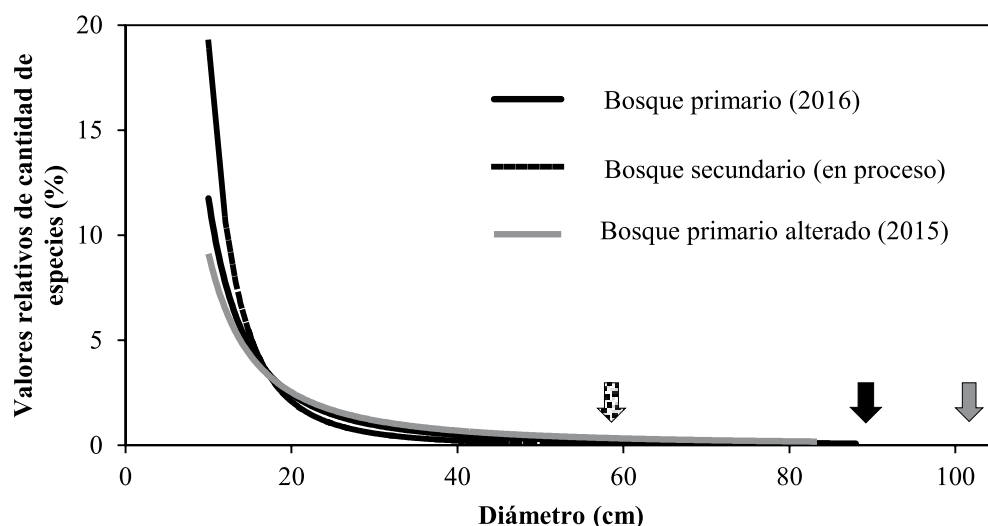


Figura 1. Distribución de las clases diamétricas de las parcelas de bosque primario, bosque primario alterado y bosque secundario instaladas en la RNBM. Se empleó un intervalo de 1 cm. Las flechas indican el final de línea. Datos: Bosque primario alterado: Riveros (2016); Bosque secundario: Mario (2016).

Conclusión

Las características sugieren que el bosque en estudio corresponde a la categoría de Bosque alto semi perennifolio con Lauraceae, de la sub-clasificación de Bosques bien drenados de Lauraceae – *Cedrela fissilis* – *Chrysophyllum gonocarpum* (Spichiger et al. 1992).

El bosque estudiado se caracterizó por la elevada importancia fitosociológica y ecológica relativa de *Guarea kunthiana* (Karajá bola) que es un elemento propio de los ecosistemas forestales de la zona. Se encontró que la estructura del bosque primario se asemeja a la del bosque primario alterado, lo que indica que el bosque primario alterado se encuentra en un estado avanzado de recuperación. En cambio, la diferencia de la estructura horizontal y diamétrica entre el bosque secundario y el bosque primario fue mayor.

Referencias bibliográficas

- Acosta, VH; Araujo, PA; Iturre, MC. 2006. Caracteres estructurales de las masas (en línea). Facultad de Ciencias Forestales-Universidad Nacional de Santiago del Estero. (Serie Didáctica No. 22). Consultado 1 dic. 2015. Disponible en <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-22-Caracteres-estructurales-ACOSTA.pdf>
- Louman, B; Quirós, D; Nilsoon, M. 2001. Silvicultura de bosque latifoliados húmedos con énfasis en América Central. CATIE. Turrialba, CR. 265 p. (Serie Técnica. Manual Técnico N° 46).
- Lozada Dávila, JR. 2010. Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. Revista Forestal Venezolano 54(1):77-88.
- Mario, G. 2016. Cambios en la estructura de un bosque secundario del BAAPA, Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, Departamento de Canindeyú. Tesis (Ing. For.). San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Forestal FCA/UNA. 89 p.
- Paraguay Biodiversidad. 2014. Proyecto TF 96758-PY: mejorando la conservación de la biodiversidad y el manejo sustentable de la tierra en el Bosque Atlántico del Paraguay Oriental. Manual Operativo: versión 4. Asunción, PY. 103 p.
- Sanquetta, R; Dalla, A; Rodrigues, A; Watzlawick, L. 2014. Inventários florestais: planejamento e execução. 3 ed. Curitiba, Multi-Graphic Gráfica e Editora. 406 p.
- Spichiger, R; Bertoni, B; Loizeau, PA. 1992. The forests of the paraguayen. Ginebra, Conservatoire et Jardin Botaniques de Geneve. 219 p.
- Riveros, L. 2016. Variación temporal de la estructura de un bosque del BAAPA, periodo 2010 – 2015, en PPM, Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, Departamento de Canindeyú. Paraguay. Tesis (Ing. Amb.) San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Ambiental FCA/UNA. 192 p.

Presencia de *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) en plantaciones forestales mixtas con especies nativas en el Departamento de Alto Paraná, Paraguay

Haroldo Silva^{1*}, Carlos Santacruz¹, Francisco Somers¹, Luciano Dominguez¹

¹División de Acción Ambiental, Superintendencia de Medio Ambiente, Dirección de Coordinación Ejecutiva, Itaipu Binacional. Hernandarias, Paraguay.

*Autor para correspondencia: haroldos@itaipu.gov.py

Introducción

La plantación de especies arbóreas nativas es una de las principales acciones que deben de llevarse a cabo para mitigar los impactos ambientales ocasionados por la disminución drástica de los bosques nativos en la región Oriental del país. Uno de los aspectos del cual depende el éxito de estas plantaciones es el control de las plagas a las que puedan estar expuestas.

H. grandella (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), conocido como barrenador o taladrador de meliáceas, es una plaga forestal frecuentemente observada pero pobremente documentada en el Paraguay. Las larvas de esta especie se introducen por la yema apical de los árboles juveniles, deteriorando la médula por debajo del tallo, la cual se seca y se dobla produciéndose una nueva ramificación (Briceño 1997, Howard y Mérida 2007). Estos daños ocasionan una disminución del valor económico de la planta afectada y detiene el crecimiento (Hilje y Cornelius 2001).

En el Paraguay, *Cedrela fissilis* (Cedro) es una de las especies más afectadas por los daños de *H. grandella* (López et al 2002). La importancia económica, cultural y para la conservación de *C. fissilis*, frecuentemente utilizado en plantaciones, arborizaciones y recuperación de áreas degradadas, urge la obtención de datos locales para la generación de estrategias y medidas de control efectivas a nivel país.

El objetivo del presente trabajo es la de reportar el nivel de incidencia del barrenador de meliáceas *H. grandella* en dos plantaciones forestales

mixtas de especies nativas en el departamento de Alto Paraná, Paraguay.

Metodología

Los datos fueron obtenidos de dos parcelas de reforestación de especies nativas con presencia de *Cedrela fissilis*. Las parcelas fueron establecidas en el año 2015 en el marco del Proyecto Itaipu Preserva, en áreas degradadas de la franja de protección de la margen derecha de Itaipú Binacional. La primera parcela evaluada, de 2,74 ha, se encuentra localizada en las coordenadas 25° 6'20.43"S y 54°45'42.78"O; mientras que la segunda parcela, de 6,61 ha, se encuentra ubicada en las coordenadas 25°2'32.41"S y 54°32'29.99"O.

Las dos parcelas se encuentran dentro del distrito de Mbaracayu, departamento de Alto Paraná. La plantación en las parcelas fue realizada a cielo abierto con una densidad de 2,5 x 3 m. El levantamiento de datos se realizó mediante un muestreo sistemático en cada parcela de acuerdo a la metodología propuesta por Murillo y Camacho (1997). Las observaciones fueron realizadas entre diciembre del 2016 y febrero del 2017 y consistieron en el registro de plantines de *C. fissilis*, altura total y presencia de daños. Se consideró como nivel de incidencia al número de plantines con daños por *H. grandella* sobre el total registrado.

Resultados y discusión

Si bien la población evaluada de *C. fissilis* no es lo suficientemente grande (9 y 5 plantines se

observaron valores elevados de incidencia de *H. grandella* (89 y 60%) (Tabla 1). Estos resultados son similares a los reportados en Argentina por Del Castillo y Tapia (2005), quienes encontraron un nivel de incidencia del 100% para *C. fissilis* en parcelas recién establecidas a cielo abierto. La densidad de cobertura del dosel, bajo el cual se establece la plantación, también es señalada para otras meliáceas como uno de los factores que influyen en el ataque de *H. grandella* (Briceño 1997; Hilje y Cornelius 2001) por lo que puede considerarse que ha afectado el nivel de incidencia registrado en las parcelas evaluadas.

La altura total de los individuos es otro de los factores de riesgo a daños por *H. grandella*. De acuerdo a Hilje y Cornelius (2001) cuando la altura del árbol es mayor a los 6 m los riesgos de ser atacado es menor. Por su parte, López et al. (2002) mencionan que los riesgos disminuyen ya entre los 3 y 4 m de altura. Por tanto, es posible decir que el nivel de incidencia (Figura 1) en las parcelas evaluadas puede ser mayor si no se realiza algún tipo control o hasta que los plantines de *C. fissilis* alcancen una altura mínima con riesgo menor de ataque.

Tabla 1. Número de plantines y abundancia relativa de *C. fissilis*, plantines afectados por *H. grandella*, nivel de incidencia y altura promedio de plantines con y sin daños en dos plantaciones forestales mixtas con especies nativas en el Departamento de Alto Paraná, Paraguay.

Parcela	Número de plantines de <i>C. fissilis</i>	Abundancia relativa de <i>C. fissilis</i> (%)	Plantines afectados por <i>H. grandella</i>	Nivel de incidencia (%)	Altura (cm)	
					Con daños	Sin daños
1	9	6,82	8	88,89	55,60	60,00
2	5	3,52	3	60,00	56,70	105,00

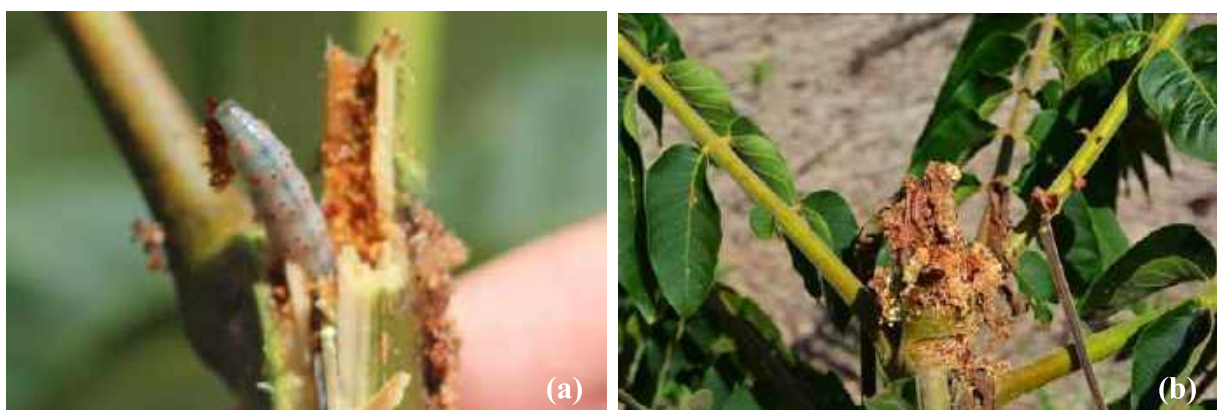


Figura 1. Presencia de *H. grandella* en *C. fissilis* en plantaciones forestales mixtas en el Departamento de Alto Paraná. (a) Larva de *H. grandella* y (b) daños ocasionados al ápice de *C. fissilis*.

Conclusión

Plantines de *C. fissilis*, en plantaciones forestales mixtas de especies nativas en el departamento de Alto Paraná, Paraguay, se ven dañados por la plaga *Hypsipyla grandella* afectando la ramificación de los árboles.

Referencias bibliográficas

- Briceño Vergara, AJ. 1997. Aproximación hacia un manejo integrado del barrenador de las Meliaceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller). Revista Forestal Venezolana 41(1):23-28.
- Del Castillo, EM; Tapia, SN. 2005. El barrenador de los brotes. *Hypsipyla grandella* Zeller, en plantaciones de importancia forestoindustrial en el NOA. In Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano (3, 2005, Corrientes. AR).
- Hilje, L; Cornelius, J. 2001. Es inmanejable *Hypsipyla grandella* como plaga forestal. Manejo Integrado de Plagas, Turrialba CR 61(38):1-4.
- Howard, FW; Mérida, MA. 2007. El taladrador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae). US, University of Florida.
- López, JA; Little, EL; Ritz, GF; Rombold, JS; Hahn, WJ. 2002. Árboles comunes del Paraguay = Ñande yvyra máta kuéra. 2ª ed. Asunción, PY, Cuerpo de Paz. 458 p.

Estimación de biomasa y carbono almacenados en especies forestales, Reserva Natural del Bosque Mbaracayú

Carmen Florencia Molas Pérez^{1*}, José Espiritu Ibarra Aranda¹, Victoria Rika Kubota¹,
Lidia Florencia Pérez de Molas¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: carmenmolasperez@gmail.com

Introducción

El CO₂ es uno de los principales gases de efecto invernadero (FAO 2010, FFPRI 2012). Los bosques contribuyen a la reducción de la concentración del carbono de la atmósfera a través de la fijación del mismo en su biomasa. Sin embargo, la biomasa de los bosques puede variar a través del tiempo. En algunos bosques se reportaron la reducción de biomasa, mientras que en otros se observó el aumento de la misma (Hoshizaki et al. 2004). Aún se dispone de poca información sobre el potencial de captura y almacenamiento de Carbono en la biomasa arbórea en los diferentes tipos de bosques en Paraguay. Por ello, se busca conocer mejor el papel que cumplen los bosques en el ciclo del carbono, mediante la estimación de biomasa y de la variación de la misma a través del tiempo. El objetivo general de esta investigación fue estimar la biomasa y el contenido de carbono de las especies forestales en un bosque primario alterado de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú. La misma se desarrolló dentro de la Línea de investigación “Evaluación y valoración de la biodiversidad y servicios ambientales” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, y contó con el financiamiento del Programa de Becas para la conservación GNB - Fundación Moisés Bertoni.

Metodología

El estudio se realizó en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, localizada en el Departamento de Canindeyú distante a 315 km de Asunción, en una Parcela Permanente de Monitoreo de la Biodiversidad (PPMB) de 1 ha (100 m x 100 m) subdividida en 25 subparcelas

de veinte m por veinte m (Contreras et al. 1999) con coordenadas de referencia 24° 7'33,04" S y 55° 30' 21,6" W. Se midieron todos los individuos arbóreos vivos con un DAP ≥ 10 cm. La variable fue la biomasa y carbono almacenados en el año 2015 y sus indicadores fueron la especie forestal, el DAP, la densidad anhidra de las especies y la altura total, medida con el vertex.

Una vez seleccionada y medida una población representativa se procedió a la realización un análisis de regresión utilizando el programa estadístico denominado SPSS, se obtuvo una ecuación cúbica utilizando la siguiente fórmula:

$$H = -11,12 + 8,311 \times \ln(\text{DAP})$$

Donde H: altura total (m), DAP: diámetro a la altura del pecho (cm)

Para el cálculo de la altura total de cada individuo de toda la población en función del DAP. Se estimó la biomasa total arbórea de los individuos vivos mediante las ecuaciones alométricas (1) y (2) desarrolladas para la Ecorregión BAAPA (Sato et al. 2015):

Para las especies cuyos datos de densidad anhidra están disponibles:

$$\text{Biomasa arbórea total} = 0,0632 \times (\text{D}^2 \text{H} \rho)^{0,9971}$$

Para las especies cuyos datos de densidad anhidra no están disponibles:

$$\text{Biomasa arbórea total} = 0,0505 \times (\text{D}^2 \text{H})^{0,9565}$$

Donde D: DAP (cm), H: altura total (m), ρ: densidad anhidra de la madera (g cm⁻³).

Luego se asumió que el peso del carbono

acumulado medido en t C es equivalente al 50% de la biomasa arbórea total (Husch 2001). La investigación es del tipo descriptiva cuali-cuantitativa.

Resultados y discusión

Se registró un total de 490 individuos con DAP ≥ 10 cm pertenecientes a 66 especies, 53 géneros y 25 familias botánicas. Se estimó la biomasa arbórea total de 487 individuos de los 490, ya que

se excluyeron las lianas. La biomasa arbórea total fue de 193,58 t ha⁻¹ y el contenido de carbono fue de 96,79 t C ha⁻¹. Las cuatro especies que presentaron mayor cantidad de biomasa arbórea total fueron *Handroanthus heptaphyllus* (lapacho) con 18,77 t ha⁻¹, *Chrysophyllum gonocarpum* (aguai) con 18,06 t ha⁻¹, *Cariniana estrellensis* (ka'i ka'ygua) con 16,65 t ha⁻¹ y *Peltophorum dubium* (yvya pyta) con 16,44 t ha⁻¹. En la Tabla 1 se presenta la biomasa y el carbono estimados de diez especies forestales.

Tabla 1. Biomasa y Carbono estimados de diez especies forestales más representativas.

Nº	Especie	Biomasa t ha ⁻¹	Carbono t C ha ⁻¹
1	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	18,77	9,38
2	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	18,06	9,03
3	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	16,65	8,33
4	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	16,44	8,22
5	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	10,50	5,25
6	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Hassl.	10,00	5,00
7	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	8,85	4,43
8	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	8,81	4,40
9	<i>Astronium urundeuva</i> (Allemão) Engl. var. <i>urundeuva</i>	7,75	3,87
10	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	6,84	3,42
Total		122,67	61,33

Estos valores estimados de biomasa (122,67 t ha⁻¹) y carbono (61,33 t C ha⁻¹) almacenados por las 10 especies más representativas, equivalen al 66% del total estimado para todo el bosque estudiado. En

la Figura 1 se presentan las 10 primeras especies con mayor contenido de biomasa y carbono. Rodas (2016) estimó la cantidad de biomasa y carbono almacenados mediante ecuaciones

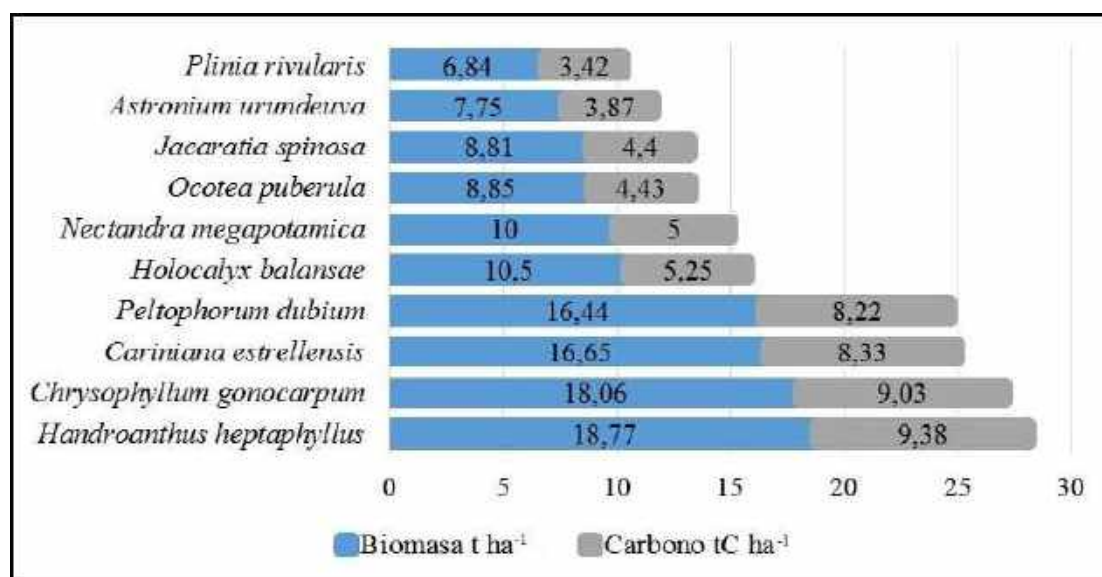


Figura 1. Biomasa y Carbono estimados de 10 especies forestales más representativas.

alométricas en un bosque secundario de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú en una Parcela Permanente de Monitoreo de la Biodiversidad (PPMB) de una ha en el año 2016. La biomasa total estimada fue de 51,12 t ha⁻¹, mientras que el carbono fue de 25,56 t C ha⁻¹. La cantidad de biomasa y carbono estimados es tres a cuatro veces inferior a los estimados en el presente estudio, ya que el bosque estudiado por el citado autor se encuentra en un estado de sucesión secundaria, por lo que no presenta individuos de gran porte, típicas del bosque primario; sino que presenta especies aún de menor porte, aunque de rápido crecimiento, que van ganando biomasa por año y que son típicas del bosque secundario.

Conclusión

En el bosque estudiando, las especies registradas de gran dimensión aportan elevada proporción de biomasa y carbono. El valor de la biomasa y carbono en el bosque primario alterado estudiado fue mayor al bosque secundario, lo que puede deberse a la larga vida de las especies que son características de estos bosques. El bosque estudiado, aunque ha sido selectivamente explotado hace más de sesenta años, es un importante sumidero de carbono y se encuentra en un estado cercano al estado clímax.

Referencias bibliográficas

- Contreras, F; Leño, C; Licona, J; Dauber, E; Gunnar, L; Hager, N; Caba, C. 1999. Guía para la instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreo (PPMs). Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, BOLFLOR/PROMABOSQUE. 59 p.
- FFPRI (Forestry and Forest Products Research Institute). 2012. REDD-plus COOK BOOK: how to Measure and Monitor Forest Carbon (en línea). 154 p. Consultado 12 feb. 2017. Disponible en http://theredddesk.org/sites/default/files/resources/pdf/redd_cookbook_all_low_en_1.pdf
- Hoshizaki, K; Niyama, K; Kimura, K; Yamashita, T; Bekku, Y; Okuda, T; Quah, E; Supardi, N. 2004. Temporal and spatial variation of forest biomass in relation to stand dynamics in a mature, lowland tropical rainforest, Malaysia (en línea). *Ecological Research*. 19 (3):357-363. Consultado 10 feb. 2017. Disponible en <http://home.hiroshima-u.ac.jp/frstecol/publicationPDF/2004ER.pdf>
- Husch, B. (ed.) 2002. Estimación del contenido de carbono en los bosques: memorias. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales (1, 2001, Valdivia, CL). Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. 241 p. (Serie IUFRO World).
- Rodas, G. 2016. Variación temporal de la biomasa y carbono de un bosque secundario del BAAPA, periodo 2009-2016: reserva natural del Bosque Mbaracayu, Departamento de Canindeyú. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY, Facultad de Ciencias Agrarias, UNA. 135 p.
- Sato, T; Saito, M; Ramírez, D; Pérez de Molas, LF; Toriyama, J; Monda, Y; Kinoyo, Y; Herebia, E; Dubie, N; Duré Vera, E; Rmírez Ortega, JD; Vera de Ortiz, M. 2015. Development of allometric equations for tree biomass in forest ecosystems in Paraguay (en línea). *Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ)* 49(3):281-291. Consultado 11 ene. 2017. Disponible en: https://www.jircas.affrc.go.jp/english/publication/jarq/49-3/49-03-10_281-291_SATO.pdf

Análisis comparativo de la diversidad florística y temperamento en las formaciones forestales de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, con énfasis en bosque primario

Giannina Paola Álvarez Wagenbach^{1*}, Victoria Rika Kubota¹, Lidia Pérez de Molas¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: alvarezwagenbach.giannina@gmail.com

Introducción

El bosque primario es un ecosistema en estado de equilibrio dinámico que presenta distintas fases estructurales y composicionales (Louman et al. 2001). Esta característica se debe a que los parches en diferentes estados de desarrollo (destrucción, reconstrucción y equilibrio) que componen el bosque primario permiten la permanencia de especies de diversos temperamentos (pionera, secundaria y clímax). Sin embargo, esta dinámica puede variar según el estado de conservación de los bosques.

El conocimiento sobre la composición de especies y su temperamento en cada estado de conservación es fundamental para el desarrollo de la ecología forestal y actividades afines como la restauración de paisajes forestales. El Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA) es una ecorregión biodiversa y afectada por la deforestación y degradación.

La Reserva Natural del Bosque Mbaracayú (RNBM) protege extensas superficies de ecosistemas remanentes del BAAPA y está compuesta por formaciones vegetales en distintos estados de conservación, tales como el bosque primario, el bosque primario alterado y el bosque secundario. La comparación de la diversidad florística y el temperamento de especies en estos bosques aportarán al conocimiento de las distintas fases composicionales de los bosques remanentes del BAAPA.

El objetivo general de esta investigación fue comparar el índice de diversidad florística y el temperamento de las especies de los bosques de

la RNBM que se encuentran en distintos estados de conservación. Este trabajo fue financiado por el programa de becas para la conservación Banco GNB – Fundación Moisés Bertoni.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en la RNBM, que se localiza en el Departamento de Canindeyú a 315 km de la ciudad de Asunción. Fue instalada una parcela permanente de 1 ha (100 × 100 m) en el bosque primario, cuyas coordenadas son 24° 07' 48,14" S - 55° 23' 32,67" O.

Como muestras de un bosque primario alterado y un bosque secundario de la RNBM en diversos estado de recuperación, se accedió a datos de parcelas instaladas y medidas por otros autores: la parcela permanente del bosque primario alterado cuyas coordenadas son 24° 07' 33,04" S - 55° 30' 21,6" O y que fue instalada y medida en el 2010 y remedida en el 2015 Riveros (2016); la parcela del bosque secundario cuyas coordenadas son 24° 07' 47,80" S - 55° 31' 50,44" O que fue instalada y medida en el 2009 y remedida en el 2016 (Mario 2016). Además se accedió a datos de las parcelas temporales instaladas y medidas en el bosque primario alterado y bosque secundario por López (2001) y por Rojas (2008) cuyas coordenadas son 24° 07' 18,32" S - 55° 03' 38,70" O y 24° 07' 48,05" S - 55° 31' 47,96" O, respectivamente. A fin de abarcar los distintos estados de conservación, se asumió que estos bosques fueron recuperando su composición florística durante el periodo comprendido (2001 – 2016). La población estudiada en todas las parcelas estuvo compuesta por los árboles y lianas con DAP \geq 10 cm. Se calculó el Índice

de Shannon – Wiener (Moreno 2001, Odum y Barret 2008).

Se determinó la equidad comparando la diversidad observada en una comunidad (H) con la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (el logaritmo de S (riqueza)) (Franco 1989).

Para la determinación de la fase composicional de los bosques en estudio, se procedió al análisis del temperamento de las especies. Se clasificaron las especies registradas por los autores citados y las encontradas en la parcela del bosque primario en:

pioneras, secundarias, clímax y sin clasificación.

Resultados y discusión

No se encontró grandes diferencias entre la cantidad de especies registradas en las mediciones 2015 y 2016 (Tabla 1). Sin embargo, hubo un incremento de la riqueza, diversidad y equidad a través del tiempo en el bosque primario alterado y en el bosque secundario (2001 al 2015/2016). Por otra parte, la cantidad de especies del bosque secundario fue menor a la del bosque primario alterado en todas las mediciones.

Tabla 1. Comparación del Índice de Shannon – Wiener de las parcelas instaladas en el bosque primario, bosque primario alterado y bosque secundario de la RNBM con sus respectivas remediciones. Los valores correspondientes a las últimas mediciones están resaltados en negritas.

	Parcela bosque primario	Parcela bosque primario (alterado)				Parcela bosque secundario			
		Año de medición							
	2016	2001	2008	2010	2015	2001	2008	2009	2016
H	4,56	4,25	4,21	5,09	5,11	3,67	4,4	4,64	4,76
Riqueza	63	44	43	68	66	22	40	52	60
Log S	5,98	5,46	5,43	6,09	6,04	4,46	5,32	5,70	5,91
Equidad	0,76	0,78	0,78	0,84	0,85	0,82	0,83	0,81	0,81

Considerando que la riqueza en especies tiende a ser más alta en los bosques primarios (Lamprecht 1990), se podría deducir que el aumento del número de especies en estas parcelas está relacionado con el proceso de recuperación del bosque. Spichiger et al. (1992) registró 60, 58 y 44 especies, respectivamente en tres parcelas de una ha instaladas en Alto Paraná, valores muy similares a los encontrados en las parcelas de una ha de la RNBM en las mediciones del 2015 y 2016. Esta similitud también sugiere que la riqueza de los bosques de la RNBM está alcanzando valores propios de las formaciones forestales del BAAPA.

La abundancia relativa de especies pioneras en el bosque primario fue mayor que la de especies secundarias y clímax (Figura 1 A). Sin embargo el número de individuos de las especies pioneras fue inferior al de los individuos de las especies clímax (Figura 1 B).

Este resultado probablemente se debe a que aperturas del dosel permiten el establecimiento de las especies pioneras en el bosque primario pero, la superficie ocupada por estos claros son reducidos e impiden la instalación masiva de árboles de estos temperamentos (Louman et al. 2001).

Tanto la abundancia relativa de las especies pioneras como la de individuos de especies pioneras fue mayor en el bosque secundario que en el bosque primario y bosque primario alterado (Figura 1 A y 1 B). Mientras que la abundancia relativa de individuos de especies clímax fue mayor en el bosque primario y bosque primario alterado (Figura 1 B).

En el bosque secundario se evidenció la disminución de la cantidad de especies e individuos de especies pioneras a lo largo del tiempo. Mientras que la cantidad de individuos

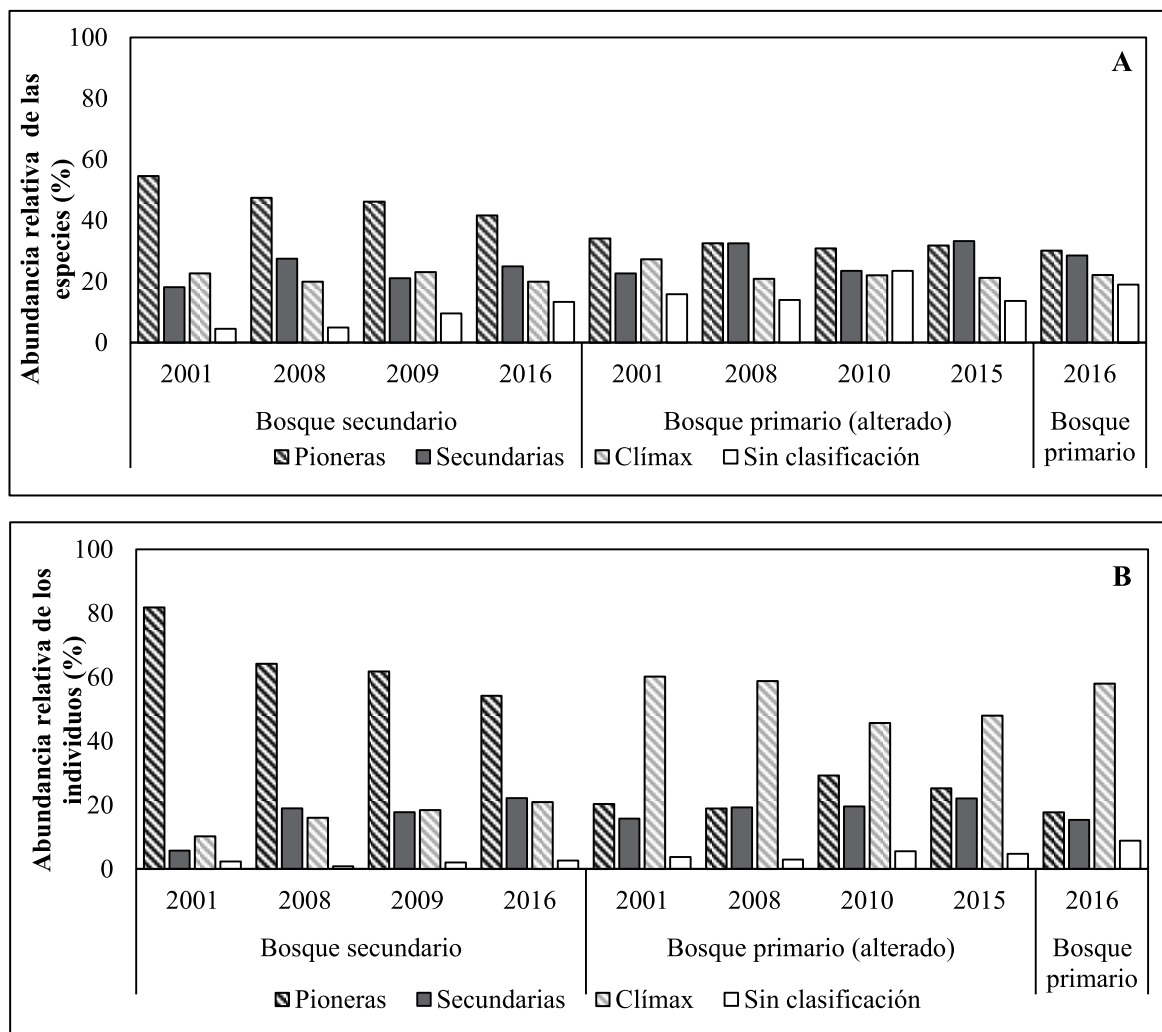


Figura 1. Análisis de la fase composicional. **A.** Abundancia relativa de las especies pioneras, secundarias, clímax y sin clasificación, encontradas en las parcelas del bosque primario, bosque primario alterado y bosque secundario instaladas en la RNBM. **B.** Abundancia relativa de los individuos de las especies pioneras, secundarias, clímax y sin clasificación, encontrados en las parcelas del bosque primario, bosque primario alterado y bosque secundario instaladas en la RNBM.

de las especies clímax fue aumentando. La variación de la proporción de especies de diversos temperamentos entre los bosques en distintos estados de conservación fue más visible empleando la abundancia relativa de los individuos que la abundancia relativa de las especies (Figura 1 B).

Conclusión

Los valores de la riqueza y diversidad del bosque primario alterado y bosque secundario de la RNBM fueron variando durante su proceso de

recuperación, siendo actualmente similares a los del bosque primario. Sin embargo, el temperamento de las especies más abundantes en el bosque secundario indica que aún no recuperó la composición florística propia de los bosques en buen estado de conservación.

Referencias bibliográficas

Franco, LJ; De la Cruz, GA; Rocha, AR; Navarrete, NS; Flores, GM; Kato, EM; Colón, SC. 1989. Manual de ecología. Trillas, MX. p. 22-30.

- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para su aprovechamiento sostenido. Trad. por Dr. Antonio Carrillo. Alemania, GTZ. 335 p.
- López, MJ. 2001. Estudio de la estructura de un bosque primario y del bosque secundario en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, zona de Jejui mi Departamento de Canindeyú. Paraguay. Tesis (Ing. For.). San Lorenzo, PY. Carrera de Ingeniería Forestal FCA/UNA. 86 p.
- Louman, B; Quirós, D; Nilsoon, M. 2001. Silvicultura de bosque latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrilba, CR, CATIE. 265 p. (Serie Técnica. Manual Técnico N° 46).
- Mario, G. 2016. Cambios en la estructura de un bosque secundario del BAAPA, Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, Departamento de Canindeyú. Tesis (Ing. For.). San Lorenzo, PY. Carrera de Ingeniería Forestal FCA/UNA. 89 p.
- Odum, E. Barret, G. 2008. Fundamentos para la ecología. 5 ed. México, Ixtapaluca.
- Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad masas (en línea). M&T–Manuales y Tesis SEA. Zaragoza ES, CYTED, ORCYT/UNESCO. v. 1. 84 p. Consultado 1 dic. 2015. Disponible en <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Riveros, L. 2016. Variación temporal de la estructura de un bosque del BAAPA, periodo 2010-2015, en PPM, Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, Departamento de Canindeyú. Paraguay. Tesis (Ing. Amb.) San Lorenzo, PY. Carrera de Ingeniería Ambiental FCA/UNA. 192 p.
- Rojas, E. 2008. Estudio de la estructura de un bosque primario y del bosque secundario en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, zona de Jejui mi Departamento de Canindeyú Paraguay. Tesis (Ing. For.). San Lorenzo, PY. Carrera de Ingeniería Forestal FCA/UNA. 212 p.
- Spichiger, R; Bertoni, B; Loizeau, PA. 1992. The Forests of the Paraguayan. Ginebra, Conservatoire et Jardin Botaniques de Geneve. 219 p.

Parámetros estructurales y carbono acumulado de dos especies en peligro de extinción: *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb. y *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm., en el Parque Nacional Defensores del Chaco

Hermelinda Villalba Garcete^{1*}, Lila Gamarra Ruiz Díaz¹, Lidia Florencia Pérez de Molas¹,
Mirtha Vera de Ortíz¹, Larissa Rejalaga Noguera¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: hermevilla_89@hotmail.com

Introducción

El gran impacto que produce la emisión de CO₂ por la deforestación y degradación de los bosques en los países en vías de desarrollo, en la circulación de carbono global, fue señalado en el Tercer Informe de Evaluación (TAR) publicado por el grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) del año 2001. Por su parte, en el Cuarto Informe de Evaluación de la IPCC (AR4) publicado en el año 2007, se señaló que en el ciclo global de carbono para la década de 1990, aproximadamente el 80% de la emisión de CO₂ son emisiones provenientes del uso de combustibles fósiles y la producción del cemento y que el 20% restante proviene de los cambios de uso de la tierra, es decir, se origina en la reducción de los bosques, citado por Forestry and Forest Product Research Institute (FFPRI 2012).

Paraguay es uno de los países beneficiarios del Programa colaborativo de las Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones debidas a la Deforestación y Degradación de bosques en países en vías de desarrollo (ONU REDD+), que tiene como objetivo asistir al Gobierno de Paraguay para el establecimiento de un Programa REDD+ a nivel nacional, facilitando el desarrollo de las capacidades nacionales para la gestión ambiental integrada, incluyendo la promoción y el gerenciamiento del desarrollo sustentable y equitativo.

El manejo de un área protegida envuelve un sinnúmero de elementos interconectados entre sí para asegurar el sostenimiento a largo plazo

de sus valores naturales, culturales y sociales. La interrelación de estos elementos (de carácter legal, administrativo, social, institucional, científico, financiero, de planificación, entre otros) requiere una estrategia de planificación flexible y dinámica que guíe el manejo apropiado de un área protegida (Cifuentes et al. 2000).

El objetivo de la investigación fue estimar la biomasa y el carbono y determinar algunos parámetros estructurales y dasométricos como Abundancia absoluta y relativa, Índice de Valor de Importancia, Distribución diamétrica, Volumen, Biomasa Total, Carbono y Carbono equivalente de dos especies arbóreas en peligro de extinción, presentes en el bosque xerófito del Parque Nacional Defensores del Chaco. La misma se realizó como parte del Proyecto “Desarrollo de metodologías de monitoreo de carbono almacenado en los bosques para la REDD+ en el Paraguay” dentro del marco del “Memorando de entendimiento y acuerdo entre la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción y el Instituto de Investigación Forestal y Productos Forestales de Japón (FFPRI)”, como así mismo dentro de Línea de Investigación “Evaluación y valoración de la biodiversidad y servicios ambientales”, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción.

Metodología

Los estudios se realizaron en el Parque Nacional Defensores del Chaco, situado en los Departamentos de Boquerón y Alto Paraguay, distante a 780 km aproximadamente de

Asunción (MAG/SSERNMA/DPNVS 1999), donde se encuentran instaladas dos Parcelas Permanentes de Monitoreo de la Biodiversidad, Sitio 1 (Martínez 2001) y Sitio 2 (Gamarra 2014), en lugares representativos del bosque xerófito, siendo las coordenadas 20° 27' 36" S y 60° 21' 00" W y 19° 59' 4,8" S y 59° 47' 15,6" W, respectivamente. Cada parcela es de una ha, la del Sitio 1 dividida en 16 subparcelas de 25 m x 25 m y la del Sitio 2 en 25 subparcelas de 20 m x 20 m.

Para la instalación de parcela del Sitio 2 se tuvo en cuenta particularmente la presencia de *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb. (Palo santo) y el estado de conservación del bosque en ambos sitios. Para el relevamiento de datos se utilizaron cintas métricas y diamétricas, planillas preelaboradas, lápiz, borrador, plancheta, binoculares, lupas, descortezador, chapas numeradas, clavos, martillo, entre otros. Todos los datos fueron digitalizados, procesados y analizados en planillas electrónicas Excel de acuerdo a los siguientes indicadores y fórmulas (Tabla 1).

Tabla 1. Indicadores y fórmulas para el análisis. Siendo $n \text{ ha}^{-1}$: número de árboles de cada especie por ha, $N \text{ ha}^{-1}$: número total de árboles por ha, DAP: Diámetro a la altura al pecho, $g \text{ ha}^{-1}$: área basal de cada especie por ha, $G \text{ ha}^{-1}$: área basal total por ha, HT: Altura total, PM: Peso Molecular.

Indicadores	Fórmula
Abundancia absoluta	$A. abs. = (n/ha)$
Abundancia relativa	$A. rel. = \frac{n/ha}{N/ha} \times 100$
Índice de Valor de Importancia	$IVI = A. rel. + F. rel. + D. rel.$
Distribución diamétrica	Número de individuos por clase diamétrica / especie
Volumen	Vol.: $HT * G$
Biomasa	Biomasa Total: $0,2746 * (D^2 H)^{0,8371}$
Carbono acumulado	Biomasa Total * 0,5
Carbono equivalente	$CO_2eq: PM \text{ del gas} * \text{Carbono acumulado}$

Resultados y discusión

En el Sitio 1 el bosque presenta unos 18 m de altura y tres estratos. En el estrato arbóreo se registró 464 individuos con $DAP \geq 10$ cm correspondientes a 22 especies, 20 géneros y 14 familias botánicas. En el Sitio 2 el bosque presenta una altura total de 25 m con tres

estratos. En el estrato arbóreo se encontró 392 individuos con $DAP \geq 10$ cm correspondientes a 33 especies, 31 géneros y 18 familias botánicas. Los valores de abundancia absoluta y relativa y el Índice de Valor de Importancia determinados para las dos especies estudiadas se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores estructurales.

Especies	Sitio 1			Sitio 2		
	AA	AR	IVI	AA	AR	IVI
<i>Bulnesia sarmientoi</i> Lorentz ex Griseb.	--	--	--	16	4,08	16,33
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	4	0,86	3,47	3	0,77	2,97

Cabe destacar la presencia de regeneración natural de esta especie en el estudio realizado por Martínez (2001). Para ambos Sitios, *Amburana cearensis* (Trébol) no presentó una distribución diamétrica continua, como se observa en la Tabla 3, presentándose con 4 individuos, solamente en dos clases en el Sitio 1 y con tres individuos,

en una Clase en el Sitio 2, por lo que según Lamprecht (1990) no se asegura su continuidad dentro del bosque. *Bulnesia sarmientoi* (Palo santo) con 16 individuos ha^{-1} , se encontró en casi todas las clases diamétricas, excepto en la Clase VI (teniendo en cuenta que toda la población fue clasificada en seis Clases diamétricas).

Tabla 3. Distribución diamétrica por especie y sitio.

Clases Diamétricas (cm)	Sitio 1 (Martínez 2001)					Sitio 2 (Gamarra 2014)				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
<i>Bulnesia sarmientoi</i> Lorentz ex Griseb.	--	--	--	--	--	4	2	5	4	1
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	--	1	3	--	--	--	3	--	--	--

El objetivo fundamental en la realización de inventarios forestales, es la estimación de volúmenes comerciales de las poblaciones (Sorrentino 1996). Los datos obtenidos fueron analizados para conocer el potencial del rodal y en particular de las dos especies analizadas en este estudio. En el Sitio 1 Martínez (2001) determinó para *Amburana cearensis* (Trébol), un valor de $1,26 m^3 ha^{-1}$. En el Sitio 2 Gamarra (2014), determinó para la misma especie un valor de $1,62 m^3 ha^{-1}$. *Bulnesia sarmientoi* (Palo santo), fue registrada por Gamarra (2014) solamente para el Sitio 2, habiendo la misma determinado para la especie un valor de $20,73 m^3 ha^{-1}$. FFPRI (2012) hace mención que el 50 % de la biomasa total es carbono almacenado. Para *Amburana cearensis* (Trébol) se estimó para cuatro individuos registrados por Martínez (2001), un valor de $1,38 t ha^{-1}$ de biomasa y carbono almacenado de $0,69 t C ha^{-1}$. Estos individuos estaban distribuidos en las Clases diamétricas II y III; Villalba (2015) estimó para los tres individuos registrados por Gamarra (2014) un valor de biomasa de $1,66 t ha^{-1}$ y carbono almacenado de $0,83 t C ha^{-1}$.

Estos individuos pertenecen a la Clase diamétrica II. La cantidad de Carbono acumulado depende en gran medida del número de individuos y del DAP de los mismos. En cuanto a *Bulnesia sarmientoi* (Palo santo) se estimó un valor de biomasa de $17,66 t ha^{-1}$ y carbono almacenado de $8,83 t C ha^{-1}$ para 16 individuos. Es importante destacar que la especie con mayor capacidad

de almacenamiento de Carbono es *Bulnesia sarmientoi* (Palo santo), la cual se encuentra en peligro de extinción en el Paraguay, según Resolución N° 524/2006 “Por la cual se aprueba el listado de las especies de flora y fauna amenazadas del Paraguay” y la Resolución N° 2243/2006 “Por la cual se actualiza el listado de las especies protegidas de la vida silvestre en Peligro de Extinción”. La misma también se encuentra en el Apéndice II de CITES a partir de junio del 2010, a nivel regional.

Conclusión

Según los resultados obtenidos en esta investigación, la especie que presentó mayores valores en cuanto a los parámetros estructurales calculados fue *Bulnesia sarmientoi* (Palo santo) por su abundancia y calidad diamétrica en relación a *Amburana cearensis* (Trébol).

El Carbono asociado a estas dos especies en peligro de extinción es de $5,18 t C ha^{-1}$ y con la conversión de uso o deforestación se presume que emitiría aproximadamente $19 t CO_2$ equivalente, por ello es importante su conservación.

Referencias bibliográficas

- Cifuentes, A; Izurieta, A; Faria, H. 2000. Medición de la efectividad del manejo de áreas protegidas. Turrialba, CR, WWF. 105 p.

- FFPRI (Forestry and Forest Products Research Institute, JP). 2012. Reducing emissions from deforestation and forest degradation and conservation: Sustainable management of forest and enhancement (REDD + plus). Libro de recetas. Como medir y monitorear el carbono en los bosques. Tsukuba, JP. 158 p.
- Gamarra Ruiz Díaz, LM. 2014. Análisis estructural de un bosque xerofítico, en PPMB, Parque Nacional Defensores del Chaco, Chaco Seco, Departamento de Boquerón y Alto Paraguay. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY, CIF, FCA, UNA. 175 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para el aprovechamiento sostenido. Trad. por Carrillo. Alemania, GTZ. 335 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY); SSERNMA (Subsecretaría de Estado de Recursos Naturales y Medio Ambiente); DPNVS (Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre). 1999. 1065 motivos iniciales para proteger el Parque Nacional Defensores del Chaco: evaluación ecológica rápida. Asunción, PY. 119 p.
- Martínez Meza, E. 2001. Análisis estructural de la formación “Bosque denso semideciduo estacionalmente saturado” en la parcela permanente de monitoreo de la biodiversidad, Parque Nacional Defensores del Chaco – Paraguay. Tesis Ing. For. San Lorenzo. PY, CIF FCA UNA. 105 p.
- SEAM (Secretaría del Ambiente, PY). 2006. Resolución 2243/2006 por la cual se actualiza el listado de las especies protegidas de la vida silvestre en peligro de extinción. Asunción, PY.
- SEAM (Secretaría del Ambiente, PY). 2006. Resolución 524/2006 por la cual se aprueba el listado de las especies de flora y fauna amenazadas del Paraguay Asunción, PY.
- Sorrentino, A. 1996. Manual para diseño y ejecución de inventarios forestales. Montevideo, UR. 350 p.
- Villalba Garcete, H. 2015. Estimación del contenido de carbono en un bosque xerofítico, en PPMB, en Parque Nacional Defensores del Chaco, Chaco Seco, Departamento de Alto Paraguay y Boquerón. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY, CIF FCA UNA. 74 p.

Análisis de la estructura diamétrica de un bosque meso-xerofítico semi-caducifolio de *Schinopsis balansae* Engl., en PPMB, Chaco Húmedo, Estancia Ledesma S.A., Departamento de Presidente Hayes

Gustavo F. Mario Nequi^{1*} y Lidia Florencia Pérez de Molas¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: gustav_mario@hotmail.com

Introducción

El Chaco es una región muy frágil y se encuentra en la actualidad sometido a presiones antrópicas debido principalmente al cambio de uso de la tierra, resultando una pérdida a gran velocidad de extensas áreas boscosas, para convertirlas a pasturas principalmente y últimamente a la agricultura. Es por ello que se resalta la importancia del estudio de las formaciones boscosas en esta región y así generar conocimiento que permita el manejo sustentable de la misma. El estudio de la estructura diamétrica de un bosque es un parámetro de suma importancia para conocer la potencialidad del mismo como proveedor de productos forestales o servicios ambientales.

Según Mereles (2005) el bosque mesoxerofítico semicaducifolio con *Schinopsis balansae* es además la formación con mayor diversidad florística en la ecorregión del chaco húmedo.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la estructura diamétrica de un bosque meso-xerofito, semi-caducifolio de *Schinopsis balansae* Engl., en PPMB, Chaco húmedo, Estancia Ledesma S.A., Departamento de Presidente Hayes y se desarrolló dentro de la línea de investigación “Evaluación y valoración de la biodiversidad y servicios ambientales” del Área Bosques y Biodiversidad de la Carrera de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción y del Proyecto “Desarrollo de metodologías de monitoreo de carbono almacenado en los bosques para la REDD+ en Paraguay”, en el marco del Memorando de Entendimiento de la

Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción y el Instituto de Investigación Forestal y Productos Forestales de Japón (FFPRI).

Metodología

El estudio se realizó en la Estancia Ledesma S.A., en el Departamento de Presidente Hayes, ecorregión Chaco húmedo. Las coordenadas del punto central de la Parcela Permanente de Monitoreo de la Biodiversidad (PPMB) son 23° 37' 08" S y 57° 53' 06" W y la altitud 77 msnm. En el 2014 se instaló una unidad permanente de una ha de 100 m x 100 m dividida en 25 subparcelas de 20 m x 20 m.

Se midieron todos los árboles con DAP ≥ 10 cm. Para la delimitación de la parcela se tuvo en cuenta las coordenadas del sitio en estudio. Primero se ubicó el Norte y luego prosiguió con la abertura de picadas de acuerdo al diseño de la parcela; se colocaron estacas e hilos para dividir las subparcelas y así poder facilitar la medición de los árboles.

Una vez efectuada la delimitación de la PPMB se realizó el inventario; siendo los datos registrados en la parcela: el número de chapa, la especie, y el DAP.

Para el procesamiento de los datos obtenidos en campo se utilizaron planillas electrónicas Excel, se necesitaron los DAP de todos los individuos agrupados en clases diamétricas. Se determinaron: Composición florística y la estructura diamétrica (Tabla 1).

Tabla 1. Intervalo de Clases diamétricas.

Clase	Diámetros (cm)
I	10 – 20
II	20,1 – 30
III	30,1 – 40
IV	40,1 – 50
V	50,1 – 60
VI	> 60,1

Resultados y discusión

En el bosque evaluado se encontró un total de 671 individuos con un DAP ≥ 10 cm, pertenecientes a 36 especies, 33 géneros y 20 familias. La familia que presentó la mayor cantidad de especies fue Fabaceae con cinco especies. La especie que presentó mayor número de individuos fue *Phyllostylon rhamnoides* (Palo

lanza) con 99 individuos, seguida por *Astronium urundeuva* var. *urundeuva* (Urunde'y mi) con 57 individuos y *Cordia americana* (Guajayvi) con 45 individuos. Por otro lado las especies con menor cantidad de individuos fueron: *Coccoloba cordata*, *Microlobius foetidus* ssp. *paraguensis* (Yvyra ne), *Schinus fasciculatus* var. *fasciculatus* (Molle) con un individuo respectivamente. En cuanto a la estructura diamétrica del bosque estudiado, 440 individuos (65,5 %) se encuentran en la clase diamétrica I (10 a 20 cm), 155 individuos (23,1%) pertenecen a la clase diamétrica II (20,1 a 30 cm), 49 individuos (7,3%) a la clase diamétrica III (30,1 a 40 cm), 16 individuos (3,3%) a la clase diamétrica IV (40,1 a 50 cm), cinco individuos (0,7%) a la clase diamétrica V (40,1 a 50) y 6 individuos (0,9 %) pertenecen a la clase diamétrica VI (> 60 cm) (Figura 1).

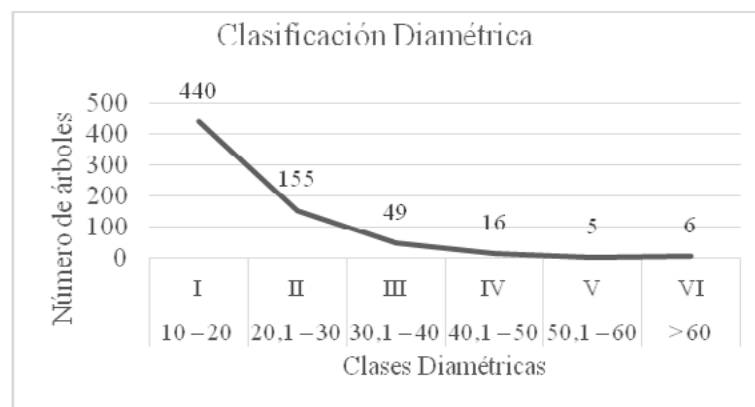


Figura 1. Clasificación diamétrica del total de las especies.

En las Figuras 2 y 3 se representan la distribución diamétrica de 4 especies representativas del bosque en estudio, se observa la relación porcentual de cada especie por la cantidad de individuos de cada especie en la parcela. Con el análisis de datos

Caesalpinia paraguariensis (Guayacán) fue la especie con mayor cantidad de individuos (39) distribuidas en todas las clases, a diferencia de Santacruz Martínez (2014) que solo registró tres individuos distribuidos en las clases I y II.

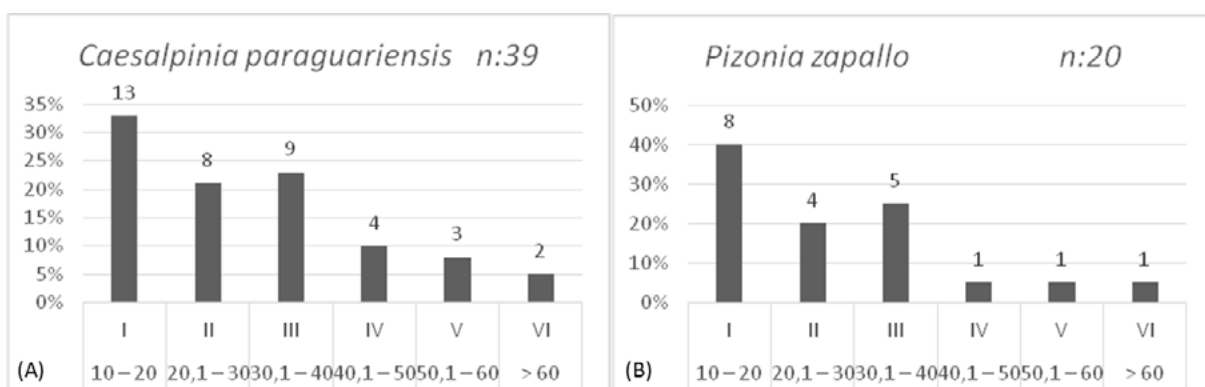


Figura 2. (A) Clasificación diamétrica de *Caesalpinia paraguariensis* (Guayacán). (B) Clasificación diamétrica de *Pizonia zapallo* (Jukyry vusu).

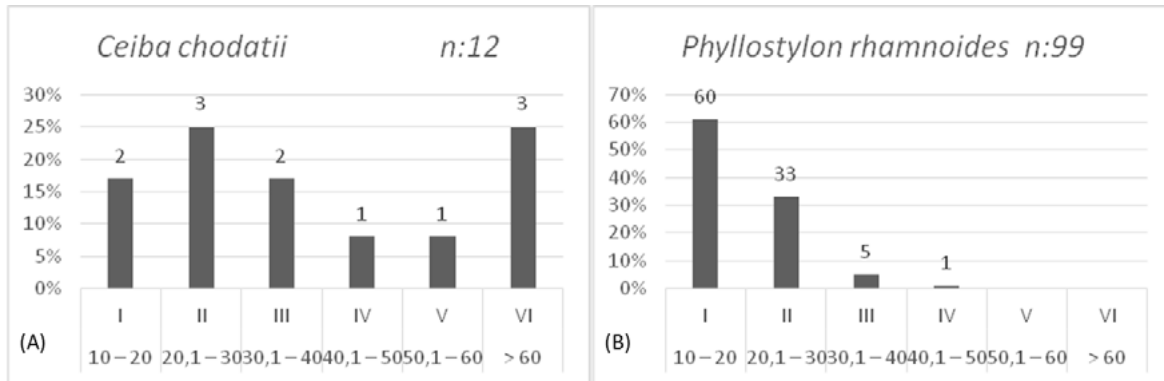


Figura 3. (A) Clasificación diamétrica de *Ceiba chodatii* (Samu'ú). (B) Clasificación diamétrica de *Phyllostylon rhamnoides* (Palo lanza).

El análisis de los datos arroja que *Pisonia zapallo* (Jukyry vusu) estuvo presente en todas las clases, registrando un total de veinte individuos en donde ocho cayeron en la clase I, en cambio Benítez Espínola (2010) registró un solo individuo en la clase I.

Ceiba chodatii (Samu'ú) fue la tercera especie con más individuos encontrados en todas las clases, resaltando una igual cantidad de individuos (tres) en las clases II y IV. Santacruz Martínez (2014) registró un total tres individuos repartidos en las clases I, II y IV respectivamente con un individuo en cada clase. Esta especie

arrojó la mayor cantidad de individuos en toda la parcela estando presente en las cuatro primeras clases, y también es importante destacar que fue la especie que más individuos aportó a la clase I y II con sesenta y 33 individuos respectivamente, en cambio Torres Benítez (2014) registró 47 individuos en la clase I y cinco en la clase II.

Se puede observar la semejanza en las tres curvas del gráfico, que si bien son distintas, refleja la similitud en la distribución diamétrica de estos sitios (Figura 4), esto es a raíz de que siguen el patrón de la J invertida que es lo normal en los bosques que no han sido alterados y que están en pleno estado sucesional.

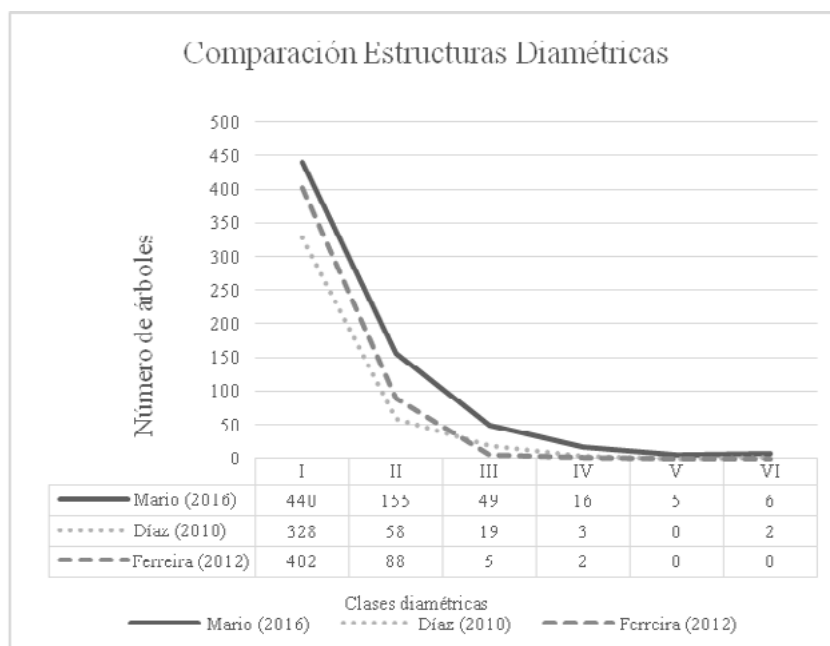


Figura 4. Comparación de la Estructura Diamétrica de tres sitios.

Conclusión

La estructura diamétrica de este bosque mostró la distribución en forma de “J” invertida, lo cual es lo normal en un bosque poco alterado y en donde las especies presentes en las primeras clases diamétricas aseguran la regeneración y el equilibrio del bosque.

Referencias bibliográficas

- Benítez Espínola, PC. 2010. Análisis de la estructura diamétrica en parcela permanente de medición de un bosque Semicaducifolio “palosantal y labonal”, Reserva Natural Privada de la Cooperativa Fernheim “Laguna Pora”, Chaco Seco, Dpto. Presidente Hayes, Paraguay. San Lorenzo, PY, CIF FCA UNA. 81 p. (Pasantía Ing. Ftal. Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente).
- Mereles, MF. 2005. Una aproximación al conocimiento de las formaciones vegetales del Chaco Boreal. *Rojasiana* 6(2):5-48.
- Santacruz Martínez, C. 2014. Análisis de la estructura diamétrica de un bosque Xerofito, Estancia Santa Herminia SRL, Ecorregión Chaco Seco, Departamentos de Boquerón y Presidente Hayes. San Lorenzo, PY, CIF FCA UNA. 87 p. (Pasantía. Ing. Ftal. Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente).
- Torres Benítez, GA. 2014. Análisis de la estructura diamétrica de un bosque Xerofítico, en PPMB, Chaco Seco, Parque Nacional Defensores del Chaco, Departamento de Alto Paraguay. San Lorenzo, PY, CIF FCA UNA. 35 p. (Pasantía Ing. Ftal. Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente).

Estimación del stock de carbono en un bosque degradado del BAAPA, CECTEC, Departamento de Itapúa

Javier Giménez Benítez^{1*}, Lidia Florencia Pérez de Molas¹, Victoria Rika Kubota¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: aranduchauka@hotmail.com

Introducción

El Cambio Climático es producto de las altas emisiones de gases de efecto invernadero - GEI, principalmente el dióxido de carbono (CO₂). El CO₂ proviene principalmente de actividades antrópicas, entre ellas la deforestación y degradación forestal, que han contribuido de manera significativa a este fenómeno IPCC (2013). En tal sentido, los bosques juegan un papel crucial en la paliación del cambio climático, gracias a la capacidad que poseen de absorber el carbono a través de la fotosíntesis y almacenarlos en sus tejidos por largos periodos de tiempo. De este modo los bosques se constituyen en una de las más grandes reservas y sumideros de carbono por la gran cantidad de biomasa acumulada (Montero et al. 2005). La generación de información pertinente sobre los bosques es una trascendental tarea que propiciará el escenario para la toma de decisiones tendientes a la conservación de los mismos y la formulación de estrategias de mitigación del cambio climático (FAO 2010).

Los bosques degradados debido a su gran potencial de restaurarse y rehabilitarse, recuperando la biodiversidad, proveyendo servicios ecosistémicos y principalmente su actuación en la mitigación del cambio climático son de vital importancia, ya que en Paraguay, en especial en la Región Oriental, se cuenta con una gran cantidad de remanentes boscosos fragmentados y con avanzada degradación, por lo que conocer el aporte en términos de almacenamiento de carbono coadyuvará significativamente (FFPRI 2012).

El objetivo de la investigación fue estimar el contenido de carbono en biomasa arbórea total

por unidad de área en un bosque propiedad de Centro de Educación, capacitación, y tecnología Campesina-CECTEC, en Pirapey, Departamento de Itapúa. La misma se realizó en el marco de la Línea de Investigación “Evaluación y valoración de la biodiversidad y servicios ambientales”, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en el Centro Agroecológico propiedad de Centro de Educación, Capacitación y Tecnología Campesina - CECTEC en Pirapey, Distrito de Edelira, Departamento de Itapúa, Paraguay. La propiedad dista de Asunción unos 436 km por la ruta N° II “Mcal. José Félix Estigarribia. Para la realización del inventario forestal se instaló una Parcela Permanente de Monitoreo de la Biodiversidad (PPMB) de una ha de 100 m x 100 m, que fue dividida en 25 sub parcelas de 20 m x 20 m, en un área de bosque degradado. La biomasa fue estimada mediante fórmula alométrica Biomasa arbórea total = 0,0505 x (D² H)^{0,9565} determinada específicamente para el BAAPA por Sato et al. (2015). Luego con los datos obtenidos de dicha fórmula, se procedió a la estimación del contenido de carbono calculado como la mitad de la biomasa Husch (2001).

Las unidades de estudio fueron todos los árboles, vivos en pie con DAP ≥ 10 cm. La variable fue la cantidad de carbono almacenado en la biomasa arbórea. El indicador fue la biomasa total. También fueron necesarios datos primarios como ser DAP (diámetro de altura al pecho), la altura total y la diversidad florística de individuos con DAP ≥ 10 cm.

Resultados y discusión

Fueron relevados 359 individuos con DAP \geq 10 cm, correspondientes a 43 especies, 37 géneros y 24 familias botánicas, para una superficie de 10.000 m². La familia Fabaceae es la más diversa, con un total de diez especies. Las especies que presentaron mayor abundancia fueron *Urera baccifera* (Pynoguasú), con 45 individuos, *Solanum granulosum-leprosum* (Hu'i moneha), con 44 individuos y *Balfourodendron riedelianum* (Guatambu) con 37 individuos. La biomasa arbórea total estimada fue de 82,44 t ha⁻¹ y el contenido de carbono fue de

41,22 t C ha⁻¹. Las especies que mostraron mayor biomasa arbórea total fueron *Nectandra megapotamica* (Laurel hu) con 10,75 t ha⁻¹, *Balfourodendron riedelianum* (Guatambu) con 9,95 t ha⁻¹, *Cordia americana* (Guajayvi) con 8,65 t ha⁻¹, *Lonchocarpus leucanthus* (Yvyra ita) con 6,17 t ha⁻¹, y *Ocotea diospyrifolia* (Aju'y moroti) con 5,56 t ha⁻¹. Estas cinco especies con sus 18, 37, 5, y 6 individuos respectivamente, representan aproximadamente el 50% de la biomasa total almacenada en la parcela estudiada. En la Tabla 1 se presenta la biomasa y el carbono estimados de las diez especies con mayor biomasa.

Tabla 1. Biomasa y Carbono estimados de 10 especies forestales.

Nº	Especie	Biomasa t ha ⁻¹	Carbono t C ha ⁻¹
1	<i>Nectandra megapotamica</i> (Sprengel) Mez	10,75	5,37
2	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	9,95	4,97
3	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S. Mill.	8,65	4,33
4	<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	6,17	3,09
5	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meissner) Mez	5,56	2,78
6	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	5,00	2,50
7	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart. ex Nees	3,57	1,79
8	<i>Solanum granulosum-leprosum</i> Dunal	2,97	1,49
9	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	2,59	1,29
10	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	2,18	1,09
Total		57,39	28,7

Duré (2012) realizó la estimación preliminar del carbono en biomasa forestal aérea almacenado en el bosque denso Semidecídulo subhúmedo de la Reserva de Recursos Manejados Yvytyruzú. El mismo almacena 127,03 t C ha⁻¹ mediante la fórmula propuesta por Brown (1997).

Conclusión

La estimación del contenido de carbono del bosque estudiado fue de 41,22 t C ha⁻¹. Las especies registradas de mayor DAP aportan elevada proporción de biomasa y carbono, pese a presentarse en menor cantidad.

El valor de la biomasa y carbono en el bosque degradado estudiado fue inferior al bosque protegido. Por el estado de conservación del mismo dado que se trata de un área protegida,

estudiada por Duré (2012) se puede asumir que presenta mayor contenido de carbono almacenado que en esta investigación.

El bosque estudiado, aunque ha sido selectivamente explotado, es un importante sumidero de carbono.

El empleo de ecuaciones alométricas determinadas especialmente para el BAAPA, supone una importante renovación en cuanto a la metodología para la obtención de datos, que se espera pueda ser empleado en otros estudios de modo a contar con información de relevancia que derive en compromisos y acciones para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Las estrategias de conservación y protección de bosques ya sean del orden público o privado son fundamentales principalmente para los últimos



remanentes fragmentados con los que se cuenta, y la consecuente generación de información relevante que permita conocer la medida de contribución de los mismos a la reducción de los GEI.

Referencias bibliográficas

- Dure, E. 2012. Estimación preliminar del Carbono almacenado en el Bosque Denso Semidecídulo Subhúmedo de la Reserva de recursos Manejados Yvytyruzu. Tesis (Ing. For.). San Lorenzo, PY, FCA UNA. 48 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: informe principal (en línea). Roma, IT. Consultado 10 may. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>
- FFPRI (Forestry and Forest Product Research Institute). 2012. Reducing emissions from deforestation and forest degradation and the of conservation: sustainable management of forest and enhancement (REDD + plus). *In* Libros de recetas: como medir y monitorear el carbono en los bosques. Tsukuba, Ibaraki Japon. 158 p.
- Husch, B. 2001. Estimación del contenido de carbono en los bosques (en línea). Valdivia, CL. Consultado 5 may. 2015. Disponible en <http://www.uach.cl/simposiocarbono/doc/Husch.PDF>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2013. Cambio climático 2013: bases físicas (en línea). Berna, CH. Consultado 17 abr. 2015. Disponible en https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_brochure_es.pdf
- Montero, MM; Montagnini, F. 2005. Modelos alométricos para a estimação de biomassa de diez espécies nativas em plantaciones em a região Atlántica de Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* 45:112-119.
- Sato, T; Saito, M; Ramírez, D; Pérez de Molas, LF; Toriyama, J; Monda, Y; Kinoyo, Y; Herebia, E; Dubie, N; Duré Vera, E; Rmírez Ortega, JD; Vera de Ortiz, M. 2015. Developement of Allometric Equations for Tree Biomass in Forest Ecosystems in Paraguay (en línea). Japan. Consultado 11 jun. 2015. Dsiponible en https://www.jircas.affrc.go.jp/english/publication/jarq/49-3/49-03-10_281-291_SATO.pdf

Análisis estructural y dasométrico en bosques degradados del BAAPA

Maura Isabel Díaz Lezcano^{1*}, María Miguela Barrios Barni¹, Mirtha Vera de Ortiz¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: maura.diaz@agr.una.py

Introducción

El crecimiento económico a nivel mundial se basa en el uso indiscriminado de los recursos naturales, dando como una de las principales consecuencias la masiva deforestación de bosques nativos. Los ecosistemas forestales están entre los más complejos, principalmente los bosques nativos tropicales que a su vez resguardan una altísima diversidad biológica. En función de su uso maderero, los estudios de crecimiento y de producción, presentes y futuros son básicos y fundamentales para la planificación y administración forestal.

Este estudio se desarrolló dentro del marco de la línea de investigación del proyecto “Desarrollo de Metodologías de Monitoreo de Carbono almacenado en los bosques para la REDD+ en Paraguay”, que cuenta con el financiamiento del Instituto de Investigación Forestal y Productos Forestales del Japón (FFPRI) y la Carrera de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA.

El objetivo de la presente investigación fue analizar la estructura forestal en base a variables dasométricas y los objetivos específicos fueron determinar el área basal y el volumen, así como la clasificación diamétrica de los árboles en pie de los bosques secundarios del BAAPA (Bosque Atlántico del Alto Paraná).

Metodología

El bosque en estudio pertenece a la eco-región BAAPA y clasificada por Spichiger et al. (1992) como “Monte Alto de Laurel o Bosques Altos Semi-Perennes con Laurel”, y dentro de éste

como “Bosques con suelos bien drenados de Lauraceae *Cedrela fissilis* - *Chrysophyllum gonocarpum*”.

El trabajo consistió en la instalación de parcelas con una dimensión de 2.500 m² (50 m x 50 m) cada una. En las mismas se realizó un inventario forestal donde se midieron los todos los árboles con Diámetro a la Altura de Pecho (DAP) \geq 10 cm.

Las variables medidas: El DAP de los árboles identificados (cm): diámetro medido a una altura de 1,30 m a nivel del suelo. Altura total en m: distancia vertical entre el nivel del suelo y el ápice de la planta (m). La Altura de fuste, correspondiente a la longitud de un tronco, desde su cuello hasta su extremo superior aprovechable, considerando la primera ramificación, en m.

Las variables determinadas en base al DAP y la Altura, fueron el Área basal, en m²; el Volumen de fuste, considerando esto como la cantidad de la madera a partir del tocón hasta el ápice del árbol, sin incluir las ramas, partes deformes o enfermas del árbol y segmentos delgados del fuste, calculada en m³; Volumen total, que incluyó la cantidad de la madera a partir del tocón hasta el ápice del árbol, en m³.

Los datos fueron obtenidos mediante la instalación de un total de 13 parcelas distribuidas al azar dentro de varias unidades de bosques representativos del BAAPA, donde se ubicaron dos parcelas en la Reserva para Parque Nacional San Rafael, tres parcelas en el Bosque de la Sociedad Cooperativa Pirapó Limitada, tres parcelas en el Bosque de la Sociedad Cooperativa Yguazú y cinco unidades en el distrito de Yhu.

Las parcelas contaban con una dimensión de 2.500 m² (50 m x 50 m) cada una.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se presentan los valores de Área Basal, Volumen de fuste y Volumen total de los árboles expresados por hectárea, en los distintos

sitios donde fueron distribuidas en las parcelas instaladas. Como se aprecia en la figura, todas las variables dasométricas son mayores en las parcelas instaladas en la localidad de Yhu. En este sitio se registra mayor abundancia de *Guarea kunthiana* A. Juss con una abundancia relativa de 19% y *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl que corresponde a la especie con mayor dominancia (11,3%).

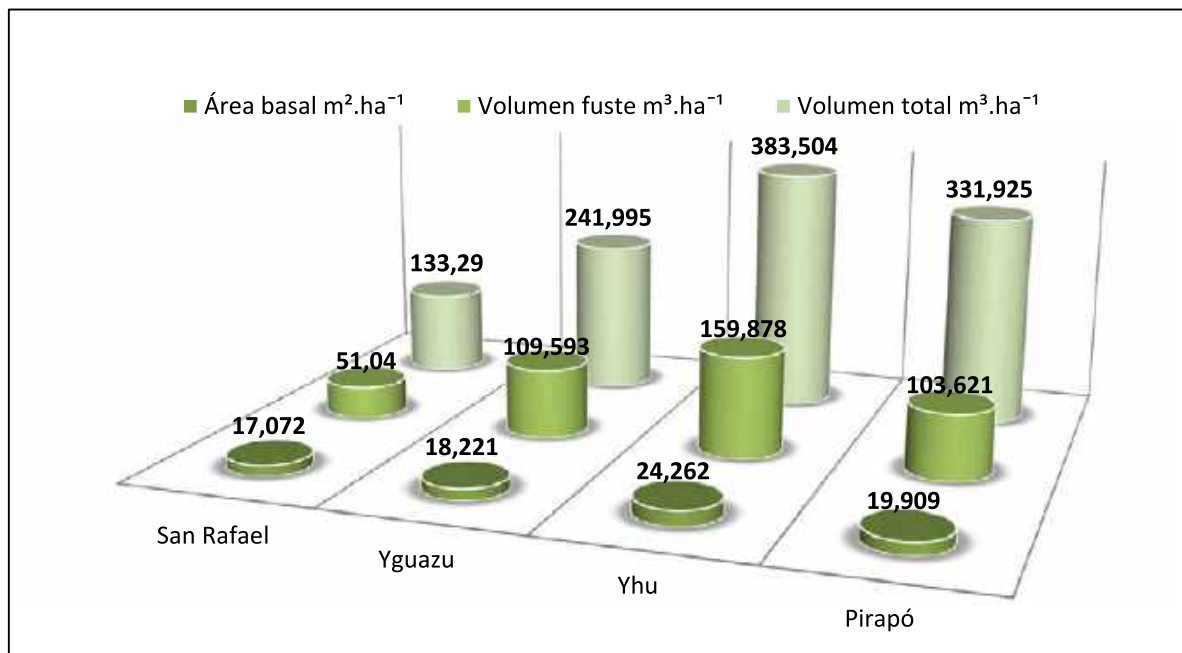


Figura 1. Valores de área basal y volumen de fuste y total.

La clasificación diamétrica presentada en Figura 2 revela que de los 1.457 árboles registrados se distribuye en seis clases diamétricas: la clase I con 933 individuos; para la clase II, 268; la clase III, 133; clase IV, 56; clase V, 31; clase VI, 18.

Esta curva describe la distribución diamétrica de los bosques discetáneos en forma de J invertida, tal como afirma Lamprech (1990) al estudiar bosques tropicales y subtropicales secundarios.

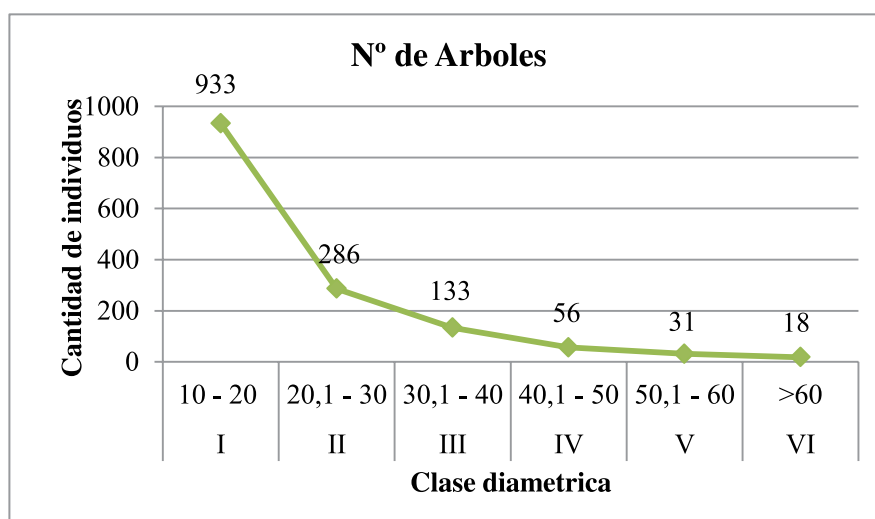


Figura 2. Distribución de las clases diamétricas.

Dentro de las especies de mayor porte, DAP igual o mayor a 50 cm, fueron halladas en las cuatro localidades estudiadas: *Cordia americana* (L.) Gottschling & J.S. Mill., *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl, *Cedrela fissilis* Vell., *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.

Conclusión

En el estrato de arbóreo las zonas muestreadas de las localidades Yguazu, Yhu, Pirapó y San Rafael, se inventariaron 1.457 individuos, siendo la localidad de Yhu la que presentó mayor área basal (24,262 m² ha⁻¹), un volumen de fuste

(159,878 m³ ha⁻¹) y un volumen total (383,504 m³ ha⁻¹), con una distribución de clases diamétricas en J invertida. Las parcelas instaladas en Yhú fueron las que presentaron menor degradación considerando el área basal como parámetro y mayor potencial maderero teniendo en cuenta los volúmenes obtenidos.

Referencias bibliográficas

- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Eschborn, DE, GTZ. 335 p.
- Spichiger, R; Bertoni, BS; Loizeau, P. 1992. The forests of the Paraguayan Alto Paraná. *Candollea* 47:219-150.

Estimación del fenómeno de trascolación en el dosel de un bosque ribereño en el Departamento Central, Paraguay

Paloma Mercedes Núñez von Lücken^{1*}, Lidia Florencia Pérez de Molas¹,
José Eduardo Pérez Pérez¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: palomanv1247@gmail.com

Introducción

Los bosques ribereños son por excelencia protectores de los cauces hídricos que bordean y de las zonas a las márgenes de estos últimos. Los bosques controlan la fuerza de las inundaciones y retrasan el tiempo de ocurrencia (IUFRO 1997). La deforestación de décadas anteriores ha causado efectos negativos sobre el balance hídrico (PNUD Paraguay 2007).

La interceptación o intercepción de agua de lluvia es el proceso por el cual un cierto porcentaje de agua de lluvia es retenido por una superficie de manera transitoria. Cuando la superficie es la vegetación, ésta puede acumular temporalmente el agua en las hojas, ramas o tronco de un/os individuo/s vegetal/es y parte de ella luego es evaporada a la atmósfera (Hernández 1980, Juncosa 2005 y Soto 2011). Horton (1919), pionero en estudios de interceptación, expresa la interceptación de agua de lluvia como una pérdida de agua que de otra manera estaría disponible para el suelo. La pérdida por interceptación está representada por la diferencia entre la precipitación pluvial incidente (P_i) y la sumatoria entre la precipitación efectiva o trascolación (Tr) y el escurrimiento fustal (E_f) (Helvey y Patric citados por Sousa et al. 2011).

La precipitación efectiva o trascolación contempla la suma de las gotas de agua que caen a través de los espacios libres del dosel y las que caen por goteo desde las superficies vegetales, denominadas precipitación directa y precipitación por goteo, respectivamente. El dosel por su parte comprende a las ramas, hojas, epífitas, musgos y demás componentes que se encuentran en el

estrato superior y facilitan la caída del agua al piso del bosque (Lloyd y Marques 1988 citados por Jiménez 2010 y Tobón et al. 2000).

Existe una relación directa entre la densidad de las copas de árboles que componen una comunidad y la cantidad de agua que éstas pueden retener en su conjunto (Aston 1979, Krämer y Hölscher 2009, citados por Honda 2013). La capacidad máxima que puede almacenar una hoja oscila entre uno y dos $l\ m^{-2}$ (Juncosa 2005). Datos de procesos del ciclo hidrológico, como el porcentaje de interceptación de la precipitación y sus componentes, son esenciales para conocer los procesos integrados que suceden dentro de las cuencas hidrográficas. A la fecha de realización de la investigación, no se encontraron otras investigaciones a nivel nacional realizadas sobre interceptación por un bosque o de trascolación, así como son escasos los que existen a nivel regional.

La investigación realizada planteó como objetivo general estimar la cantidad de precipitación que cae luego de ser interceptada por las copas de los árboles de un bosque ribereño, proceso conocido como trascolación (Tr).

Metodología

La investigación se llevó a cabo en un bosque ribereño en la urbanización Surubi'i, situada en la ciudad de Mariano Roque Alonso del Departamento Central de la Región Oriental de Paraguay. En el año 2015 se instaló una parcela temporal de 1.000 m^2 (20 m x 50 m) con diez subparcelas de 100 m^2 (10 m x 10 m), ubicada en las coordenadas 25° 10' 21,1" S y 57° 30' 16,3" W.

La población de la investigación estuvo comprendida por un bosque ribereño colindante al arroyo Itay. Las variables fueron la distribución diamétrica, cuyo indicador fueron individuos (árboles) con $DAP \geq 5$ cm, la precipitación incidente (P_i) y la T_r , cuyo indicador en estos dos últimos casos fueron registros de precipitación pluvial en mililitros mediante uso de pluviómetros. El trabajo de campo se extendió desde enero a agosto. Se llevó a cabo un inventario florístico de todos los árboles con $DAP \geq 5$ cm, donde fueron registrados de cada individuo muestreado datos de familia, género, especie (nombre científico y común), DAP, altura total y tipo de corteza.

Por otro lado se realizaron colectas de precipitación pluvial como P_i y como T_r durante 60 días, en los meses de marzo, abril y mayo, en la estación otoño, pues coincidía con una temporada de lluvias importante que pronosticaba la Dirección de Meteorología e Hidrología y fue cuando se obtuvo el permiso de los propietarios. Se obtuvieron registros de nueve días del volumen contenido en 24 horas de recolección. Para el efecto, se emplearon pluviómetros del tipo pluviómetro de botella fabricados por la investigadora conforme el diseño elaborado por Hernández (2007); con ciertos ajustes. Para obtener un diámetro de la circunferencia exacto de diez cm, se cortaron las botellas desde la ranura inferior del pico hacia abajo, nueve cm.

De ese modo se obtenía un área de la circunferencia de $78,54 \text{ cm}^2$. Para las mediciones se utilizaron probetas calibradas en mililitros (mL), realizándose posteriormente la conversión a lámina de agua (mm). El pluviómetro de P_i se dispuso aproximadamente a 25 m de la parcela de estudio en un claro. Los pluviómetros de T_r se colocaron dentro de la parcela de manera sistemática en cada subparcela; cinco pluviómetros por cada subparcela. Todos los pluviómetros se mantuvieron en una posición fija durante todo el periodo de medición.

No formaron parte del alcance de la investigación datos de especies epífitas y trepadoras, vegetación arbustiva y hojarascas, datos diarios

contabilizados de velocidad del viento, humedad relativa, radiación solar, insolación solar, duraciones, forma y frecuencia individuales de lluvias y nivel de evaporación en el ambiente. Los valores de P_i y de T_r fueron estimados aplicando la fórmula de la altura en un recipiente y considerando la boca del pluviómetro fabricado como superficie individual de recepción sobre la cual ingresa el agua, con el correspondiente factor de corrección para pasar a milímetros.

$$h = 10 * (V / S)$$

Donde:

h : altura de la lámina de agua (mm)

V : volumen de agua obtenido dentro del pluviómetro ($\text{cm}^3 = \text{mL}$)

S : superficie circular del pluviómetro (cm^2)

10: factor de corrección para pasar de cm a mm

Además, para el caso de la T_r se realizó un promedio de los milímetros caídos en los cinco pluviómetros de cada subparcela y luego se realizó nuevamente el promedio de los diez datos obtenidos; correspondientes a cada una de las diez subparcelas, para obtener el promedio final de T_r en milímetros a nivel de toda la parcela.

Resultados y discusión

Del inventario florístico se registró un total de 106 individuos pertenecientes a 27 especies. El sitio en estudio es un bosque ribereño alterado, siendo la especie predominante *Guarea macrophylla* ssp. *spicaeflora* (Cedrillo). El DAP máximo encontrado en las mediciones fue de 44,5 cm, el medio fue de 11,5 cm y el mínimo medido fue de cinco cm. Se identificaron tres estratos: superior (10,5 m -18 m), medio (5,5 m -10m) e inferior (≤ 5 m).

Cabe destacar que existe una fuerte presencia de lianas, algunas llegando a lignificar y simular ser parte de los árboles. Si bien no fueron contempladas dentro del alcance de

la investigación, se sospecha que las mismas tuvieron una importante incidencia en el proceso de Tr. La Pi acumulada fue de 335,70 mm. La Tr fue de 270,99 mm.

En la Tabla 1 se presenta los valores obtenidos de Pi y Tr de los nueve días en los que pudieron realizarse colectas.

Tabla 1. Cantidades de Pi y Tr obtenidas durante todo el periodo de investigación.

Superficie por parcela (m ²)		1.000
Superficie de los pluviómetros de Pi y Tr (m ²)		0,00079
Año 2015		
Día	Cantidad precipitada de Pi (mm)	Cantidad precipitada de Tr (mm)
26-marzo	19,10	10,71
14-abril	23,17	23,75
15-abril	13,37	11,41
20-abril	13,11	11,68
03-mayo	121,73	119,05
09-mayo	6,88	4,39
10-mayo	87,15	74,69
23-mayo	15,28	10,26
24-mayo	35,91	41,98
Total acumulado	335,70	270,99

Del cuadro anterior se puede observar que la Tr representa un gran porcentaje de la Pi, coincidente con lo que citan varios autores en sus estudios como la de Honda (2013), Tobón et al. (2000), Horton (1919), entre otros. A modo comparativo, de un estudio realizado durante dos años y medio en la provincia de Santa Fe, Argentina, Díaz y Rébora (2003), se observa que la Tr representó en ciertos casos más del 90% de la Pi. Realizando el promedio del porcentaje que Tr representa de Pi, de las cinco clases de lluvia citadas en ese estudio, se obtiene un 76,6% de Tr con respecto a Pi. Este valor es bastante aproximado a los valores obtenidos en esta investigación.

Conclusión

Existe escasa información sobre el medio natural y físico del sitio en estudio. El bosque en estudio se encuentra rodeado de zonas urbanas y suburbios. Presenta características de un bosque ribereño alterado debido a que se encuentran rasgos de presión antrópica en el mismo como caminos internos antiguos, postes, alambrados, basuras y un estrato predominante de 5 m a 10 m de altura y DAP promedio de 11,5 cm.

La Tr total representó casi 80% de la Pi. Esto indica que conociendo el valor de la Tr se puede tener una idea de cuánto podría representar la pérdida de precipitación pluvial (representada por Pi) por medio de la interceptación.

La cantidad de pérdida por interceptación depende plenamente de la cantidad de agua que se puede retener por las copas de los árboles hasta caer como Tr. La importancia del fenómeno de Tr radica en que la existencia de este fenómeno confirma que, además de que el dosel de los bosques ayuda a disminuir la velocidad y el tiempo de caída de las gotas de lluvia y a reducir el escurrimiento superficial, existe un porcentaje (aproximadamente 20%) que finalmente no llega al suelo y posiblemente regresa a la atmósfera o es aprovechado por las diferentes superficies vegetales, cerrando así el ciclo hidrológico interno del bosque.

Referencias bibliográficas

Díaz, R; Rébora, MG. 2003. Interceptación de la lluvia en un monte de *Eucalyptus dunnii* (en línea). XII Congreso Forestal Mundial,

- Quebec City, Canadá. Consultado 8 ago. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0002-B2.HTM>
- Hernández, E. 1980. Introducción a la intercepción. Mérida, VZ, Universidad de los Andes Facultad de Ciencias Forestales Escuela de Ingeniería Forestal. 10 p.
- Honda, E. 2013. Repartição da água da chuva sob o dossel e umidade do solo no gradiente fisionómico da vegetação do Cerrado (en línea). Tesis Doutor em Ciências da Eng. Amb. São Paulo, BR, USP. Consultado 15 ago. 2014. Disponible en <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-22042014-104728/pt-br.php>
- Horton, RE. 1919. Rainfall interception. Monthly weather review (en línea). Albany, US. Consultado 6 set. 2014. Disponible en <http://docs.lib.noaa.gov/rescue/mwr/047/mwr-047-09-0603.pdf>
- IUFRO (International Union of Forest Research Organizations). 1997. Sustainable forest management: contribution of research. Occasional Paper 9:81 p.
- Jiménez, C. 2010. Intercepción de lluvia en tres estadios sucesionales del Bosque seco Tropical, Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica (en línea). Tesis Lic. en Ing. For. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Consultado 15 ago. 2014. Disponible en http://bibliodigital.itcr.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/2238/3008/Informe_final.pdf?sequence=1
- Juncosa, R. 2005. Hidrología: ciclo hidrológico (en línea). Santiago de Compostela, ES. Consultado 19 jul. 2014. Disponible en http://loki.udc.es/info/assignaturas/grado_itop/415/pdfs/Capitulo%203.pdf
- PNUD Paraguay (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Paraguay). 2007. Paraguay cambio climático: riesgos, vulnerabilidad y adaptación en el Paraguay (en línea). Consultado 20 mar. 2015. Disponible en http://www.portalces.org/sites/default/files/migrated/docs/PNUD_Paraguay_-_C.C_Riesgos__vulnerabilidad_y_desafio_de_adaptacion.pdf
- Soto, P. 2011. Modelamiento de la pérdida por intercepción de copas en dos tipos de bosques, región de la Araucanía, Chile (en línea). Tesis Ing. Civ. Valdivia, CL. Universidad Austral de Chile. Consultado 15 ago. 2014. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/bmfcis718m/doc/bmfcis718m.pdf>
- Sousa, R; Ranzini, M; Arcova, FC; de Cicco, V; Câmara, CD. 2011. Redistribuição das chuvas pelas copas das árvores em plantio de Araucaria angustifolia (bertol.) Kuntze (araucariaceae) no Parque Estadual da Serra do mar, Cunha – SP (en línea). Rev Inst Flor 23(1):27-38. Consultado 15 ago. 2014. Disponible en http://www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/revista_if/RIF23-1PDF/p_27_38.pdf
- Tobón, C; Bouten, W; Sevink, J. 2000. Gross rainfall and its partitioning into throughfall, stemflow and evaporation of intercepted water in four forest ecosystems in western Amazonia. Journal of Hydrology 237:40–57.

Estimación de biomasa y carbono almacenados en las especies forestales, en un bosque secundario del BAAPA, Reserva Natural del Bosque Mbaracayú

Gerardo Damián Rodas Amarilla^{1*}, Lidia Florencia Pérez de Molas¹, Victoria Rika Kubota¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: gdramarilla@gmail.com

Introducción

El cambio climático es un fenómeno que en la actualidad se percibe con claridad y podría traer graves consecuencias ambientales y económicas para toda la humanidad entre las que se pueden citar fenómenos climáticos mucho más adversos, es decir sequías más largas y precipitaciones mucho más intensas, además de la subida del nivel de los mares debido al derretimiento de glaciares y casquetes polares, lo que impactaría negativamente a millones de personas especialmente en países en vías de desarrollo. También se debe mencionar el daño a los ecosistemas al depender estos del clima (Gitay et al. 2002, Förster et al. 2011, Trenberth 2011, IPCC 2014).

El principal gas de efecto invernadero y por ende responsable del cambio climático, es el CO₂, el cual es liberado a la atmósfera mayormente debido a actividades antrópicas, es más, algunos autores como Sarmiento et al. (2010) y Yude et al. (2011) estiman que las emisiones debidas a la deforestación y cambio de uso de la tierra representan alrededor del 15 al 17% de las emisiones de este gas. Los bosques actúan como sumideros de carbono al tener la capacidad de absorber el carbono atmosférico mediante la fotosíntesis, el carbono puede acumularse en la biomasa viva, así como en el suelo y la necromasa (Penman et al. 2003).

Los bosques secundarios, los cuales han sufrido alguna alteración principalmente debido a actividades antrópicas, tienen un gran potencial como sumideros de carbono al encontrarse en un proceso de recuperación en el cual tienen una gran productividad mientras alcanzan la madurez del bosque primario (Min Ngo et al. 2013).

El BAAPA es un ecosistema altamente fragmentado que continua sufriendo la pérdida y degradación de su superficie (Da Ponte et al. 2017), por lo que este estudio apunta a contribuir con la escasez de información que se tiene respecto a los bosques secundarios.

El objetivo general de esta investigación fue estimar la biomasa y el contenido de carbono de las especies forestales de un bosque secundario de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayu. La misma se desarrolló dentro de la Línea de investigación “Evaluación y valoración de la biodiversidad y servicios ambientales” de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, y contó con el financiamiento del Programa de Becas para la Conservación Banco GNB - Fundación Moises Bertoni.

Metodología

El estudio se realizó en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayu, situada en el Departamento de Canindeyú. En el año 2009 fue instalada e inventariada por Pérez de Molas y Vera, una Parcela Permanente de Monitoreo de la Biodiversidad de 100 × 100 m, dividida en 16 subparcelas de 25 × 25 m en un sitio en donde el bosque primario fue talado y sometido a una posterior quema, para destinar el área a cultivos de autoconsumo. Desde el año 1994 el área se encuentra en recuperación. Las coordenadas de la parcela son: 24° 07' 47,80"S; 55° 31' 50,44"W. Se procedió a la remediación de todos los individuos con DAP ≥ 10 cm, se midió la altura total de 49 individuos muestreados con los cuales se realizó un análisis de regresión para estimar la altura total de los individuos restantes. La estimación

de la biomasa de todos los individuos vivos fue realizada utilizando las ecuaciones desarrolladas por Sato et al. (2015).

Para las especies cuyos datos de densidad anhidra están disponibles:

$$\text{Biomasa arbórea total} = 0,0632 \times (D^2 H \rho)^{0,9971}$$

Para las especies cuyos datos de densidad anhidra no están disponibles:

$$\text{Biomasa arbórea total} = 0,0505 \times (D^2 H)^{0,9565}$$

Donde D: DAP (cm), H: altura total (m), ρ : densidad anhidra de la madera (g cm^{-3}).

El peso del carbono total fue estimado utilizando la fracción de carbono propuesta por la Guía de Buenas Prácticas del IPCC (Penman et al. 2003) correspondiente al 50% de la biomasa total.

Resultados y discusión

Se analizó un total de 402 individuos con un $\text{DAP} \geq 10$ cm correspondientes a 56 especies, 46 géneros y 21 familias, de un total de 423 individuos registrados, ya que se excluyeron los individuos de la Clase Monocotyledonae y los individuos de la familia Cactaceae. La biomasa total estimada fue de $51,12 \text{ t ha}^{-1}$, y el carbono total estimado fue de $25,56 \text{ t C ha}^{-1}$. Las especies con mayores reservas de biomasa fueron *Peltophorum dubium* (Yvyra pyta) con $6,43 \text{ t ha}^{-1}$, *Nectandra megapotamica* (Laurel hu) con $5,35 \text{ t ha}^{-1}$ y *Nectandra lanceolata* (Aju'y moroti) con $5,10 \text{ t ha}^{-1}$. En la Tabla 1 se presentan las diez especies con mayores reservas totales de biomasa y carbono.

Tabla 1. Biomasa y Carbono almacenados por las 10 especies forestales características.

Nº	Especie	Biomasa (t ha^{-1})	Carbono (t C ha^{-1})	Abundancia ha^{-1}
1	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	6,43	3,22	61
2	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	5,35	2,67	42
3	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart. ex Nees	5,10	2,55	10
4	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	4,13	2,07	39
5	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	3,85	1,92	25
6	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	3,13	1,56	21
7	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	3,08	1,54	25
8	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	1,52	0,76	1
9	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S. Mill.	1,44	0,72	4
10	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	1,29	0,64	6
Total		35,32	17,65	234

Molas (2016) estimó la biomasa total para un bosque primario alterado (bosque selectivamente explotado) y obtuvo un total entre $181,84$ y $226,03 \text{ t/ha}$, mientras que el carbono total estimado se sitúa entre $96,79$ y $119,83 \text{ t C ha}^{-1}$. La diferencia en la reserva de biomasa se debe principalmente al diferente nivel de degradación al que fueron sometidos ambos bosques, además en el caso del bosque estudiado por Molas (2016), la explotación selectiva fue interrumpida hace aproximadamente 36 años, por lo que se registra una mayor abundancia de individuos

de gran diámetro. De hecho algunos autores mencionan que los bosques secundarios retienen hasta un 20% de su biomasa en los individuos con un $\text{DAP} < 10$ cm, lo que podría significar la subestimación del bosque estudiado (Stas 2014). Además, este bosque presenta ritmos de recuperación de biomasa algo menores a los mencionados por otros estudios que fijan un mayor nivel de recuperación para los bosques del neotrópico, es decir alrededor de seis t ha^{-1} por año de biomasa contra $4,04 \text{ t ha}^{-1}$ por año (Puc 2014, Poorter et al. 2016).



Conclusión

En este caso en particular la biomasa ganada durante los primeros años (periodo transcurrido entre el abandono de la parcela y la primera medición) en el estado de sucesión en el cual se encuentra el bosque tiende a permanecer relativamente estable (existe una pérdida mínima de biomasa de $-1,04 \text{ t ha}^{-1}$ para los 269 individuos estudiados del año 2009).

Además, la cantidad de biomasa contenida en este bosque en comparación con la cantidad almacenada de otros bosques primarios de la región indica que está todavía en una etapa relativamente temprana de la sucesión por lo que la biomasa del mismo seguirá aumentando.

Referencias bibliográficas

- Da Ponte, E; Roch, M; Leinenkugel, P; Dech, S; Kuenzer, C. 2017. Paraguay's atlantic forest cover loss e satellite-based change detection and fragmentation analysis between 2003 and 2013. *Applied Geography* 79:37-49.
- Förster, H; Sterzel, T; Pape, C; Moneo-Lain, M; Niemeyer, I; Boer, R; Kropp, J. 2011. Sea-level rise in Indonesia: on adaptation priorities in the agricultural sector. *Regional Environmental Change* 11(4):893-904.
- Gitay, H; Suárez, A; Watson, R; Dokken, D. (eds). 2002. Cambio climático y biodiversidad: documento técnico V del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático (en línea). Ginebra, CH, IPCC. 93 p. Consultado 1 dic. 2015. Disponible en <http://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>
- Pachauri, R; Meyer, L. (eds.). 2014. Cambio climático 2014: informe de síntesis contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Ginebra, CH, IPCC. 157 p.
- Min Ngo, K; Turner, B; Muller-Landau, C; Davies, S; Larjavaara, M; Bin Nik, N; Lum, S. 2013. Carbon stocks in primary and secondary tropical forests in Singapore. *Forest Ecology Management* 296:81-89.
- Molas, C. 2016. Variación temporal de la biomasa y carbono de un bosque del BAAPA en el periodo 2010-2015, Reserva Natural del Bosque Mbaracayu, Departamento de Canindeyú. Tesis Ing. Amb. San Lorenzo, PY, Universidad Nacional de Asunción/Facultad de Ciencias Agrarias/Carrera de Ingeniería Ambiental. 118 p.
- Penman, J; Gytarsky, M; Hiraishi, T; Krug, T; Kruger, D; Pipatti, R; Buendia, L; Miwa, K; Ngara, T; Tanabe, K; Wagner, F. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Hayama, JP, IPCC/IGES. 590 p.
- Poorter, L; Bongers, F; Mitchell, T; Almeyda, A; Balvanera, P; Becknell, J; Boukili6, V; Brancalion, P; Broadbent, E; Chazdon, R; Craven, D; de Almeida-Cortez, J; Cabral, G; de Jong, B; Denslow, J; Dent, D; DeWalt, S; Dupuy, J; Durán, S; Espírito-Santo, M; Fandino, M; César, R; Hall8, J; Hernandez-Stefanoni, J; Jakovac, C; Junqueira, A; Kennard, D; Letcher, S; Licona, J; Lohbeck, M; Marín-Spiotta, E; Martínez-Ramos, M; Massoca, P; Meave, J; Mesquita, R; Mora, F; Muñoz, R; Muscarella, R; Nunes, Y; Ochoa-Gaona, S; de Oliveira, A; Orihuela-Belmonte, E; Peña-Claros, M; Pérez-García, E; Piotto, D; Powers, J; Rodríguez-Velázquez, J; Romero-Pérez, I; Ruíz, J; Saldarriaga, J; Sanchez-Azofeifa, A; Schwartz, N; Steininger, M; Swenson, N; Toledo, M; Uriarte, M; van Breugel, M; van der Wal, H; Veloso, M; Vester, H; Vicentini, A; Vieira, I; Vizcarra, T; Williamson, G; Rozendaal, D. 2016. Biomass resilience of neotropical secondary forests. *Nature* 530(7589):211-214.
- Puc, R. 2014. Acumulación de biomasa y carbono aéreo en bosques tropicales secundarios del sur de Quintana Roo, México. Tesis M. Sc. Motecillo, MX, Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencia Agrícolas. 119 p.

- Sarmiento, J; Gloor, M; Gruber, N; Beaulieu, C; Jacobson, A; Mikaloff, S; Pacala, S; Rodgers, K. 2010. Trends and regional distributions of land and ocean carbon sinks. *Biogeosciences* 7:2351-2367.
- Sato, T; Saito, M; Ramírez, D; Pérez de Molas, LF; Toriyama, J; Monda, Y; Kinoyo, Y; Herebia, E; Dubie, N; Duré Vera, E; Rmírez Ortega, JD; Vera de Ortiz, M. 2015. Development of allometric equations for tree biomass in forest ecosystems in Paraguay (en línea). *Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ)* 49(3):281-291. Consultado 11 jun. 2015. Disponible en https://www.jircas.affrc.go.jp/english/publication/jarq/49-3/49-03-10_281-291_SATO.pdf
- Stas, S. 2014. Aboveground biomass and carbon stocks in a secondary forest in comparison with adjacent primary forest on limestone in Seram, the Moluccas, Indonesia. Bogor, ID, CIFOR. 28 p. (Working Paper 145).
- Trenberth, K. 2011. Changes in precipitation with climate change. *Climate Research* 47(1-2): 123-138.
- Yude, P; Birdsey, R; Fang, J; Houghton, R; Kauppi, P; Kurz, W; Phillips, O; Shvidenko, A; Lewis, S; Canadell, J; Ciais, P; Jackson, R; Pacala, S; McGuire, A; Piao, S; Rautiainen, A; Sitch, S; Hayes, D. 2011. A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science* 333:988-993.

Estimación de biomasa total en cobertura vegetal en la Ecorregión Chaco Seco del Departamento de Presidente Hayes

Deisy Beatriz Gill de Villanueva^{1*}, Maura Isabel Díaz Lezcano¹, Martha Elizabeth Gauna Duarte¹, Cynthia Carolina Gamarra Lezcano¹, Christian Daniel Santacruz Flor¹, Gustavo Ariel Torres Benítez¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: deisygill@gmail.com

Introducción

El aumento de la población, la mala distribución de la tierra y la falta de una adecuada planificación para su uso, son unas de las problemáticas más comunes. La demanda de recursos y la alteración de los ecosistemas están produciendo un deterioro acelerado en la capacidad del medio ambiente para sustentar la vida.

El gran Chaco Americano es el mayor bosque seco continuo del mundo, abarca aproximadamente 1.066.000 km², abarcando los territorios de Argentina, Bolivia, Paraguay y menor superficie en Brasil. Esta región enfrenta la pérdida sostenida de su patrimonio natural y cultural a causa del uso no planificado de los recursos. La República del Paraguay, con una superficie aproximada de 406.792 km², se divide en dos grandes regiones fisiográficas: la Occidental o Chaco y la Oriental, donde el Chaco representa el mayor porcentaje de la superficie de Paraguay y por ello es importante realizar estudios en esta región. Desde hace varias décadas el Paraguay ha experimentado cambios importantes en su cobertura boscosa, principalmente por el cambio de uso de la tierra.

El objetivo de esta investigación fue estimar la biomasa total de una formación correspondiente a la Ecorregión Chaco seco del Departamento de Presidente Hayes. La presente investigación se llevó a cabo en el marco de proyecto “Desarrollo de Metodologías de Monitoreo de Carbono almacenado en los Bosques para la REDD+ en el Paraguay”, financiado por el Instituto de Investigación Forestal y productos Forestales del Japón (FFPRI) y la Carrera de Ingeniería Forestal.

Metodología

La investigación se realizó en la reserva forestal ubicada en Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), ubicado en la Región Occidental de la República del Paraguay en el Departamento de Presidente Hayes, distrito de Teniente Primero Manuel Irala Fernández, en la subregión del Chaco seco a 412 kilómetros de Asunción.

El trabajo consistió en la instalación de 12 parcelas temporales con dimensiones de 50 m x 50 m (2.500 m²) cada una, en la Estación Experimental del Chaco Central. Se midieron todos los árboles con un DAP (diámetro a la altura de pecho) igual o mayor a 10 cm, el nombre científico, nombre común y familia de especie, DAP (diámetro a la altura de pecho) se registraron en planillas de campo.

La nomenclatura científica de las especies identificadas fue actualizada mediante la base de datos del Instituto Darwinion, Flora del Cono Sur y la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden. Para determinar la biomasa del fuste a partir del volumen se multiplicó la densidad aparente de las especies leñosas por dicho volumen, fórmula propuesta por Brown (1997).

Luego se procedió a calcular la biomasa total por la metodología del IPCC (2006) a partir del producto de la biomasa del fuste y el factor de expansión de biomasa determinado por Wolf (2004), así como también por la ecuación alométrica propuesta por Sato et al. (2015). Se aplicó estadística descriptiva con un nivel de confianza al 95% y se realizó la prueba T Student al 5% para corroborar si existen

diferencias significativas entre la metodología del IPCC (2006) y la ecuación alométrica propuesta por Sato et al. (2015).

Resultados y discusión

Los cálculos efectuados mediante la metodología del IPCC (2006) dieron como resultado 12,27 t ha⁻¹ de promedio de biomasa total para el sitio, donde el valor más alto fue de 31,94 t ha⁻¹ registrándose en la parcela 5 y el menor valor fue de 1,55 t ha⁻¹ correspondiente a la parcela 4, el error de muestreo fue de 56% con un nivel de confianza de 95%. En tanto que para la ecuación alométrica de Sato et al. (2015) el promedio de biomasa total fue 18,73 t ha⁻¹, el mayor valor registrado fue de

40,08 t ha⁻¹ ubicándose este en la parcela 7, y el menor valor fue de 2,84 t ha⁻¹ correspondiente a la parcela 4, siendo el error de muestreo de 50% con un nivel de confianza de 95%. Se realizó la prueba t Student al 5% corroborando que no existen diferencias significativas entre la metodología y la ecuación alométrica. Bordón (2015) para un Bosque Mesoxerofítico mediante la metodología del IPCC (2006) obtuvo un valor de 77,3 t ha⁻¹, mientras que con la ecuación alométrica de Sato et al. (2015) el valor fue 158,7 t ha⁻¹. En la Figura 1 se detallan los valores promedios de biomasa total expresado en toneladas por hectárea según la metodología del IPCC (2006) y la ecuación alométrica de Sato et al. (2015).

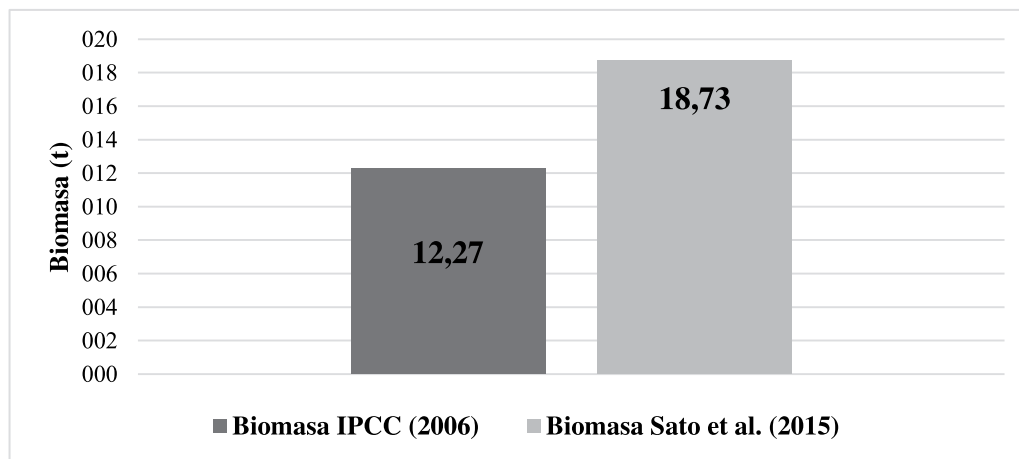


Figura 1. Biomasa total estimada según el IPCC (2006) en comparación con Sato et al. (2015).

Conclusión

El área basal promedio para la formación estudiada fue de 4,10 m² ha⁻¹, dando un promedio de volumen de fuste de 6,47 m³ ha⁻¹. Con respecto a la biomasa total mediante la aplicación de la metodología del IPCC (2006) se obtuvo un valor de 12,27 t ha⁻¹, mientras que para la ecuación alométrica de Sato et al. (2015) el valor fue de 18,73 t ha⁻¹.

Mediante la prueba T Student realizada se corroboró que no existen diferencias significativas entre la utilización de la metodología del IPCC (2006) y la ecuación alométrica de Sato et al. (2015) para el sitio en estudio.

Referencias bibliográficas

- Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer (en línea). Roma, IT. (FAO forestry paper – 134). Consultado 2 abr. 2014. Disponible en www.fao.org/docrep/W4095E/w4095e00.html
- Bordón, D. 2015. Estimación del contenido de carbono en la cobertura forestal y en el suelo de un Bosque Mesoxerofítico, Chaco Paraguayo. Tesis Ing. For. San Lorenzo, PY, FCA- UNA. 88 p.
- IPCC (Intergovernmental panel on climate change). 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de



efecto invernadero: agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (en línea). IGES, Japón v. 4. Consultado 20 mayo 2014. Disponible en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>

Sato, T; Saito, M; Ramirez, D; Pérez de Molas, LF; Toriyama, J; Herebia, E1, Dubie, N; Dure, E; Ramirez, JD; Vera de Ortíz, M. 2015. Developmente of allometric equations for tree biomass in forest ecosystems in Paraguay. JARQ 49(3):281 -291.

Wolf, B; Snyder, G.H. 2004. Sustainable Soils: the place of organic matter in sustaining soils and their productivity, food products. New York, United States, Haworth.

Beneficios sociales y ambientales de la Reserva Ecológica Banco San Miguel y Bahía de Asunción percibidos por los usuarios y los factores que influyen sobre ella

Rosa Isabel Oviedo Godoy^{1*}, Lourdes González Soria¹, José Espíritu Ibarra Aranda¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: rosaoviedopy@gmail.com

Introducción

La crisis que compromete a la biodiversidad a nivel mundial, también afecta a la calidad de vida de las personas en zonas rurales y urbanas. Las áreas protegidas (AP) son la piedra angular de prácticamente todas las estrategias nacionales e internacionales de conservación (Dudley 2008). Las AP que se hallan en las periferias de las urbes o enclavadas en ellas, juegan un papel fundamental en la salud de los ecosistemas urbanos y también benefician directamente a los seres humanos que habitan en ellos. Esos beneficios sociales y ambientales generados para las comunidades a nivel local y nacional, muchas veces no son percibidos y por ende no son valorados por las personas.

La Reserva Ecológica Banco San Miguel y Bahía de Asunción (REBSM y BA) es un AP de gran importancia, especialmente por ser un sitio de escala de aves migratorias y por contribuir al mantenimiento de los recursos pesqueros de los cuales depende la forma de vida tradicional de los pobladores cercanos a la reserva. La misma es uno de los mayores espacios verdes de la ciudad de Asunción, y su Plan de Manejo se encuentra aún en proceso de elaboración (SEAM y Municipalidad de Asunción 2010).

La investigación proporciona información útil para conocer cuáles son los beneficios sociales (BS) y los beneficios ambientales (BA) percibidos por los usuarios de la reserva, y a la vez tratar de comprender la relación actual de los usuarios con el área. El objetivo planteado fue conocer la percepción de los usuarios sobre los beneficios sociales y ambientales que brinda la Reserva Ecológica Banco San Miguel y Bahía de Asunción e indagar sobre las variables que afectan la misma.

Metodología

La investigación se realizó en la Reserva Ecológica Banco San Miguel y Bahía de Asunción (declarada como tal por Ley 2715/2005), ubicada en 25°15'45.3"S y 57°37'36.9"W, con una superficie de trecientas ha para Banco San Miguel, mientras que la superficie de la Bahía incluye sus lagunas y áreas de inundación (Figura 1).

Según la Dirección General de Estadística Encuestas y Censos (2002) el Banco San Miguel cuenta con una población de 953 habitantes. La investigación fue descriptiva, con enfoque cualitativo. La recolección de datos se hizo por medio de entrevistas a usuarios de la REBSM y BA, y consulta a informantes clave y calificados.

Se utilizó el concepto de usuarios indicado por Parques Nacionales Naturales de Colombia (2005), que incluye a “los actores que están en relación permanente con el área a través del usufructo o uso de los recursos naturales, bienes o servicios ambientales que existan en ella”.

Los usuarios identificados fueron de tres tipos: (a) pobladores del Banco San Miguel, (b) pescadores/lancheros y (c) turistas. Se consideraron las categorías de la siguiente manera: (a) pobladores del Banco San Miguel (BSM): personas que utilizaban la zona como lugar de vivienda permanente; (b) Pescadores/lancheros: personas que realizaban pesca como actividad de subsistencia y/u ofrecen servicio de paseo en lancha; (c) Turistas: personas que se encontraban dentro de los límites de la REBSM y BA realizando actividades recreativas diversas, (incluidos los socios del Club Mbigua). Se entrevistó a hombres y mujeres de 18 años o más. Se siguió la metodología recomendada por

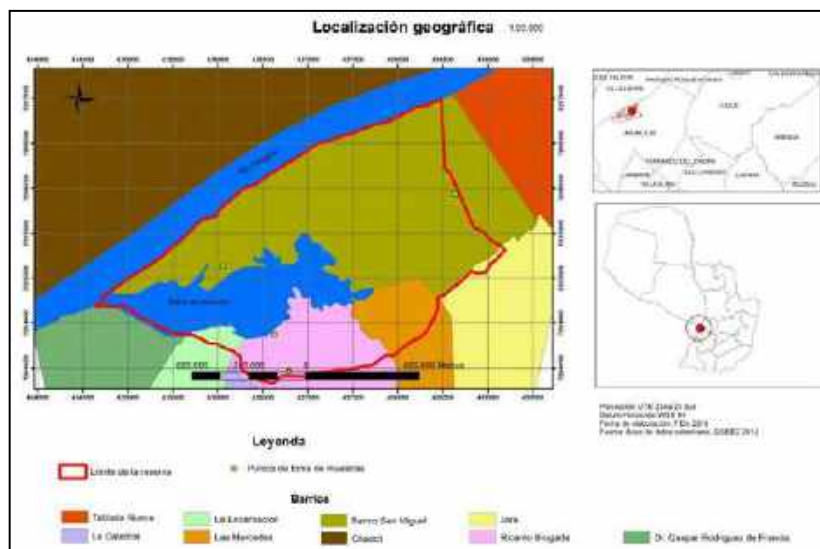


Figura 1: Límites de la Reserva Ecológica Banco San Miguel y Bahía de Asunción. Paraguay.

Hernández et al. (2006) quienes recomiendan entrevistar por lo menos cinco personas por tipo de usuarios. Los informantes calificados consultados fueron un técnico de nivel gerencial de la ONG Guyra Paraguay y un técnico de nivel gerencial de la Secretaría del Ambiente.

Fueron entrevistadas un total de 19 personas (cinco pobladores del Banco San Miguel (BSM), siete pescadores/lancheros, siete turistas). Las variables consideradas fueron: conocimiento sobre existencia del AP; conformidad con la declaración de RESM y BA; conocimiento de la existencia y participación del proceso de elaboración de un Plan de Manejo para la reserva; beneficios ambientales y sociales que brinda la REBSM y BA percibidos por los usuarios.

La herramienta de recolección consistió en un cuestionario mixto con preguntas abiertas y cerradas, compuesto también por preguntas que proveían un listado de beneficios ambientales y sociales que provee el AP (previamente identificados por los autores con base en información bibliográfica y observación directa). Buscando el mayor detalle en las respuestas se permitió hacer combinaciones de opciones y comentarios. Las encuestas se aplicaron entre los meses de abril y julio del 2016.

Resultados y discusión

Todos los entrevistados corresponden a actores del tipo primario (ICF 2014), es decir, que dependen indirecta o directamente de la REBSM y BA, y serán directamente afectados por las acciones futuras del Plan de Manejo del área protegida. Los entrevistados corresponden a personas que habitan dentro de los límites de la reserva.

Todos los usuarios de la categoría pescadores/lancheros y de la de pobladores del BSM conocían que la zona es un AP, mientras que el 14% de los usuarios de la categoría de turistas no tenía conocimiento del hecho. Todos los usuarios consultados manifestaron estar conformes con la declaración de AP para la zona. No obstante, ninguno de los pobladores del BSM y los turistas encuestados tenían conocimiento de la existencia del Plan de Manejo (PM) en desarrollo, ni participaron en el proceso de elaboración del mismo; mientras que un 29% de los usuarios turistas sí conocía de la existencia del Plan de Manejo y de ellos el 14% participó en el proceso elaboración del PM. En cuanto a los beneficios ambientales que brinda la REBSM y BA (Tabla 1), por un lado los pescadores/lancheros y los turistas coincidieron en citar: la provisión de

hábitat para aves migratorias, biodiversidad, y mejora la calidad del aire. Por otro lado el 80% de los usuarios de la categoría de pobladores del Banco San Miguel no percibe ningún beneficio ambiental, y refiere al respecto que la cantidad de residuos y el olor desagradable (originado por la cría de cerdos y el procesamiento de cebo porcino en la zona) disminuye la posibilidad de percibir beneficios ambientales. Estos últimos indicaron que perciben más bien beneficios ambientales para la fauna y no para sí mismos. Al respecto, Pérez (2011) menciona que la principal problemática que se da dentro de las áreas protegidas es la desvinculación de los habitantes de los Planes de Manejo de las mismas y por tal motivo no se reconocen los beneficios que brinda. La situación se da también en los usuarios encuestados de la REBSM y BA (en donde la mayoría menciona no haber participado en el proceso del diseño del Plan de Manejo).

Se evidencia además que mayoría de los pobladores del Banco San Miguel no percibe la existencia de beneficio ambiental alguno que esté relacionado a la REBSM y BA por las prácticas productivas en la zona, y la suma de la sensación de exclusión social de éste grupo por diferentes motivos, pero principalmente por la posibilidad de la consecución de proyectos de infraestructura (Fase II del Proyecto Costanera, también llamado Costanera Norte) y de conservación (como la REBSM y BA) que les expulsan de las que consideran sus tierras por su situación de “ocupantes” (no propietarios). Esto enfocaba el temor de los encuestados en ésta categoría a la posibilidad de ser desalojados de su lugar de vivienda y la atención estaba puesta sobre tema recurrente de su derecho a permanecer en el sitio como pobladores.

Tabla 1. Beneficios ambientales que brinda la REBSM y BA percibidos por los tres tipos de usuarios. Asunción, Paraguay, 2016.

Beneficios ambientales	Pobladores del BSM	Pescadores/Lancheros	Turistas
1. Biodiversidad	NP	NP	29%
2. Hábitat de aves migratorias	NP	43%	NP
3. Mejora la calidad del aire	NP	29%	29%
4. Mejora la calidad del aire- Biodiversidad	NP	14%	NP
5. Mejora la calidad del aire- Reducción ruido	NP	NP	14%
6. Ninguno	80%	NP	NP
7. Regulación de temperatura- Biodiversidad	20%	14%	29%

NP: no percibido

Los beneficios sociales que brinda la REBSM y BS percibidos por todos los usuarios son: provisión de fuente de trabajo y recreación; lugar de vivienda y belleza paisajística (Tabla 2).

Si bien la REBSM y BS resulta un espacio natural que debería ser aprovechado para recibir

información acerca de la naturaleza a través de la educación ambiental, solamente el 14% de usuarios turistas perciben la educación ambiental como beneficio social que brinda la REBSM y BA. Pero éste punto puede deberse al hecho de no haberse implementado aún el Plan de Manejo.

Tabla 2. Beneficios sociales que brinda la REBSM y BA percibidos por los tres tipos de usuarios. Asunción, Paraguay. 2016.

Beneficios sociales	Pobladores del BSM	Pescadores/Lancheros	Turistas
1. Fuente de trabajo, Recreación	NP	43%	NP
2. Lugar de vivienda	80%	NP	NP
3. Lugar de vivienda y recreación	20%	NP	NP
4. Recreación	NP	NP	29%
5. Recreación, belleza paisajística y fuente de trabajo	NP	43%	NP
6. Recreación, Espacio para deporte y Belleza paisajística	NP	14%	57%
7. Recreación, belleza paisajística y educación ambiental	NP	NP	14%

Conclusión

Los usuarios perciben, en diferente medida, los beneficios ambientales y sociales que brinda la REBSM y BA. Los beneficios ambientales mayormente identificados por los usuarios fueron: regulación de la temperatura, biodiversidad y mejora de calidad del aire. En cuanto a los beneficios sociales fueron identificados mayormente: la recreación, espacio para deportes y belleza paisajística. Todos los usuarios están conformes con la declaración del BSM y BA como Reserva Ecológica.

La percepción general es que la condición de la zona como AP no afecta a las actividades cotidianas, por lo que no consideran como una amenaza la creación de la misma. Las variables que influyen en la percepción de los usuarios sobre los BA y BS provistos por la REBSM y BA son el tipo de relación de uso que tienen con la misma (ser pobladores del BSM; pescadores/lancheros; turistas) y el involucramiento en procesos de decisión relacionados con el AP (creación y elaboración del PM). El ordenamiento del uso y la regulación de actividades dentro del AP y en la zona de influencia con la implementación del PM del AP, proporcionará mayor claridad sobre los BS y BA que provee a los usuarios.

Referencias bibliográficas

DNEEC (Dirección Nacional de Estadística, Encuestas y Censos, PY). 2002. Atlas censal del

Paraguay (en línea). Asunción, PY. Consultado 18 dic. 2016. Disponible en <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/Atlas%20Censal%20del%20Paraguay/3%20Atlas%20Asuncion%20censo.pdf>

Dudley, N. 2008. Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Gland, Suiza, UICN. 96 p.

Hernández Sampieri, R; Fernández Collado, C; Baptista Lucio, P. 2010. Metodología de la investigación. 5 ed. México, McGraw-Hill. 656 p.

ICF (Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo forestal, Áreas protegidas y Vida Silvestre, HN). 2014. Guía para la elaboración de planes de manejo en las áreas protegidas del SINAPH. Tegucigalpa. 81 p.

Parques Nacionales Naturales de Colombia. 2005. Caracterización de actores sociales. Bogotá, CO. 58 p.

Pérez Garcés, H. 2011. Conflicto entre la declaratoria de áreas protegidas y las áreas rurales dedicadas a la producción agropecuaria: caso corregimiento de San Cristóbal y San Sebastián de Palmitas en el municipio de Medellín (en línea). Colombia. Consultado 28 ago. 2016. Disponible en <http://tesis.edu.co/conflicto/entredelatoria.pdf>

SEAM (Secretaría del Ambiente, PY); Municipalidad de Asunción, Paraguay. 2010. Resultado de los talleres de planificación del plan de manejo. Asunción, PY, Guyra Paraguay. 35 p.

Estudio de prefactibilidad de uso sustentable del *Hydrochoerus hydrochaeris* (carpincho)

Monserrat García^{1*}, Natalia Peralta¹, Vanessa Valleau¹, Hugo Villalba¹, Carolina Wenninger¹,
Griselda Zárate¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: monsegcalabrese@hotmail.com

Introducción

El carpincho o capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) es el roedor viviente de mayor tamaño y se distribuye desde Panamá hasta Uruguay, ocupando tanto áreas boscosas como sabanas (Arteaga y Jorgenson 2007). En Paraguay, se encuentra distribuido a lo largo de todo el territorio, exceptuando hábitats extremadamente secos en la región norte del Chaco (Neris 2002). Campos-Krauer (2014) señala que las alteraciones antropogénicas que han modificado el Gran Chaco, convirtiendo áreas de bosques secos a pastizales y elevado el número de fuentes permanentes de agua, han propiciado la introducción del carpincho a áreas de Chaco Seco, aumentando así su área de distribución histórica.

A nivel nacional, esta especie sufre de presión por la modificación de sus hábitats naturales, además de la cacería furtiva. Su carne es apreciada por el sabor y las propiedades alimenticias que posee, mientras que el cuero es utilizado para la elaboración de diversos productos y el aceite obtenido como un sub- producto es valorado su cualidad medicinal (Aldana-Domínguez et. al 2007). Si bien el carpincho se encuentra en la categoría de “preocupación menor” de la UICN, y en Paraguay no se encuentra en la “Lista de Especies Amenazadas de Extinción”, la información disponible actualizada sobre la dinámica y densidad de sus poblaciones es limitada. Esto dificulta la elaboración de planes de manejo que contemplen la utilización de la especie y que aseguren la persistencia de sus poblaciones en el medio natural, es decir, enfocados al uso sustentable. Por estas razones se

considera importante la elaboración y aplicación de planes de manejo.

El objetivo general es elaborar una propuesta de infraestructura para la cría *ex situ* intensiva de *Hydrochoerus hydrochaeris* (carpincho).

Metodología

La investigación se realizó durante el periodo febrero-junio del año 2016, en el marco del Programa de Maestría en Manejo de Recursos Naturales y Gestión Ambiental del Territorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Teniendo en cuenta el objetivo general de la investigación, se realizaron revisiones bibliográficas y consultas a especialistas en el área. Así también, se han considerado las características biológicas y ecológicas de la especie, además del contexto geográfico, social y económico. Es importante mencionar que el manejo de *Hydrochoerus hydrochaeris* puede realizarse utilizando las poblaciones silvestres (*in situ*) o mediante la cría intensiva en cautiverio (*ex situ*) (Bolkovick et. al. 2006 y Parra 1978). Para este estudio, se ha seleccionado como estrategia la «cría *ex situ* intensiva».

Resultados y discusión

La técnica de «cría *ex situ* intensiva» permite la exclusión de depredadores terrestres y de otros herbívoros, la protección contra cacería furtiva y facilita la captura de los carpinchos para el control sanitario. Tiene como ventaja además, no afectar la dinámica de las poblaciones silvestres y según Álvarez y Kravetz (2004), otorga a los productos

características que facilitan su introducción al mercado.

Para la creación del rebaño inicial de reproductores se propone extraer del Chaco Seco, cien ejemplares de poblaciones silvestres (84 hembras y 16 machos), previa elaboración de estudios poblacionales de la especie. La ecorregión sugerida para la extracción de los ejemplares reproductores corresponde al Chaco Seco, debido a que los cambios antropogénicos ocurridos en el área han favorecido al aumento del área de distribución del carpincho, convirtiéndola en una especie invasora (Campos-Krauer 2014).

La captura de animales juveniles se realizará mediante trampas de tipo Tomahawk. Se contará además con jeringas-proyectiles, aplicadas con rifles o pistolas de aire comprimido, las cuales se cargarán con drogas tranquilizantes, tales como Acepromacina y Xilacina (Gallina y López 2011). Si el animal presenta heridas, golpes o alteraciones será descartado y se procederá a la captura de otro individuo. Posteriormente serán transportados en camiones hasta la finca. Cada animal será inspeccionado, a modo de determinar su estado de salud. Siguiendo las recomendaciones de FAO (2011), se deberá retirar a los animales enfermos, débiles o heridos y pasarlos al corral de enfermería hasta su total recuperación. Durante el proceso de manejo y formación de rebaños se evitará introducir animales de mayor tamaño o de poco peso en relación al promedio del grupo. En cuanto a las instalaciones para el manejo del carpincho, el predio deberá contar con una superficie total de cuatro ha, donde el área de pastura contará con 2,6 ha, las especies vegetales recomendadas para la alimentación del carpincho son *Andropogon selloanus*, *Echinocloa colonum*, *Leersia hexandra*, *Luziola peruviana*, *Sacciolepis myuros*, *Cyperus compressus* y *Fymbristylis dichotoma* (Aldana-Domínguez et al. 2007) y la infraestructura a ser construida abarcará una superficie de 1,3 ha. Esta última dispondrá de: área de reproducción, área para madres con crías, área de destete, área de engorde y corral de enfermería. Para el sacrificio se utilizarán las siguientes áreas: de faena, de lavado, de

refrigeración, de secado, de almacenamiento y de entrega. Para el área de reproducción, se tiene en cuenta la proporción de hembras por macho (7:1), por lo tanto, se ha considerado capturar 84 hembras y 12 machos con una cantidad de reposición de machos equivalente a cuatro, esto con el fin a aumentar la variabilidad genética entre reproductores o de sustituir animales que presentan enfermedades o parásitos. Los 12 machos estarán dispuestos en cada corral de reproducción con su manada correspondiente en una superficie de 400 m² (FAO 2011), es decir; el área total con 12 corrales será de 4.800 m².

En un espacio contiguo se habilitará un corral de 2.400 m² (Sterling 2013), donde las madres; en etapa de gestación, estarán por un periodo aproximado de cinco meses (150 días). Según la FAO (2011) de las 84 hembras, el 85% son fértiles, esto significa que; con un promedio de cuatro crías/madre/año, de 1,5 partos/año y 15% de mortalidad en crías, se obtendrá un total de 367 crías/año, de las cuales 50% serán hembras y 50% machos con un peso promedio de 2 kg. Después de seis a ocho semanas, se dispondrá a las crías en el área de destete, con 4.000 m², es decir; diez m² animal⁻¹, donde las crías serán separadas de las madres al alcanzar pesos de cinco a seis kg. Las mismas serán trasladadas al área de engorde, la cual cuenta con una capacidad de veinte m² animal⁻¹. Las crías alcanzarán el peso ideal para ser sacrificadas (35-40 kg) en un periodo de 5 a 12 meses.

El carpincho necesita agua tanto para beber, así como para la reproducción, defecación y regulación térmica de su cuerpo través de baños regulares (FAO 2011). Razón por la cual todos los corrales deberán disponer de bebederos construidos en hormigón con una capacidad de 200 litros y piscinas de hormigón de 4,2 m³. Se contará además con un corral de enfermería disponible para vacunaciones y control de sanidad, con una superficie de cuarenta m². Para el sacrificio del animal, se contará con un área de sacrificio faena y corte de cincuenta m², donde los ejemplares serán insensibilizados con la pistola de perno cautivo, considerado un método seguro y humanitario. Se colocarán los ganchos

de izado en las extremidades del carpincho y se procederá al izado.

Luego de las operaciones de sacrificio, se obtendrán productos cárnicos, subproductos comestibles y no comestibles. La sangre del animal será recogida en un recipiente de acero inoxidable, antes de ser conducida a su destino final. El animal será lavado en un área de nueve m², donde se retirará el excedente de sangre y otras impurezas. Se almacenará la carne fresca en una cámara frigorífica de seis m² hasta su comercialización (Quiroga y Álvarez-Méndez 2014, López-Arévalos et al. 2014). La piel será retirada y llevada al área de secado, la cual comprende 50 m², donde se pesarán en kg y se colgarán, posteriormente se las mantendrá en proceso de deshidratación por algunos días. Terminado el proceso de secado, las pieles serán llevadas al sitio de almacenamiento de 12 m², donde se dispondrán apiladas antes de ser despachadas para ser transportadas a las curtiembres (López-Arévalos et al. 2014). Todo este proceso debe ser fiscalizado por un inspector autorizado, a modo de definir si el producto es apto para el consumo humano. Posterior a esto, el producto final será almacenado en un área de 20 m², hasta su comercialización. Los principales productos que pueden ser obtenidos son: carne, cuero, grasa y sangre; los cuales se podrán comercializar a restaurantes, curtiembres, industrias farmacéuticas e industrias alimenticias, respectivamente. La ganancia Neta Anual estimativa del proyecto después del sexto año es de 401.103.708 guaraníes por año con una inversión inicial de 485.052.156 guaraníes, con un valor actual neto de 23.226.721 guaraníes y una tasa interna de retorno del 13%.

Conclusión

El *Hydrochoerus Hydrochaeris* es una especie apta para la explotación comercial en el Paraguay, tanto por las características ecológicas de la región como por las características biológicas del carpincho, como su alta tasa reproductiva y plasticidad ecológica; además del valor económico y cultural asignado por las propiedades de su carne, cuero y grasa. Sin

embargo, se recomienda realizar investigaciones puntuales en los sitios que se consideren utilizar para el establecimiento del criadero, como estudios de factibilidad económica.

Así también, se requiere la realización de estudios poblacionales de la especie a modo de seleccionar el área propicia para la extracción de los reproductores, y para la obtención de los permisos requeridos para dicha actividad. La ejecución de un plan para el uso sostenible del carpincho en el Paraguay constituirá una herramienta válida para fomentar su conservación, ya que los productos obtenidos sustituirán a otros comercializados de manera ilegal, cuya producción no ha sido planificada a modo de lograr una explotación sostenible a largo plazo. Además, el fomento a actividades de producción de esta especie será favorable para la creación de nuevas fuentes de ingresos económicos para ciudadanos que tradicionalmente se han dedicado a rubros como la agricultura y la ganadería.

Referencias bibliográficas

- Aldana Domínguez, J; Vieira-Muñoz, M; Ángel-Escobar, D. 2007. Estudios sobre la ecología del Chigüiro (*Hydrochoerus Hydrochaeris*): enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia (en línea). Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbol. Consultado 30 jun. 2016. Disponible en http://www.bdigital.unal.edu.co/6719/1/ESTUDIOS_SOBRE_LA_ECOLOGIA_DEL_CHUGIG%C3%9CRO.pdf
- Álvarez, M; Kravetz. FO. 2004. Propuesta de aprovechamiento sustentable del carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Rodentia) en Argentina. Libro de Resúmenes VI Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía y Latinoamérica (en línea). Iquitos, PE. Consultado 30 jun. 2016. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Martin_Alvarez2/publication/237573912_Propuesta_para_el_aprovechamiento_sustentable_del_carpincho_\(Hydrochoerus_](https://www.researchgate.net/profile/Martin_Alvarez2/publication/237573912_Propuesta_para_el_aprovechamiento_sustentable_del_carpincho_(Hydrochoerus_)



hydrochaeris_RODENTIA)_en_Argentina/
links/5491a2eb0cf2f3c6657b6ff3.pdf

- Arteaga, MC; Jorgenson, JP. 2007. Hábitos de desplazamiento y dieta del capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en la Amazonia Colombiana. *Mastología Neotropical* 14(1):11-17. Consultado 24 mar. 2017. Disponible en <http://www.scielo.org.ar/pdf/mznt/v14n1/v14n1a02.pdf>
- Bolkovic, ML; Elisetch, M; Quintana, RD; Rabinovich, J. Ramadori, D. 2006. Manejo de fauna silvestre en la Argentina: programas de uso sustentable, Proyecto El Carpincho (en línea). Buenos Aires, AR, Dpto. de Ecología, Genética y Evolución, FCEN, UBA, Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Consultado 25 abr. 2016. Disponible en <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/DFS/File/08%20Proyecto%20Carpincho.pdf>
- Campos-Krauer, JM; Wisely, SM; Benitez, IK. Robles, V; Golightly, RT. 2014. Rango de hogar y uso de hábitat de Carpinchos en Pastizales recién invadido en el Chaco Seco de Paraguay. *Theyra BR* 5(1):61-79. Consultado 28 abr. 2016. Disponible en <http://www.mastozoologiamexicana.org/doi/10.12933/theyra-14-177/theyra-14177.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, EC) 2011. Manual para manejo de capibaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*): capacitación, diseño y asesoría técnica para la implementación de zocriaderos productivos en la comuna Indillama en la cuenca media baja del río Napo (en línea). Quito, EC. 22 p. Consultado 30 jun. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/climatechange/34141-0647a3f33cc0ab8d6a898a53133d8085e.pdf>
- Gallina, S; González, C. 2011. Manual de técnicas para el estudio de la Fauna. México, Universidad Autónoma de Querétaro. 390 p.
- López Arévalos, HF; Sánchez Palomino, P; Montenegro, O. 2014. El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación (en línea). Bogotá, CO. 438 p. Consultado 30 jun. 2016. Disponible en http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/content/icn/publicaciones/bibliotecajjt/CHIGUIROS_Agosto_30_de_2014_E-book.pdf
- Neris, N; Colmán, F; Ovelar, E; Sukigara, N; Ishii, N. 2002. Guía de mamíferos medianos y grandes del Paraguay. Asunción, Paraguay, Secretaría del Ambiente.
- Parra, R, A. Escobar, E. González-Jiménez. 1987. El Chigüire, su potencial biológico y su cría en confinamiento. 1:83-94. *In*: Informe anual 1978. Venezuela, Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía Universidad Central de Venezuela.
- Quiroga, G.; Álvarez-Méndez, O. 2014. Buenas prácticas en el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Fernández, H; Sánchez-Palomino, P; Montenegro, O (Eds.). El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquia colombiana: ecología, manejo sostenible y conservación. Bogotá, Colombia. p. 363-396.
- Sterling, RL. 2013. Zoocria: Universidad Nacional abierta y a distancia escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente (en línea). 154 p. Consultado 30 may. 2016. Disponible en http://datateca.unad.edu.co/contenidos/103400/Modulo_Zoocria.pdf

Relaciones entre características socioeconómicas y tipo de atributo más valorado por usuarios de un área verde urbana en Asunción, Paraguay

Miriam Alejandra Canclini González^{1*}, Lourdes González Soria¹,
Claudia Patricia Ferreira Mosqueira¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: malecanclini@gmail.com

Introducción

Las áreas verdes urbanas (AVU) son consideradas de vital importancia en las ciudades, no sólo por poseer una influencia positiva en la calidad de vida de las personas, sino también por los beneficios ambientales que brindan.

Los beneficios sociales que proveen las AVU son la salud física y mental (Kaplan 2001), la intervención en la identidad sociocultural y seguridad de la población residente y la educación (Sorensen et al. 1998).

Los beneficios ambientales de las AVU incluyen el mejoramiento de la calidad del aire (Gómez 2005), la disminución del ruido exterior, la conservación de la biodiversidad y contribuyen a la normalización de los procesos hidrológicos urbanos (Priego 2011).

El crecimiento urbano acelerado que se está dando actualmente ratifica la necesidad de contar con áreas verdes en las ciudades, es por esto que la comunidad debería reconocer los beneficios que proveen las AVU; no obstante, existe escasa información que presenta cuál es la percepción que los usuarios de estos espacios tienen acerca de estos beneficios.

El objetivo del presente trabajo fue “establecer relaciones entre características socioeconómicas y tipo de atributo más valorado por usuarios de un área verde urbana en Asunción”.

Metodología

La investigación se desarrolló en el Parque de la Salud del IPS (PSIPS) situado en el barrio Santo Domingo en la ciudad de Asunción, Paraguay. El mismo cuenta con una superficie de 19 ha, de las cuales 6 ha están cubiertas con vegetación original y/o introducida, recibe aproximadamente 1.000 personas por día en

temporada alta (primavera y verano) según datos de la administración del mismo (Administración PSIPS 2016). La investigación fue de carácter descriptivo, transversal.

La herramienta de relevamiento de datos consistió en una encuesta aplicada de manera aleatoria a una muestra del total de usuarios del parque, conformada por un total de 100 personas mayores de edad (62 mujeres y 38 varones).

En esta investigación se analizaron la combinación de las variables socioeconómicas: género, formación académica y nivel de ingresos con los atributos más valorados del parque. Se solicitó al encuestado dar un orden de importancia a los atributos que le fueron presentados acorde a los considerados más relevantes desde su perspectiva (1: más importante; 2: menos importante).

Se realizó una prueba piloto de la encuesta (con diez personas) para ajustar la herramienta. El muestreo definitivo se desarrolló durante la última semana de julio y la primera semana de agosto del 2016. La toma de datos se realizó todos los días de la semana (lunes a domingo), en dos franjas horarias (9:00 a 11:00 y 16:00 a 19:00). La interpretación de los datos se hizo por medio de estadística descriptiva y representaciones gráficas.

Resultados y discusión

Se presentan los resultados de la cantidad de veces que se seleccionó (v.s.) un atributo según características socioeconómicas de los usuarios. Con respecto a la relación de la variable género del entrevistado y los atributos más valorados (Figura 1), se encontró que los tres atributos que ocupan el primer lugar, señalados más veces por las mujeres fueron, en orden decreciente: diversidad y riqueza de especies vegetales (29

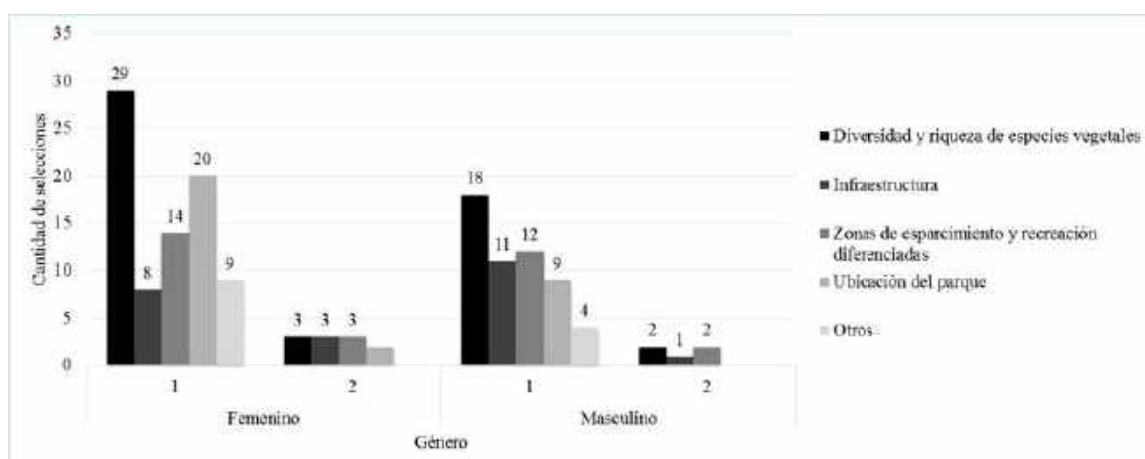


Figura 1. Atributos del PSIPS más valorados, según género de los usuarios del PSIPS. Asunción, 2016. Grado de importancia otorgado se representa con 1 (más importante) y 2 (menos importante).

v.s.); ubicación del Parque (20 v.s.) y zonas de esparcimiento y recreación diferenciadas (14 v.s.). Por su parte los atributos indicados más veces por los varones como más importantes fueron, en orden decreciente: diversidad y riqueza de especies vegetales (18 v.s.); zonas de esparcimiento y recreación diferenciadas (12 v.s.) e infraestructura (11 v.s.). En la opción “otros”, las mujeres citaron atributos tales como: la seguridad, el diseño diferente y entretenido, y la sensación de tranquilidad.

En la misma opción, los hombres citaron la seguridad, la limpieza y el entorno agradable.

Este resultado coincide con los obtenidos por González (2005) donde no se encontraron

diferencias importantes en cuanto a la percepción según género, acerca de la importancia de los jardines de la ciudad de Colima, México. Por el contrario, en la investigación realizada por Franco (2015) en el Parque y Ciclovía de San Lorenzo, Paraguay, sí se hallaron diferencias en cuanto al valor que los hombres y mujeres dieron a los atributos: el género femenino prefirió las “zonas de esparcimiento y recreación diferenciadas para adultos y niños”, y el género masculino seleccionó a la “diversidad de especies vegetales”.

En la Tabla 1 se puede apreciar cómo está compuesta la muestra según Formación académica y Nivel de ingresos de los usuarios encuestados del PSIPS.

Tabla 1. Cantidad de personas según Formación académica y Nivel de ingresos de los usuarios encuestados del Parque de la Salud del IPS, Asunción. 2016.

Variable	Formación académica				Nivel de ingresos					Nr
	Primaria	Secundaria	Terciaria	*Sin ingresos	< sueldo mínimo	Sueldo mínimo	Uno a tres veces el sueldo mínimo	> tres veces el sueldo mínimo		
Cantidad	3	20	77	32	3	9	30	22	4	

*Este segmento incluyó a amas de casa y estudiantes. Nr: no responde

Según formación académica (Figura 2), las personas con nivel académico terciario seleccionaron como más importante la diversidad de especies vegetales (37 v.s.); en segundo lugar (21 v.s.), las zonas de esparcimiento y recreación diferenciadas.

Las personas con nivel académico secundario, pudieron en primer lugar a la diversidad de especies vegetales (20 v.s.), y en segundo lugar (9 v.s.) a la infraestructura; así también las personas con formación académica primaria

distinguieron en primer lugar a la diversidad de especies vegetales (3). Franco (2015), en su investigación realizada en la Ciclovía de San Lorenzo, encontró diferencias en la percepción de los usuarios según formación académica; los usuarios con formación terciaria destacaron la diversidad de especies vegetales como más importante, difiriendo con los de formación secundaria, quienes prefirieron las zonas de esparcimiento diferenciadas.

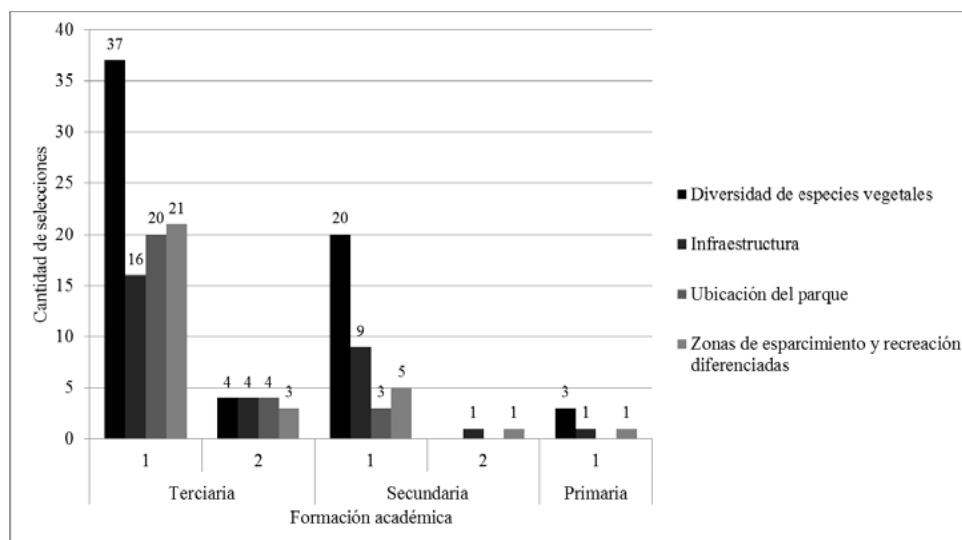


Figura 2. Atributos más valorados del parque, según formación académica de los usuarios del PS del IPS. Asunción, 2016. Grado de importancia otorgado se representa con 1 (más importante) y 2 (menos importante).

Las personas sin ingresos (Figura 3) señalaron que los atributos más importantes son la diversidad y riqueza de especies vegetales (14 v.s.) y las zonas de esparcimiento y recreación diferenciadas (13 v.s.), en segundo lugar dejaron a la ubicación (10 v.s.). En este nivel de importancia los usuarios con un ingreso menor al sueldo mínimo indicaron que la diversidad de especies vegetales y zonas de esparcimiento y recreación diferenciadas (2 v.s.) son los atributos que ellos más valoran. Los que tienen un sueldo mínimo como ingreso valoran a la diversidad de especies vegetales (5 v.s.) y a las zonas de esparcimiento y recreación diferenciadas (4 v.s.). Los encuestados que afirmaron ganar entre uno a tres veces el sueldo mínimo dan importancia a

la diversidad de especies vegetales (13 v.s.) y a la ubicación (12 v.s.), luego a las zonas de esparcimiento y recreación diferenciadas (7 v.s.). Los que tienen un ingreso mayor a tres veces el sueldo mínimo identificaron a la diversidad y riqueza de especies vegetales (9 v.s.) y a la infraestructura (7 v.s.), siendo la ubicación y las zonas de esparcimiento y recreación diferenciadas seleccionadas solo 3 veces.

Así también, Priego et al. (2010), en su estudio pudieron evidenciar la influencia de la variable socioeconómica en la opinión de ciudadanos de acerca de los usos y beneficios que los espacios naturales brindan a la comunidad.

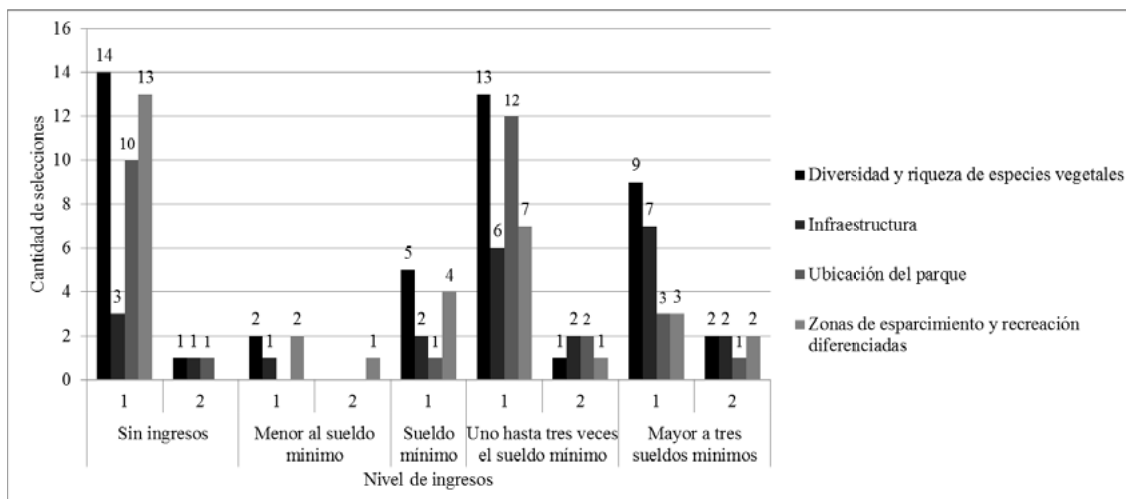


Figura 3. Atributos más valorados del parque, según categoría de ingresos de los usuarios del PS del IPS. Asunción, 2016. Grado de importancia otorgado se representa con 1 (más importante) y 2 (menos importante).

Conclusión

El atributo más valorado tanto por el género femenino como por el masculino fue la diversidad y riqueza de especies vegetales, y aunque varía la cantidad de veces que seleccionan los otros atributos, no se nota una diferencia muy marcada en la preferencia.

En relación a la formación académica, personas con formación secundaria y terciaria, que son la mayoría de los usuarios del PSIPS, coincidieron en la relevancia en primer lugar de la diversidad y riqueza de especies vegetales.

Al analizar por segmentos relacionados a ingresos, nuevamente se observó que la diversidad y riqueza de especies vegetales fue seleccionada más veces por los integrantes de cada uno las cinco categorías. La ubicación, y zonas de esparcimiento y recreación diferenciadas, también son apreciadas en coincidencia.

La percepción sobre el valor de los atributos de ésta área verde urbana por usuarios difiere muy poco entre género, formación académica y nivel de ingresos. Los atributos diversidad y riqueza de especies vegetales, y zona de esparcimiento diferenciadas para adultos y niños son los más apreciados por todos los segmentos de las categorías socioeconómicas.

Referencias bibliográficas

- Administración PSIPS (Administración del Parque de la Salud del Instituto de Previsión Social). 2016. Parque de la Salud. Asunción, Paraguay. 3 p.
- Franco, M. 2015. Beneficios ambientales y sociales del parque y ciclovia municipal de San Lorenzo como área verde, desde la percepción de los usuarios. Tesis Ing. Amb. San Lorenzo, PY, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. 110 p.
- Gómez, F. 2005. Zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. *Revista Ciudad y Territorio Estudios Territoriales* 37(144):417-436.
- González, C. 2005. Percepción y características de la vegetación y la disposición espacial y formal de los jardines en la ciudad de Colima (en línea). Tesis Msc Arq. Colima, MX, 198 p. Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Colima. Consultado 15 nov. 2016. Disponible en http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Carlos_Alberto_Glez_Larios.pdf
- Kaplan, R. 2001. The nature of the view from home: psychological benefits. *Environment and Behavior* 33(4):507-542.

- Priego, C. 2011. Naturaleza y sociedad: el valor de los espacios verdes urbanos (en línea). Madrid, ES, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Consultado 6 set. 2015. 50 p. Disponible en http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/natur_y_sociedad_primeras_p%C3%A1ginas_tcm7-203293.pdf
- Priego, C; Breuste, J; Rojas, J. 2010. Espacios naturales en zonas urbanas: análisis comparado de la ciudad alemana de Halle y las chilenas de San Pedro de la Paz y Talcahuano (en línea). Revista Internacional de Sociología 68(1):199-224. Consultado 24 abr. 2016. Disponible en <http://revintsociologia.revistas.csic.es/index.php/revintsociologia/article/view/176>
- Sorensen, M; Barzetti, V; Keipi, K; Williams, J. 1998. Manejo de áreas verdes (en línea). Washington, US. Consultado 02 nov. 2016. Disponible en http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/80827/mod_resource/content/1/Manejo%20de%20las%20areas%20verdes%20urbanas_BM_1997.pdf

Fertilización nitrogenada, orgánica y órgano mineral en mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)

Victor Antonio Ramirez Peralta^{1*}, Marcos Fabián Sanabria Franco¹, Guido Ronaldo Samudio Cardozo¹, María del Pilar Galeano Samaniego¹, Carlos Andrés Leguizamón Rojas¹, César Arnaldo Caballero Mendoza¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: gsamudio08@gmail.com

Introducción

La mandioca es un rubro agrícola de gran importancia en la agricultura paraguaya por sus múltiples usos pues se destina para el consumo humano, animal y como materia prima para las industrias. En el período agrícola 2009/2010 la superficie cultivada fue de 177.480 hectáreas con un rendimiento promedio de 14.785 kg ha⁻¹ (MAG/DCEA 2010).

El mayor volumen de producción se concentra en los Departamentos de San Pedro, Caaguazú, Canindeyú, Caazapá, Alto Paraná e Itapúa, que totalizan más del 60 % del área cultivada en el país (CODIPSA 2010). Debido al bajo rendimiento obtenido en la actualidad, surge la necesidad de adoptar la fertilización orgánica y mineral como una estrategia para aumentar la productividad de este rubro.

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de fertilizante nitrogenado, orgánico y órgano mineral en el rendimiento de la mandioca.

Metodología

El experimento fue realizado en el Departamento de Caaguazú, Distrito de Caaguazú, durante el periodo comprendido entre los meses de agosto de 2015 a julio del 2016. Las condiciones generales de Caaguazú se destacan por presentar temperatura media de 22,5°C y una precipitación media anual de 1.450 mm (DGEEC 2015). El suelo del área experimental fue clasificado como *Rhodic Paleudult* de textura arenosa (López et al. 1995).

El análisis químico del suelo de la camada superficial de 0-20 cm realizado antes de la instalación del experimento presentó los siguientes resultados: pH= 5,5; Mat. Org.= 0,69%; P= 2,76 mg kg⁻¹; Ca⁺²= 0,80 cmol_c kg⁻¹; Mg⁺²= 0,28 cmol_c kg⁻¹; K⁺= 0,07 cmol_c kg⁻¹; Al⁺³= 0,00 cmol_c kg⁻¹.

El diseño experimental fue de parcelas subdividas, siendo colocadas en las parcelas principales dosis de estiércol bovino y en las subparcelas dosis de nitrógeno. La dosis de estiércol bovino evaluadas fueron 0, 15, 30 t ha⁻¹, la dosis de nitrógeno fueron 0, 40, 80, 120, 160 kg ha⁻¹. A partir de la combinación de los factores estudiados (dosis de estiércol y dosis de nitrógeno) se evaluaron 15 tratamientos, con cuatro repeticiones, totalizando 60 unidades experimentales. Cada unidad experimental contó con una superficie de 15 m² (5 m de largo y 3 m de ancho), con un total de área experimental de 900 m², con un área útil de seis m². Cada unidad experimental contó con cinco hileras y seis plantas a una distancia de 1 m entre hileras x 0,50 m entre plantas, con una densidad de 20.000 plantas ha⁻¹. La parcela útil consistió en las tres hileras centrales, eliminando las dos hileras de los extremos para evitar el efecto borde. Los tratamientos fueron dispuestos a campo en bloques completos al azar. La mandioca utilizada fue de la variedad Tacuara Pytã, plantada en agosto de 2015. La parcela fue preparada convencionalmente 30 días antes de la plantación mediante una arada y su respectiva rastreada con implementos agrícolas a tracción animal, posteriormente se realizó la aplicación de estiércol bovino al voleo antes de la plantación una vez calculadas y pesadas las cantidades

de acuerdo a los tratamientos. El fertilizante nitrogenado se aplicó en forma fraccionada 50% en base y 50% en cobertura. En todos los tratamientos se aplicaron 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅, y 50 kg ha⁻¹ de K₂O, las cuales fueron aplicados en base y en forma localizada 30 días después de la plantación. Las fuentes utilizadas para nitrógeno, fósforo y potasio fueron: urea, superfosfato triple y cloruro de potasio, respectivamente. La cosecha se realizó a los 11 meses después de la plantación en forma manual.

Las variables evaluadas fueron rendimiento de raíces comerciales, no comerciales y rendimiento total de raíces. Los datos fueron analizados estadísticamente y sometidos a la prueba de comparación de medias con el test de Tukey al 5 % de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Los valores medios del rendimiento de raíces comerciales y no comerciales se presentan en la Tabla 1, y los valores medios del rendimiento total en la Tabla 2. No hubo interacción significativa entre las dosis de fertilización nitrogenada y las de estiércol bovino para dichas variables.

De acuerdo al análisis de varianza no se verificó diferencias significativas entre las dosis

de N para la variable rendimiento de raíces comerciales y no comerciales (Tabla 1). En relación a la fertilización con estiércol bovino se observa que hubo diferencia significativa. El tratamiento sin aplicación de estiércol presentó la menor media para la variable rendimiento de raíces comerciales difiriendo de las demás dosis. Por otra parte, se logró mayor rendimiento con la dosis 30 t ha⁻¹ para las raíces no comerciales, no se presentó diferencias significativas entre el tratamiento sin aplicación de estiércol y la dosis de 15 t ha⁻¹ para esta variable.

El efecto de dosis de estiércol bovino en el rendimiento comercial se ajustó a una ecuación $y = 0,4127x + 36,123$ en donde el coeficiente de determinación fue $R^2 = 0,78$ y en el rendimiento no comercial se ajustó a una ecuación $y = 0,0507x + 6,19$ en donde el coeficiente de determinación fue $R^2 = 0,60$, que indica que hubo un 412,7 y 50,7 kg ha⁻¹ de aumento por cada t ha⁻¹ de estiércol bovino aplicado y en donde el 78 y 60% de los rendimientos se debe al factor estiércol bovino y el restante a otros factores.

Los resultados obtenidos en relación al rendimiento, coinciden con lo reportado por Brabo et al. (2012), quienes en investigaciones realizadas en dos municipios de Paraná no obtuvieron respuestas a la aplicación de N en

Tabla 1. Rendimiento de raíces comerciales y no comerciales en función a la aplicación de dosis de N y estiércol bovino. Caaguazú, Paraguay 2016.

Factores	Rendimiento de raíces comerciales	Rendimiento de raíces no comerciales
Dosis de estiércol bovino (t ha⁻¹)	-----kg ha ⁻¹ -----	
0	34.249 b**	6.553 b
15	46.063 a	6.231 b
30	46.629 a	8.071 a
Dosis N (kg ha⁻¹)		
0	37.971 ^{ns*}	6.882 ^{ns}
40	42.996	6.344
80	42.232	6.669
120	45.189	7.650
160	43.182	7.211
CV (%)	17,46	19,42

*ns= no significativo al 5% de probabilidad de error por el test de Tukey. CV: Coeficiente de variación.

**Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

el cultivo de mandioca. Santos (2006), estudió los efectos de las dosis de estiércol bovino en el rendimiento de la batata y mencionó que los mayores rendimientos de raíces comerciales fueron obtenidos con estiércol, provocando aumentos de hasta 154 % en relación al testigo.

En la Tabla 2, se observa que no se verificó diferencia significativa entre las dosis de N para la variable rendimiento total de raíces. El promedio del rendimiento total en función a la aplicación de N fue de 49.265 kg ha⁻¹. El tratamiento sin aplicación de estiércol bovino arrojó el menor rendimiento, difiriendo estadísticamente de los demás tratamientos, no se presentó diferencia significativa entre las dosis 15 y 30 t ha⁻¹ para la variable rendimiento total de raíces. El efecto de dosis de estiércol bovino en el rendimiento total de raíces de mandioca se ajustó a una ecuación lineal $y = 0,4633x + 42,313$ que indica que hubo un 463,3 kg ha⁻¹ de aumento en el rendimiento total por cada t ha⁻¹ de estiércol bovino aplicado. El coeficiente de determinación fue $R^2 = 0,87$ en donde el 87% del rendimiento total se debió al factor estiércol bovino y el restante a otros factores.

Los resultados de este trabajo concuerdan con lo reportado por Fidalski (2000), quien menciona que la fertilización nitrogenada no presenta aumento de rendimiento en la producción de raíces de mandioca. En un trabajo realizado por Beraldo et al. (2013), constataron que para la variable rendimiento de raíces de mandioca, la fertilización con estiércol de gallina presentó un incremento del 19% en comparación al testigo. Sanabria (2016), en un trabajo de investigación realizado en el Departamento de Caaguazú-Paraguay sobre la fertilización orgánica y fosfatada en el cultivo de mandioca obtuvo incrementos en el rendimiento de las raíces en especial con el uso del estiércol bovino, donde las dosis de 15 y 30 t ha⁻¹ del estiércol superaron estadísticamente al testigo sin enmienda obteniendo valores aproximados de 40.000 y 55.000 kg ha⁻¹, respectivamente. Estos resultados son similares a los obtenidos en este trabajo, en donde se resalta el rendimiento obtenido con el uso del estiércol bovino superando considerablemente al promedio nacional.

Tabla 2. Rendimiento total de raíces de mandioca en función a la aplicación de dosis de N y estiércol bovino. Caaguazú, Paraguay 2016.

Dosis de N (kg ha ⁻¹)	Rendimiento total de raíces (kg ha ⁻¹)			Promedio
	Dosis de estiércol bovino (t ha ⁻¹)			
	0	15	30	
0	36.038	46.504	52.017	44.853 ^{ns}
40	44.392	51.588	52.042	49.340
80	37.825	52.921	55.958	48.901
120	39.921	59.021	59.575	52.839
160	45.833	51.438	53.908	50.393
Promedio	40.802 b**	52.294 a	54.700 a	49.265
CV (%)				14,94

ns= no significativo al 5% de probabilidad de error por el test de Tukey, CV: Coeficiente de variación, **Letras diferentes en filas indican diferencias significativas por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Conclusión

La adición de estiércol bovino incrementa el rendimiento de raíces comerciales, no comerciales y el rendimiento total de raíces. Por otro lado, la aplicación de Nitrógeno no influye en el incremento de las mismas.

Referencias bibliográficas

- Brabo, R; Souza, M; Rodrigues, E. 2012. Doses de NPK na adubação de mandioca (*Manihot esculenta*) variedade Paulozinho em Moju – Pará (en línea). Revista Raízes Amidos Tropicais 8:65-70. Consultado 18 de oct. 2016. Disponible en [http://C:/Users/hp%20620/Downloads/1072-7142-1-PB%20\(6\).pdf](http://C:/Users/hp%20620/Downloads/1072-7142-1-PB%20(6).pdf)
- Beraldo, A; Silva, AC; Narita, N. 2013. Produção de raízes de mandioca e propriedades química e física do solo em função de adubação com esterco de galinha (en línea). Pesquisa Agropecuaria 43(3):247-254. Consultado 18 oct. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pat/v43n3/a01.pdf>
- CODIPSA (Compañía de Desarrollo y de Industrialización de Productos Primarios SA). 2010. Producción de mandioca para uso industrial (en línea). Paraguay. 130 p. Consultado 3 nov. 2015. Disponible en <http://www.codipsa.com.py/docs/PRODUCCION-MANDIOCA-FINAL.pdf>
- DGEEC (Dirección General de Estadística, Encuesta y Censos). 2015. Atlas censal del Paraguay (en línea). Asunción, PY. 88 p. Consultado 13 nov. 2015. Disponible en <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones20PParagua.pdf>
- Fidalski, J. 2000. Respostas da mandioca à adubação NPK e calagem em solos arenosos do Noroeste do Paraná (en línea). Pesquisa agropecuária 34(8):1353-1359. Consultado 18 oct. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n8/7696.pdf>
- MAG/DCEA (Ministerio de Agricultura y Ganadería/Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias, PY). 2010. Censo agropecuario 2010. Asunción, PY, MAG/DCEA. 105 p.
- López, O; González, E; Llamas, P; Molinas, A; Franco, E; García, S; Ríos, E. 1995. Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay (en línea). Consultado 20 de ago. 2015. Disponible en <http://www.geologiadelparaguay.com/Estudio-de-Reconocimiento-de-Suelos-Regi%C3%B3n-Oriental-Paraguay.pdf>
- Sanabria, M. 2016. Fertilización fosfatada con enmienda orgánica en el cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Asunción Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. 80 p.
- Santos, J. 2006. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de materia orgânica (en línea). Horticultura Brasileira 24(1):103-106. Consultado 18 oct. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pat/v43n3/a01.pdf>



Fertilización potásica, con enmienda orgánica e inorgánica en mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)

Guido Ronaldo Samudio Cardozo^{1*}, Marcos Fabián Sanabria Franco¹, Victor Antonio Ramirez Peralta¹, María del Pilar Galeano Samaniego¹, Carlos Andrés Leguizamón Rojas¹, César Arnaldo Caballero Mendoza¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: gsamudio08@gmail.com

Introducción

La disminución de la productividad de los cultivos está íntimamente ligada a la disminución de la fertilidad del suelo. Según Salazar et al. (2002), el uso continuo de fertilizantes químicos con la poca utilización de abonos orgánicos, hace que se agote aceleradamente el contenido de materia orgánica del suelo, lo cual al transcurrir del tiempo hace que el suelo pierda su fertilidad. Sumado a esto Cadavid (2008) menciona que la mandioca extrae grandes cantidades de nutrientes del suelo, principalmente potasio, debido a esto los suelos plantados con mandioca pierden sus reservas de potasio fácilmente, presentándose así deficiencias, disminución del rendimiento y la baja calidad de las raíces. Los fertilizantes químicos combinados con las enmiendas orgánicas e inorgánicas podrían ser utilizados para mejorar las propiedades del suelo y aumentar el rendimiento.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización potásica y de enmiendas orgánicas e inorgánicas y las combinaciones de los mismos en el cultivo de mandioca.

Metodología

El experimento se realizó en una finca agrícola ubicada en el Distrito de Caaguazú, Departamento de Caaguazú, entre los meses de agosto de 2015 y julio de 2016. El suelo predominante en el área es Rhodic Paleudult (Ultisol), de textura arenosa (López et al. 1995). El análisis químico del suelo de la camada superficial 0-20 cm realizado antes de la instalación del experimento presentó

los siguientes resultados: pH=5,5; Materia Orgánica= 0,69%; P= 2,76 mg kg⁻¹; Ca⁺²=0,80 cmol_c kg⁻¹; Mg⁺²=0,28 cmol_c kg⁻¹; K⁺=0,07 cmol_c kg⁻¹; Na⁺= 0,02; Al⁺= 0 cmol_c kg⁻¹.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar dispuestos en parcelas subdivididas, en el cual las parcelas principales fueron ocupadas por las enmiendas y las subparcelas por las dosis de potasio (K₂O).

Las enmiendas evaluadas consistieron en el estiércol bovino (20 t ha⁻¹), ceniza (1 t ha⁻¹) y el testigo sin enmienda. Las dosis de potasio estudiadas fueron: 0, 40, 80, 120 y 160 kg ha⁻¹. A partir de la combinación de los factores estudiados se obtuvieron 15 tratamientos con cuatro repeticiones, realizando las evaluaciones en la parcela útil de cada unidad experimental.

Las ramas semillas de mandioca variedad Tacuara Pytã, fueron plantadas a finales de agosto de 2015, posterior a la preparación del terreno con una arada y rastreada a tracción animal, con distanciamiento de 1 m entre hileras y 0,5 m entre plantas y una densidad de 20.000 plantas ha⁻¹. La cosecha se realizó en forma manual 10 meses después de la plantación. El estiércol bovino se aplicó al voleo en toda el área y la ceniza se aplicó en bandas superficiales a una distancia de 20 cm aproximadamente de las hileras incorporando levemente al suelo con azada. El fertilizante potásico se aplicó en forma localizada a una distancia de 10 a 20 cm de las hileras, 30 días después de la plantación. En todos los tratamientos se aplicaron 60 kg ha⁻¹ de N y 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅, las cuales fueron aplicados

30 días después de la plantación. El fósforo se aplicó en base, mientras que el nitrógeno se aplicó en forma fraccionada 50% en base y 50% en cobertura. Las fuentes utilizadas para potasio, nitrógeno y fósforo fueron: Cloruro de potasio, Urea y Superfosfato triple, respectivamente.

Las variables evaluadas fueron rendimiento de raíces comerciales, no comerciales y rendimiento total de raíces. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y las medias comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Los valores medios del rendimiento de raíces comerciales y no comerciales se presentan en la Tabla 1, y los valores medios del rendimiento total de raíces se presentan en la Tabla 2. Se observa que no hubo interacción entre las dosis de K_2O y las enmiendas.

En la Tabla 1, se puede observar que las dosis de K_2O no afectaron significativamente en el rendimiento de raíces comerciales y no comerciales de la mandioca. Sin embargo las enmiendas tuvieron influencia significativa para estas variables. Con respecto al rendimiento de raíces comerciales se puede observar que el mayor rendimiento se obtuvo con la aplicación de estiércol bovino con $47,12 \text{ t ha}^{-1}$, seguido del tratamiento con ceniza con $40,18 \text{ t ha}^{-1}$ y el tratamiento con menor rendimiento es el testigo sin enmienda, alcanzando un promedio de $34,28 \text{ t ha}^{-1}$ de raíces de mandioca. En cuanto al rendimiento de raíces no comerciales se puede observar que la aplicación del estiércol bovino presentó un mayor rendimiento con una producción de $9,56 \text{ t ha}^{-1}$, que estadísticamente es diferente al testigo sin enmienda en donde se obtuvo el menor rendimiento con $8,01 \text{ t ha}^{-1}$, el cual es estadísticamente igual al tratamiento donde se aplicó ceniza con un rendimiento de $8,55 \text{ t ha}^{-1}$ raíces de mandioca.

Tabla 1. Rendimiento de raíces comerciales y no comerciales de mandioca en función a la aplicación de dosis de K_2O y las enmiendas. Caaguazú, Paraguay 2016.

Factores	Rendimiento comercial (t ha^{-1})	Rendimiento no comercial (t ha^{-1})
Enmiendas		
Sin enmienda	34,28 c**	8,01 b
Ceniza (1 t ha^{-1})	40,18 b	8,55 ab
Estiércol bovino (20 t ha^{-1})	47,12 a	9,56 a
Dosis K_2O (kg ha^{-1})		
0	39,20 ^{ns*}	8,90 ^{ns}
40	39,78	9,03
80	40,00	8,29
120	41,42	8,47
160	42,23	8,84
CV (%)	14,75	17,62

*ns= Diferencias no significativas al 5% de probabilidad de error por el test de Tukey.

CV: Coeficiente de variación. **Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

En la Tabla 2, se puede observar que las dosis de K_2O no presentaron diferencias significativas. El promedio de rendimiento obtenido fue de $49,23 \text{ t ha}^{-1}$ de raíces de mandioca.

Por otro lado las enmiendas tuvieron influencia

significativa para este parámetro y fueron estadísticamente diferentes entre sí. El mayor rendimiento de raíces se obtuvo con el estiércol bovino alcanzando un rendimiento de $56,68 \text{ t ha}^{-1}$ y con un aumento del 34% en comparación al testigo, seguido de la ceniza con una producción

Tabla 2. Rendimiento total de raíces de mandioca en función a la aplicación dosis de K_2O y las enmiendas. Caaguazú, Paraguay 2016.

Dosis de K_2O ($kg\ ha^{-1}$)	Rendimiento total de raíces ($t\ ha^{-1}$)			Promedio
	Tipos de enmiendas			
	Sin enmienda	Ceniza ($1\ t\ ha^{-1}$)	Estiércol ($20\ t\ ha^{-1}$)	
0	40,61	47,55	56,15	48,10 ns*
40	40,85	49,19	56,4	48,81
80	43,37	46,48	55	48,29
120	42,16	50,22	57,29	49,89
160	44,44	50,22	58,53	51,07
Promedio	42,29 c**	48,73 b	56,68 a	49,23
CV (%)				11,65

*ns= no significativo al 5% de probabilidad de error por el test de Tukey. CV: Coeficiente de variación. **Letras diferentes en filas indican diferencias significativas por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

de $48,73\ t\ ha^{-1}$ y un aumento del 15,2% en comparación al testigo y el testigo sin enmienda que arrojó el menor rendimiento con una producción de $42,29\ t\ ha^{-1}$ de raíces de mandioca.

Los resultados obtenidos respecto a las variables mencionadas son similares con los resultados obtenidos por Pacheco et al. (2013), quienes reportan que el manejo nutricional con fertilización potásica en el cultivo de mandioca no afectó el rendimiento de las raíces, con las dosis de 0, 30, 60 y $90\ kg\ ha^{-1}$ de K_2O respectivamente.

Cenoz et al. (2000), en un experimento realizado en Corrientes-Argentina, sobre el efecto de los macronutrientes en el desarrollo y rendimiento de mandioca, mencionan que no se produjo incrementos significativos en el rendimiento con la dosis probada de $120\ kg\ ha^{-1}$ de K_2O en comparación al testigo.

Por otro lado Silva (2012), en investigaciones realizadas en Brasil sobre uso eficiente de estiércol bovino en cultivo de mandioca, concluyó que la productividad de las raíces fue superior en relación al tratamiento que se mantuvo sin enmiendas durante todo el ciclo, coincidiendo así con esta investigación.

Ojeniyi et al. (2009), en un experimento realizado en Nigeria sobre la influencia de la

ceniza vegetal en el crecimiento de las raíces de mandioca, obtuvieron resultados significativos utilizando las dosis de 0; 1,25; 2,50; 3,75 y $5\ t\ ha^{-1}$. El mayor rendimiento se obtuvo con la dosis de $2,50\ t\ ha^{-1}$ la cual fue superior al testigo, obteniendo resultados similares a este trabajo.

Conclusión

El estiércol bovino promueve el incremento del rendimiento de raíces comerciales, no comerciales y rendimiento total de raíces. La adición de ceniza por su parte promueve el incremento del rendimiento de raíces comerciales y el rendimiento total de raíces. Por otro lado las diferentes dosis de K_2O no favorecieron en el incremento de las mismas.

Referencias bibliográficas

- Cadavid, L. 2008. Fertilización del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) (en línea). Colombia, CO. 55 p. Consultado 2 dic. 2015. Disponible en <http://ciat-library.ciat.cgiar.org:8080/jspui/bitstream/123456789/1334/1/capitulo05.pdf>
- Cenoz, P; López, A; Burgos, A. 2000. Efecto de los macronutrientes en el desarrollo y rendimiento de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) (en línea). Corrientes, AR. 3 p. Consultado 3 nov. 2015. Disponible en <http://www.unne.edu>

ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/5_agrarias/a_pdf/a_061.pdf

- López, O; González, E; Llamas, P; Molinas, A; Franco, E; García, S; Ríos, E. 1995. Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay (en línea). Paraguay. Consultado 20 ago. 2015. Disponible en <http://www.geologiadelparaguay.com/Estudio-de-Reconocimiento-de-Suelos-Regi%C3%B3n-Oriental-Paraguay.pdf>
- Ojeniyi, S; Ezekiel, P; Asawalam, D; Awo, A; Odedina, S; Odedina, J. 2009. Root growth and NPK status of cassava as influenced by oil palm bunchash(en línea). Nigeria, NG. 6p. Consultado 29 oct. 2016. Disponible en www.ajol.info/index.php/ajb/article/viewFile/62392/50363-PB.pdf
- Pacheco, T; Emerin, J; Bitencourt, J; Modolon, A; Modolon, V; Poletto, N. 2013. Efeito da adubação potássica nas variáveis de planta da cultura da mandioca cultivada no extremo Sul Catarinense (en línea). Santa Catarina, BR. 3 p. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/1220/709>
- Salazar, E; López, J; Zúñiga, R; Vázquez, C; Fórtiz, M; Vital, J. 2002. Uso y aprovechamiento del estiércol como alternativa nutricional en invernadero (en línea). Durango, MX. 12 p. Consultado 4 nov. 2015. Disponible en http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio5/02uso_estiercol.pdf
- Silva, M. 2012. Uso eficiente de esterco bovino na cultura da mandioca em Planossolo Háplico (en línea). Brasil. 41 p. Consultado 3 oct. 2016. Disponible en <http://rei.biblioteca.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/586/1/MSA11072014.pdf>

Azospirillum brasilense asociado al nitrógeno en maíz (*Zea mays*), en un oxisol de textura arcillosa

Maicon Diego Altmayer Rockenbach¹, Jimmy Walter Rasche Alvarez^{1,2*}, Adriano Rodríguez Bündchen¹, Julio Cesar Karajallo¹, Simeón Aguayo Trinidad¹

¹Facultad de Ingeniería Agronómica, Filial Itakyry, Universidad Nacional del Este. Itakyry, Paraguay.

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: jwrasche@yahoo.com.ar

Introducción

Según datos de la CAPECO (2016), el área sembrada de maíz en el Paraguay presentó gran incremento en un intervalo de diez años, pasando de 440.000 ha de siembra en el año de 2003, para 983.899 ha en 2013/14. En cuanto a rendimiento, también se puede observar una variación en los números, mientras que en 2003 el rendimiento promedio fue de 2.545 kg ha⁻¹, en 2013 se logró un rendimiento de 4.000 kg ha⁻¹. En este intervalo de tiempo los picos de rendimiento llegaron a 4.651 kg ha⁻¹ en el año 2006, 4.746 kg ha⁻¹ y 4.244 kg ha⁻¹, en los años de 2010 y 2011, respectivamente.

El nitrógeno, es el nutriente que más limita la producción del maíz, ya que actúa en la actividad fotosintética, participando en varias funciones, en la molécula de la clorofila, y que aunque representa el 78% en composición del aire de la atmósfera, no está disponible para la absorción de las plantas (Taiz y Zeiger 2004), generalmente es el fertilizante que representa el mayor costo de la fertilización en el cultivo del maíz.

Alarcón y Ferreira-Cerrato (2000) mencionan que existen bacterias benéficas que colonizan las raíces de las plantas, conocidas como rizobacterias, como *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium* o *Azospirillum*. También son capaces de estimular el crecimiento de las plantas a través de la síntesis de reguladores de crecimiento como auxinas, citocininas y giberelinas. Lana et al. (2012) mencionan que inoculando *Azospirillum brasilense* en la semilla, la bacteria promueve mayor desarrollo foliar, aumentando la parte aérea verde de la planta y aumentando el volumen radicular.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta del maíz a la aplicación de diferentes dosis de *A. brasilense* con y sin el uso de nitrógeno.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el distrito de Mbaracayú, Alto Paraná, Paraguay. Localizado a 25° 10' 04.07" S y 54° 57' 07.00" O, entre los meses febrero y julio del año 2015. Durante el experimento hubo un registro de 740 mm de lluvia. Según López et al. (1995) el suelo predominante de la zona está clasificado como Rhodic Paleudox, textura arcillosa, constituido por material de origen basáltico. La parcela donde se estableció el cultivo agrícola está siendo manejada en sistema de siembra directa hace por lo menos diez años.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, con arreglo bi-factorial, con 8 (ocho) tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 32 unidades experimentales. Los tratamientos evaluados fueron las diferentes dosis de inoculantes a base de *A. brasilense* en semillas de maíz en el momento de la siembra, con y sin la aplicación de nitrógeno, la aplicación se hizo en los estadios V5 y V8 en la forma de urea (90 kg ha⁻¹ de N).

Cada unidad experimental contó con 9 líneas de maíz sembradas a una distancia de 0,45 m y 4 m de largo, con 3 plantas por metro lineal con un espaciado de 1 m entre cada unidad, y de 0,8 m por cada bloque, con una superficie de 16,2 m². El área útil de cada unidad experimental fue de 2,0 m x 2,25 m, totalizando así 4,5 m².

La siembra se realizó el 10 de febrero del 2015, en forma mecánica, con una sembradora de 9 (nueve) líneas acoplada a un tractor, teniendo en cuenta el tamaño de las parcelas y la cantidad de líneas ya determinadas en el diseño experimental. El híbrido usado fue Pioneer 30K73.

La inoculación del *A. brasilense* en la semilla se realizó momentos antes de la siembra, según recomendaciones del fabricante, y se utilizó una calda (mezcla de agua y producto) de 2.000 mL para 100 kg de semillas. No se utilizó ningún insecticida y/o fungicida en el momento de la inoculación para evitar daños a los microorganismos. Se realizó una fertilización de base con 300 kg ha⁻¹ del fertilizante 00-20-20, en el momento de la siembra, sin aplicación de N de base, debido a que se sembró sobre rastrojo de soja. La aplicación de N se realizó en dos momentos, un total de 90 kg ha⁻¹ de nitrógeno en cobertura. La primera aplicación se dio en el estadio V5 (03 de marzo del 2016), con una cantidad de 30 kg de N ha⁻¹, y la segunda aplicación fue cuando más de la mitad de las plantas llegaron al estadio V8 (fecha 24 de marzo del 2016), con una aplicación de los 60 kg de N ha⁻¹ restantes.

Para el control de enfermedades causadas por hongos se realizaron aplicaciones preventivas de fungicidas a base de Azoxistrobin + Tebuconazole, con una dosis de 360 mL ha⁻¹, combinado con 300 mL ha⁻¹ de aceite vegetal, a los 60 días de la siembra de la unidad experimental, utilizando pulverizadora autopropelida. Para el control de malezas se realizó una aplicación de herbicida a base de Atrazina 90%, en una dosis de 2 kg ha⁻¹ en fecha 16 de febrero del 2015, una semana después la siembra. En cuanto al control de plagas se utilizaron químicos con formulaciones basadas en Imidacloprid 60% + Lambdacialotrina 10%, en una dosis de 330 mL ha⁻¹, en dos oportunidades, 16/02/2015 y 24/02/2015. También se realizó una aplicación de Tiametoxan 70%, 66 g ha⁻¹, para control de chinches en los primeros días de la emergencia del maíz.

Se determinó la altura de plantas a los 60 días de

la siembra y al final del ciclo, el diámetro del tallo a los 60 días de la siembra, diámetro y longitud de la mazorca en la cosecha y finalmente el rendimiento de granos del maíz. Para determinar el rendimiento de granos se midió la producción de 4,5 m², para los demás parámetros se tomaron 10 plantas de maíz o 10 mazorcas por unidad experimental, de acuerdo a la medición realizada. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza, considerando como un experimento bifactorial y cuando presentaron diferencia significativa se aplicó el test de Tukey.

Resultados y discusión

No se observó interacción significativa entre la inoculación de *A. brasilense* con la fertilización nitrogenada para ninguna de las características evaluadas, por lo tanto los resultados son presentados independientemente para los factores de fertilización nitrogenada e inoculación con *A. brasilense*.

La altura de planta a los 60 días fue influenciada por la aplicación de N, siendo mayor la altura donde fue aplicado N (202,9 cm) que sin aplicación de N (195,4 cm) (Tabla 1). Era esperado mayor altura de planta con la aplicación de N, pues este actúa en el crecimiento vegetativo, en la división y expansión celular y en el proceso fotosintético (Taiz y Zeiger 2004). A los 110 días de la siembra la altura de plantas fue similar entre los tratamientos con y sin aplicación de N (Tabla 1). Parece ser que la aplicación de N permite mayor rapidez en el crecimiento del maíz, sin embargo, no afecta la altura final de las plantas. La altura de plantas de maíz no fue influenciada por la inoculación con *A. brasilense* en las dos fases de evaluación, observándose valores medios de 141,7 y 246,6 cm a los 60 y 110 días, respectivamente. Lana et al. (2012) y Dartora et al. (2013) tampoco verificaron respuesta del cultivo de maíz en relación a altura de planta y la inoculación con *A. brasilense* cuando asociaron con la fertilización nitrogenada.

Hubo efecto de la fertilización nitrogenada sobre el diámetro del tallo del maíz a los 60 días de la siembra (Tabla 1). No así por la aplicación de *A.*

Tabla 1. Altura de plantas de maíz a los 60 y 110 días de la siembra, diámetro del tallo a los 60 días de la siembra por efecto de la aplicación de nitrógeno y dosis creciente de *Azospirillum brasilense*. Mbaracayu, Alto Paraná, 2015.

Aplicación de N	Altura a los 60 días (cm)	Altura a los 110 días (cm)	Diámetro del tallo (mm)
Sin N	195,4 b**	230,5 ^{ns}	24,7 b**
Con N	202,9 a	230,8	26,1 a
Dosis de <i>Azospirillum</i>			
Sin inoculante	196,1 ^{ns}	230,1 ^{ns}	24,6 ^{ns}
½ de la dosis de <i>Azospirillum</i>	199,5	228,9	25,2
1 dosis de <i>Azospirillum</i>	201,5	233,9	25,9
2 veces la dosis de <i>Azospirillum</i>	199,8	229,7	25,9
CV (%)	3,39	2,24	4,58

** Significativo a $P \leq 0,01$; Medias seguidas por letras diferentes en la columna difieren estadísticamente entre sí. ^{ns}: No significativo, CV: Coeficiente de variación.

brasilense. El maíz almacena gran parte de las reservas de almidón, en las hojas y en el tallo y esta reserva es utilizada posteriormente en el llenado de granos. En este caso, la aplicación de N proporcionó un incremento del diámetro del tallo de 5,7% en relación al testigo. Esto significa que la planta tendrá más reservas en el momento del llenado de granos. Kappes et al. (2013) verificaron aumento en el diámetro del tallo de maíz con la aplicación de 90 kg de N ha⁻¹. Al contrario del presente trabajo, Dotto et al. (2010) no verificaron efecto de la inoculación o de la aplicación de N sobre diámetro del tallo del maíz.

Hubo efecto de la fertilización nitrogenada sobre el diámetro de mazorca, longitud de mazorca y el rendimiento de granos y de la aplicación de *A. brasilense* sobre el diámetro de mazorca (Tabla 2).

El diámetro y la longitud de mazorcas aumentaron en 2,2% y 4,3%, respectivamente por efecto de la aplicación de N. El diámetro de mazorca también fue mayor cuando fue aplicada dos veces la dosis de *A. brasilense* (2,9%), en comparación con el tratamiento sin aplicación de *A. brasilense*. Mazorcas de mayor diámetro y tamaño tienden a proporcionar mayor rendimiento de granos, como lo observado por

Tabla 2. Diámetro de mazorca, longitud de mazorca y rendimiento de granos por efecto de la aplicación de nitrógeno y dosis creciente de *Azospirillum brasilense*. Mbaracayu, Alto Paraná, 2015.

Aplicación de N	Diámetro de mazorca (cm)	Longitud de mazorca (cm)	Rendimiento de granos (kg ha ⁻¹)
Sin N	4,46 b**	16,1 b **	7366 b **
Con N	4,56 a	16,8 a	8027 a
Dosis de <i>Azospirillum</i>			
Sin inoculante	4,46 b *	16,1 ^{ns}	7515 ns
½ de la dosis de <i>Azospirillum</i>	4,49 ab	16,4	7494
1 dosis de <i>Azospirillum</i>	4,55 ab	16,7	7789
2 veces la dosis de <i>Azospirillum</i>	4,59 a	16,7	7988
CV (%)	2,37	2,78	6,97

** Significativo a $P \leq 0,01$; * Significativo a $P \leq 0,05$; Medias seguidas por letras diferentes en la columna difieren estadísticamente entre sí. ^{ns}: No significativo, CV: Coeficiente de variación.

Repke et al. (2013) quienes encontraron fuerte correlación positiva entre el diámetro y longitud de mazorca con la productividad de granos de maíz.

En relación al rendimiento de granos, la aplicación de N propició aumento de 661 kg ha⁻¹ (9,0%) cuando comparado con el tratamiento sin aplicación de N. La aplicación de dos veces la dosis de *A. brasilense* propició aumento numérico de 473 kg ha⁻¹, cuando comparado con el testigo, sin embargo, no se observó diferencia significativa en el rendimiento de granos. Driutti et al. (2005), a diferencia del presente trabajo, encontraron diferencia de 1080 kg ha⁻¹ en el rendimiento del maíz con la aplicación del inoculante. Kappes et al. (2013) sostienen haber conseguido rendimiento 9,7% superior en maíz con la utilización de las bacterias del género *A. brasilense*. La falta de respuesta se pudo haber dado por la abundante lluvia durante el ciclo del cultivo, lo que pudo por un lado haber afectado la actividad de los organismos y por otro lado la dinámica de crecimiento de la planta, debido a que la misma no tuvo que gastar energía en aumento de la longitud radicular del maíz para explorar el suelo en busca de agua y nutrientes en mayor profundidad.

Conclusión

La aplicación de nitrógeno permite aumento de altura de planta a los 60 días y aumento del diámetro, longitud y rendimiento de granos de maíz. El *A. brasilense* promueve aumento significativo en el diámetro de la mazorca, sin afectar las demás variables analizadas.

Aunque en el presente experimento no hubo respuesta en el rendimiento de maíz por efecto de la inoculación se observa una tendencia de aumento de rendimiento cuando se aplica la dosis o dos veces la dosis recomienda de *A. brasilense* comparado con el tratamiento sin inoculación

Referencias bibliográficas

Alarcón, A; Ferrera-Cerrato, R. 2000. Biofertilizantes: importancia y utilización en la agricultura. Agricultura Técnica en México 26(2):191-203.

CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y oleaginosas, Paraguay). 2016. Área de siembra, producción y rendimiento de maíz (en línea). Consultado 28 dic. 2016. Disponible en <http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento>

Dartora, J; Guimarães, VF; Marini D; Sander, G. 2013. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 17(10):1023–1029.

Dotto, AP; Lana, MC; Steiner, F; Frandoloso, JF. 2010. Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes níveis de nitrogênio. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 5:376-382.

Driutti Artenio, A; Iglesias, M; Traut, CO; Mansilla, N. 2005. Ensayo de inoculación con *Azospirillum brasilense* en maíz cultivado en suelos de corrientes. In Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones científicas y tecnológicas 2005. Resistencia, AR. (Resumen: A-061).

Kappes, C; Arf, O; Vlentini Arf, M; Ferreira, JP; Dal Bem, EA; Portugal, JR; Gonçalves Vilela, R. 2013. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. Semina: Ciências Agrárias 34(2):527-538.

Lana, MC; Dartora, J; Marini, D; Hann, JEH. 2012. Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize. Revista Ceres 59:399-405.

López Gorostiaga, O; González Erico, E; de Llamas, PA; Molinas M, AS; Franco S, ES. García, S; Ríos A, EO. 1995. República del Paraguay: mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental. Asunción, Wiliam Heintz Map Corporation. Esc. 1:500.000. Color.

Repke, RA; Silva C, SJ; Da Silva, CJ; Figueiredo, PG; Bicudo, SJ. 2013. Eficiência do *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo 12(3):214-226.

Taiz, L; Zeiger, E. 2004. Fisiologia vegetal. 3 ed. Porto Alegre, Brasil, Artmed. 384 p.

Yeso agrícola y su efecto en el cultivo de maíz zafrita

Adriano Rodríguez Bündchen¹, Jimmy Walter Rasche Alvarez^{1,2*}, Maicon Diego Altmayer Rockenbach¹, Julio Cesar Karajallo¹, Simeón Aguayo Trinidad¹

¹Facultad de Ingeniería Agronómica, Filial Itakyry, Universidad Nacional del Este. Itakyry, Paraguay.

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: jwrasche@yahoo.com.ar

Introducción

El azufre es un nutriente esencial para las plantas y su disponibilidad depende de factores ambientales como la cantidad de sulfato que cae con la lluvia, como de factores relacionados al manejo del cultivo como la fertilización, la acumulación de materia orgánica en el suelo, el pH del suelo y de la cantidad de arcilla que posee el mismo (Rheinhermer et al. 2007).

El yeso agrícola en los últimos años viene siendo considerado como insumo para suplir la necesidad de azufre en los cultivos, principalmente en suelos intemperizados, arenosos o con bajo nivel de materia orgánica, donde además de mejorar las características químicas del suelo en relación a la disponibilidad de calcio, magnesio y aluminio en suelos ácidos, permite a la planta mayor crecimiento radicular absorbiendo el sulfato y otros nutrientes de la camada más profunda del suelo (Tiecher et al. 2012).

Existen varios trabajos que demuestran que la aplicación de yeso agrícola permite translocación de sulfato, calcio y magnesio en profundidad, en consecuencia ocurre disminución de la toxicidad del aluminio y aumento de la disponibilidad de estos nutrientes a la planta, lo que permite que los cultivos puedan aumentar el rendimiento, principalmente en años más secos donde hay indisponibilidad de agua (Santos et al. 2006, Oliveira et al. 2007, Zandoná et al. 2015).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de yeso agrícola como fuente de azufre en siembra directa en el cultivo de maíz.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el distrito de Mbaracayu, Alto Paraná, Paraguay. Localizada a 25° 10' 08.11" S y 54° 57' 09.74" O, entre los meses febrero y julio del año 2015. Durante el experimento hubo 740 mm de lluvia. Según López et al. (1995) el suelo predominante de la zona es un Rhodic Paleudox de textura arcillosa, constituido por material de origen basáltico. La parcela donde se estableció el cultivo agrícola está siendo manejada en sistema de siembra directa hace diez años por lo menos.

El diseño experimental fue bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: T1: Yeso 0 kg ha⁻¹ (0 kg ha⁻¹ de S); T2: Yeso 200 kg ha⁻¹ (36 kg ha⁻¹ de S), T3: Yeso 400 kg ha⁻¹ (72 kg ha⁻¹ de S), T4: Yeso 600 kg ha⁻¹ (108 kg ha⁻¹ de S) y T5: Yeso 800 kg ha⁻¹ (144 kg ha⁻¹ de S), la aplicación del yeso se realizó al voleo inmediatamente después de la siembra del maíz.

Cada unidad experimental contó con 9 líneas de maíz sembrados a una distancia de 0,45 m y 5 m de largo, con 2,5 plantas por metro lineal, con un espaciamiento de 1 m entre unidades experimentales, y de 0,8 m entre bloques. El área útil de cada unidad experimental fue de 2,0 m x 2,25 m.

Se sembró Pioneer 30K73 el 10 de febrero del 2015, de forma mecánica, con una sembradora de 9 (nueve) líneas acoplada a un tractor.

Se realizó una fertilización de base con 300 kg ha⁻¹ del fertilizante 08-20-10 en todos los tratamientos

y 36 kg de N ha⁻¹ en la forma de urea a los 30 días después de la siembra. Para el control de enfermedades causadas por hongos se realizaron aplicaciones preventivas de fungicidas a base de Azoxistrobin + Tebuconazole, con una dosis de 360 mL ha⁻¹, combinado con aceite vegetal 300 mL ha⁻¹, a los 60 días de la siembra, utilizando pulverizadora autopropulsada. Para el control de malezas se realizó una aplicación de herbicida a base de Atrazina 90%, con dosis de 2 kg ha⁻¹ en fecha 16 de febrero del 2015, una semana después de la siembra. En cuanto al control de plagas se utilizaron químicos con formulaciones a base de Imidacloprid 60% + Lambdacialotrina 10%, con dosis de 330 mL ha⁻¹, en dos oportunidades, 16/02/2015 y 24/02/2015. También se realizó una aplicación de Tiametoxan 70%, 66 g ha⁻¹, para control de chinches en los primeros días de la emergencia del maíz.

Se determinó la altura de plantas con 60 y 110 días de la siembra de 10 plantas con ayuda de un flexómetro desde la base hasta la punta de la planta, la longitud de la mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por mazorca, rendimiento de granos del maíz, peso de 1.000 granos y peso hectolítrico. Para determinar el rendimiento de granos se midió la producción de 4,5 m², para el peso de 1.000 granos se tomó al azar muestras de 1.000 granos de cada tratamiento y luego fueron pesados en

una balanza de precisión. El peso hectolítrico se obtuvo pesando 100 mL de granos y para los demás parámetros se tomaron 10 plantas de maíz o 10 mazorcas por unidad experimental, de acuerdo a la medición realizada.

Para los análisis estadísticos se utilizó el Análisis de Varianza (ANAVA) y cuando se presentaron diferencias significativas se aplicó el test de Tukey al 1 y 5% de probabilidad de error. Así también se realizó la curva de regresión ajustado a primer y a segundo orden de acuerdo al ajuste de la curva para las dosis crecientes de yeso en planilla Excel, para obtenerse posteriormente la dosis de máxima eficiencia técnica por medio de derivación de la curva de regresión y máximo valor obtenible de la variable medida por sustitución de la dosis de máxima eficiencia técnica en la ecuación original.

Resultados y discusión

La altura de planta tanto a los 60 días después de la siembra (DDS) como a los 110 DDS no presentó diferencia significativa entre tratamientos. La altura promedio a los 60 DDS osciló entre 215 cm y 222 cm y a los 110 DDS osciló entre 225 cm a 230 cm (Tabla 1). Oliveira et al. (2007) tampoco encontraron efecto de la aplicación de yeso agrícola sobre la altura de planta de maíz. Por su parte Soares (2016) constató disminución

Tabla 1. Altura de planta de maíz a los 60 y 110 días de la siembra, longitud de espiga, número de hileras de granos por mazorca y número de granos por mazorca, por efecto de la aplicación de dosis creciente de yeso en maíz. Mbaracayu, Alto Paraná, 2015.

Dosis de Yeso (kg ha ⁻¹)	Altura de planta (cm)		Longitud de mazorca (cm)	Hileras de granos por mazorca	Granos por mazorca
	60 días	110 días			
0	215 ^{ns}	225 ^{ns}	14,8 c	13,4 ns	460 b
200	221	229	15,3 bc	13,5	497 a
400	222	230	16,3 a	13,4	506 a
600	219	227	16,1 ab	13,3	506 a
800	220	226	16,3 a	13,2	504 a
DMS	12,5	20,1	0,90	0,97	24,5
CV (%)	2,93	4,52	2,93	3,74	2,55

** Significativo a $p \leq 0,01$; Medias seguidas por letras diferentes en la columna difieren estadísticamente entre sí. ^{ns}: No significativo. DMS: Diferencia media significativa; CV: Coeficiente de variación

de altura final de planta con el aumento de la dosis de yeso agrícola en maíz.

La longitud de mazorca aumentó con la aplicación de yeso agrícola respondiendo en forma cuadrática ($y = 14,778 + 0,0044x - 0,000003x^2$; $R^2 = 0,89$), donde la dosis de máxima eficiencia técnica para obtener la mayor longitud de mazorca sería de 733 kg ha⁻¹ de yeso lográndose mazorcas con 16,4 cm. Evidenciando que este componente de la producción es afectado cuando el suelo es deficiente en su capacidad de proveer suficiente cantidad de azufre a la planta. Santos et al. (2006) no observaron aumento de la longitud de mazorcas por efecto de la aplicación de yeso agrícola.

El número de hileras de granos por mazorcas no fue afectado por la aplicación de yeso agrícola, oscilando entre 13,2 a 13,5 cm (Tabla 1). Santos et al. (2006) tampoco observaron efecto de la aplicación de yeso sobre el número de hileras de granos por mazorca.

Por otro lado, el número de granos por mazorca fue mayor en los tratamientos donde se aplicó yeso agrícola que en el tratamiento testigo, no habiendo diferencia entre los tratamientos con aplicación de dosis de yeso (Tabla 1). El aumento del número de granos por mazorca se ajustó a una ecuación de forma cuadrática ($y = 462,61 + 0,1721x - 0,0002x^2$; $R^2 = 0,96$), donde la dosis de máxima eficiencia técnica para obtener el mayor número de granos por mazorca sería de

430 kg ha⁻¹ de yeso agrícola, lo que produciría 499 granos por mazorca.

El rendimiento de maíz aumentó con la aplicación de yeso agrícola, ajustándose a una ecuación cuadrática ($y = 6744,2 + 2,4917x - 0,002x^2$; $R^2 = 0,94$), donde la dosis de máxima eficiencia técnica para obtener el máximo rendimiento sería de 623 kg ha⁻¹ de yeso, lográndose una producción de 7.520 kg ha⁻¹ de granos. Estos datos demuestran que la aplicación de yeso agrícola es importante para obtener aumento de rendimiento en el cultivo de maíz, mismo cuando se considera que este cultivo no es tan exigente en azufre. Estos resultados coinciden con los de Oliveira et al. (2007) y Zandoná et al. (2015), quienes obtuvieron aumento del rendimiento de maíz con la aplicación de yeso agrícola.

El peso de 1.000 granos no fue afectado por la aplicación de yeso agrícola, oscilando el valor del peso 1.000 granos entre 272,7 g a 281,3 g (Tabla 2). Estos resultados concuerdan con los de Oliveira et al. (2007) quienes no observaron aumento en el rendimiento de peso de 100 granos por efecto de la aplicación de yeso. Torres Duggan (2011), que los granos contienen una elevada concentración de aminoácidos azufrados y se considera que una baja disponibilidad de S podría reducir la calidad de estos.

El peso hectolítrico no fue influenciado por la aplicación de yeso agrícola, variando entre 81,2 y 81,3 g hL⁻¹ (Tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento de granos de maíz, peso de 1000 granos y peso hectolítrico por efecto de la aplicación de dosis creciente de yeso en maíz. Mbaracayu, Alto Paraná, 2015.

Dosis de Yeso (kg ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Peso de 1000 granos (g)	Peso hectolítrico (g hL ⁻¹)
0	6.800 b	272,7 ^{ns}	81,2 ^{ns}
200	7.039 ab	273,3	81,2
400	7.455 a	281,3	81,3
600	7.586 a	278,9	81,2
800	7.403 ab	278,6	81,2
DMS	652	22,6	0,78
CV (%)	4,63	4,2	0,50

** Significativo a $p \leq 0,01$; Medias seguidas por letras diferentes en la columna difieren estadísticamente entre sí. ^{ns}: No significativo. DMS: Diferencia media significativa; CV: Coeficiente de variación.

Conclusión

La aplicación de yeso agrícola permite aumento de longitud de mazorcas del maíz, aumento de granos por mazorca y aumento en el rendimiento de granos. La dosis recomendada estaría entre 200 a 400 kg de yeso por hectárea.

Referencias bibliográficas

- López, O; Llamas, P; Molinas, A; Franco S; García, S; Ríos E. 1995. República del Paraguay: mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental. Asunción, Wiliam Heintz Map Corporation. Esc. 1:500.000. Color.
- Oliveira, PSR; Fittipaldi, WLSL; Oliveira Júnior, PR; Gualberto, R; Guimarães AM. 2007. Efeitos de tipos de preparo do solo e uso de gesso agrícola sobre as características químicas e produtividade de milho e braquiária em cultivo consorciado. *Revista Scientia Agraria Paranaensis* 6(1-2):53-65.
- Rheinheimer, DS; Rasche A, JW; Osorio Filho, BD; Silva LS. 2007. Resposta à aplicação e recuperação de enxofre em cultivos de casa de vegetação em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica. *Ciência Rural* 37(2):363-371.
- Santos, JR; Bicudo, SJ; Nakagawa, J; Albuquerque, AW; Cardoso, CL. 2006. Atributos químicos do solo e produtividade do milho afetados por corretivos e manejo do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10(2):323-330.
- Soares, GF. 2016. Gesso e fósforo na sucessão soja/milho safrinha. Tesis de Maestría en Agronomía. Jataí, Goiás, BR, Universidade Federal de Goiás. 74 p.
- Tiecher, T; Rheinheimer, DS; Rasche A, JW; Brunetto, G; Mallmann KFJ; Piccin, R. 2012. Resposta de culturas e disponibilidade de enxofre em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica submetidos à adubação sulfatada. *Bragantia* 71(4):518-527.
- Torres Duggan, M; Rodríguez, MB; Lavado, RS; Melgar, R. 2010. Eficiencia agronómica del azufre elemental relativa a una fuente azufrada soluble en trigo en la Región Pampeana. *Ciencia del Suelo* 28(1):67-77.
- Zandoná, RR; Beutler, NA; Burg, GM; Barreto, CF; Schmidt, MR. 2015. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. *Pesquisa Agropecuaria Tropical* 45(2):128-137.

Respuesta del arroz *Oryza sativa* L. ante la inoculación con bacterias del género *Azospirillum brasiliense* y aplicación de micronutrientes

Maura Díaz Lezcano^{1*}, C. Fiori², L. Ayala¹, F. Yubero³, R. Martínez⁴

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay.

² Universidad Nacional de Asunción, Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas. San Lorenzo, Paraguay.

³ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Químicas. San Lorenzo, Paraguay.

⁴ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Veterinarias. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: maura.diaz@agr.una.py

Introducción

Según la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), citado por Zadeño et al. (2014) ubican al cultivo del arroz, en términos de producción en segundo lugar luego del trigo (*Triticum aestivum*), caracterizándolo como alimento básico para más de la mitad de la población mundial, además de ser el rubro de mayor importancia en el mundo en cuanto a superficie cultivada (Furcal y Herrea 2013).

El cultivo de arroz en Paraguay sigue siendo una actividad relativamente nueva debido a que se utilizan sistemas estándares de producción que en reiteradas ocasiones resulta muy poco amigable con el medio ambiente propiciado por el uso excesivo de agroquímicos y la toma directa de aguas de ríos y arroyos (Lesterhuis y Cartes 2008). Cohener y Aguayo (2009) ubicaron la producción nacional de arroz, en términos de tasa de promedios crecientes de 128,9%, por detrás del trigo con un 135,5%. Datos del MAG (2013), informan que en la zafra 2012/2013 la producción de arroz alcanzó un total de 617.000 t por 98.000 ha siendo el rendimiento de 6.300 kg ha⁻¹. Informes del BCP (2014), exponen una producción de más de 650.000 t en aproximadamente 120.000 ha.

Debido al impacto que genera la utilización de fertilizantes químicos especialmente nitrógeno, el género *Azospirillum* ha sido objeto de estudio desde la década del setenta por su característica fijadora de nitrógeno atmosférico y la de

estimular el crecimiento vegetal permitiendo así un mejor desarrollo de las plantas, en términos fisiológicos y económicos (Pazos et al. 2000). Estas rizobacterias además poseen la capacidad de aumentar la longitud de la planta, la tasa de elongación y densidad de pelos radicales, incremento del área de superficie de la raíz y la tasa de absorción de agua, haciendo que las mismas alcancen mayor profundidad y permitan llegar a capas más profundas posibilitando mayor absorción de agua y minerales contribuyendo de esta manera a la reducción de aplicaciones de fertilizantes nitrogenados (Sarig et al. citados por Faruq et al. 2015). Así mismo, los micronutrientes de cobalto y molibdeno son tradicionalmente utilizados en el tratamiento de semillas de arroz antes de la siembra siendo esenciales para el metabolismo de carbohidratos y proteínas participando en varios sistemas enzimáticos (Freixas et al. 2010, Taiz y Zeiger 2006).

El objetivo del trabajo fue evaluar el desarrollo radicular y la masa seca de partes aéreas y raíces de plantas de arroz *Oryza sativa* L cuyas semillas fueron inoculadas con *Azospirillum brasiliense*.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el invernadero del vivero forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. Se utilizaron semillas de arroz de la variedad EMBRAPA 7 TAIM que fueron previamente inoculadas con cepas de bacterias de *A. brasiliense*. Las mismas fueron sembradas

en 25 macetas de aproximadamente 7 litros que contenían un suelo proveniente de una finca arrocera de la situada a 70 km de la ciudad de Asunción, la misma poseía las siguientes características: pH = 5,0; materia orgánica = 1,21%; P (mg kg⁻¹) = 11,9; Ca⁺² = 2,40; Mg⁺² = 1,41; K⁺ (cmol_c kg⁻¹) = 0,13; Na⁺ = 0,38; Al⁺³ + H⁺ = 0,94, textura arenosa y coloración marrón clara clasificado dentro del Subgrupo de suelos *Typic Albaqualf* (Al) correspondiente al Orden Alfisoles (López et al. 1995). Los tratamientos consistieron en: T₁ (control) = semillas de arroz sin ningún tratamiento, T₂ (Co + Mo) = semillas tratadas con micronutrientes cobalto más molibdeno a razón de 0,3 mL/300 g de semillas, T₃ (Az) = semillas inoculadas con *Azospirillum brasiliense* a razón de 6 mL/300 g de semillas, T₄ (Az+1F) = semillas inoculadas con *A. brasiliense* más una aplicación foliar de 10 mL del inoculante y T₅ (Az+2F) = semillas inoculadas con *A. brasiliense* más dos aplicaciones foliares del inoculante, cada tratamiento contó con cinco repeticiones. Luego del panojamiento y llenado de granos se determinó la longitud radicular en centímetros con ayuda de una regla milimetrada de aproximadamente 50 muestras de plantas que fueron cosechadas y lavadas con abundante

agua corriente. Del mismo modo se determinó el peso seco en gramos de la parte aérea y radicular de las plantas, este proceso se realizó en el Laboratorio de Análisis y Calidad de Semillas de la Facultad de Ciencias Agrarias. Las muestras fueron sometidas a una temperatura de 70°C durante tres días, posteriormente se pesaron en una balanza electrónica.

Las medias fueron sometidas a análisis de varianza, también se aplicó la prueba de Tukey (p<0,05) con la ayuda del programa estadístico Past 3.07® (Hammer et al. 2001). Los resultados de los análisis de datos fueron graficados con Microsoft Office Excel para su discusión.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se observan los datos referentes a la longitud de raíces, la misma muestra que en el tratamiento 2, correspondiente al grupo de semillas tratadas con cobalto más molibdeno (Co+Mo), presentó significancia comparado con el control y el tratamiento 5 que componen semillas inoculadas más dos aplicaciones foliares (Az+2F) pero no así con los tratamientos 3 consistente en semillas inoculadas con

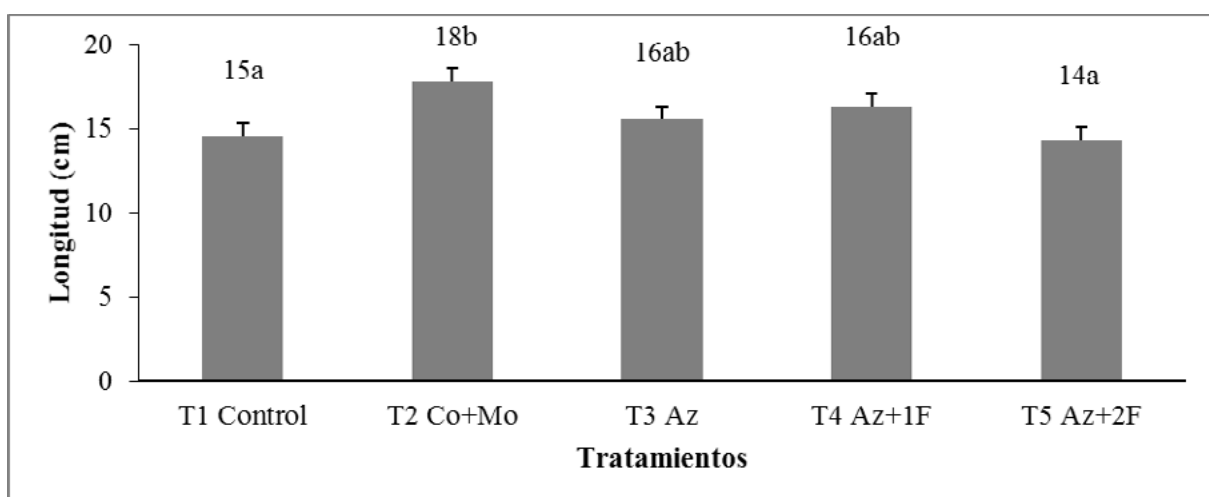


Figura 1. Longitud de raíces (cm) de plantas de arroz provenientes de semillas inoculadas con *A. brasiliense* y tratadas con cobalto más molibdeno. T1: Control, semillas sin ningún tratamiento. T2: Co+Mo, semillas tratadas con cobalto más molibdeno. T3: Az, semillas inoculadas con *A. brasiliense*. T4: Az+1F: semillas inoculadas con *A. brasiliense* más una aplicación foliar. T5: Az+2F: semillas inoculadas con *A. brasiliense* más dos aplicaciones foliares. San Lorenzo, 2015. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<0,05). CV: 19, 92.

Azospirillum brasiliense ni con el tratamiento 4, semillas inoculadas más una aplicación foliar del inoculante (Az+1F).

Experimentos con cobalto y molibdeno en semillas de arroz, demuestran que dichos micronutrientes en dosis de 3 mg L⁻¹ incrementan la tasa de germinación si las mismas están expuestas a una temperatura de 10°C mientras que las dosis de 4,5 mg L⁻¹ entre 10°C y 15°C propician una mayor longitud radicular y masa seca (Santos et al. 2013).

La masa seca de raíces como de la parte aérea no arrojó diferencias estadísticas. Los rangos de pesos obtenidos para la masa seca de las raíces fueron 0,67 g para el tratamiento 2, semillas tratadas con cobalto más molibdeno (Co+Mo) y 0,38 g para el tratamiento 5 en semillas inoculadas más 2 aplicaciones foliares (Az + 2F). Para la masa seca de la parte aérea los valores fueron de 4,28 g para el tratamiento 3 (Az) y 4 g observado en el tratamiento 2 (Co+Mo) (Figura 2).

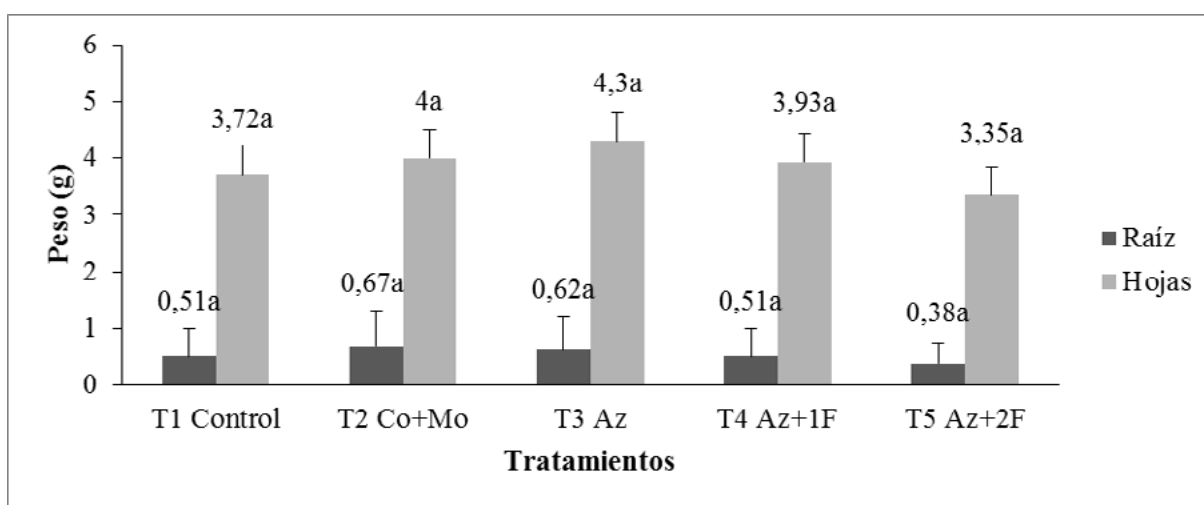


Figura 2. Masa seca de raíces y parte aérea (g) de plantas provenientes de semillas inoculadas con *A. brasiliense* y tratadas químicamente. T1: Control, semillas sin ningún tratamiento. T2: Co+Mo, semillas tratadas con cobalto más molibdeno. T3: Az, semillas inoculadas con *A. brasiliense*. T4: Az+1F: semillas inoculadas con *A. brasiliense* más una aplicación foliar. T5: Az+2F: semillas inoculadas con *A. brasiliense* más dos aplicaciones foliares. San Lorenzo, 2015. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$). CV masa seca de partes aéreas: 42,62; CV masa seca de raíces: 49,88.

Vogel et al. (2014) mencionan que la aplicación de diferentes dosis de *A. brasiliense* practicadas en diferentes especies de poáceas forrajeras ayuda a incrementar la masa seca de solo algunas de ellas mientras que Dartora et al. (2013) indican que la eficacia de la utilización de *A. brasiliense* también depende del nivel de nitrógeno en el suelo, pudiendo éstas reducir su efectividad en concentraciones deficientes como así también en altas concentraciones. Kussell et al. (2005) mencionan que las bacterias han desarrollado mecanismos para mantener la viabilidad celular durante la inanición y reanudar el crecimiento

cuando los nutrientes estén disponibles, éstos incluyen, entre otros una variación de fase que ha sido propuesta como un mecanismo importante por el cual los microorganismos se adaptan a los cambios ambientales tales como las existentes en la rizósfera del suelo (Van den Broek et al. 2005).

Conclusión

La inoculación de semillas de arroz *Oryza sativa* L. con bacterias del género *Azospirillum brasiliense* no propició respuesta significativa en cuanto a la longitud de raíces que con la adición

de micronutrientes de cobalto más molibdeno observado en el tratamiento 2. Así mismo no se observó diferencia significativa entre tratamientos en cuanto al peso de masa seca de partes aéreas ni de las raíces.

Referencias bibliográficas

- BCP (Banco Central del Paraguay). 2014. Estadísticas económicas (en línea). Asunción, Paraguay, BCP. Consultado 16 ago. 2015. Disponible en: <https://www.bcp.gov.py/estadisticas-economicas-i359>
- Cohener, G; Aguayo, E. 2009. Empleo y desarrollo regional de Paraguay: el impacto de la producción de soja y otros factores. *Regional and Sectoral Economic Studies* 9(2):117-142.
- Dartora, J; Guimarães, V F; Marini, D; Sander, G. 2013. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 17(10):1023-1029.
- Faruq, G; Shamsuddin, Z; Nezhadahmadi, A; Prodhon, ZH; Rahman, M. 2015. Potentials of *Azospirillum* spp. for improving shoot and root of a malaysian sweet corn variety (J 58) under *in vitro* condition. *International Journal of Agriculture & Biology* 17(2):395-398.
- Freixas, JA; Reynaldo, IM; Nápoles, MC. 2010. Revisión bibliográfica: influencia de la sequía sobre el metabolismo del nitrógeno fijado durante la simbiosis Bradyrhizobium-soya. *Cultivos Tropicales, Cuba* 31(2):66-73.
- Furcal, BP; Herrera, BA. 2013. Efecto del silicio y plaguicidas del suelo y rendimiento del arroz. *Agronomía Mesoamericana* 24(2):365-378.
- Kussell, E; Kishony, R†; Balaban, NQ; Leibler, S. 2005. Bacterial persistence: a model of survival in changing environments. *Genetics* 169:1807-1814.
- Lesterhuis, AJ; Cartes, JL. 2008. Uso de arrozceras por aves acuáticas en el sur de Paraguay: analizando vacíos de información y necesidades de conservación (en línea). *In* de la Balze, VM; Blanco, DE (eds.): primer taller para la conservación de aves playeras migratorias en arrozceras del Cono Sur. Buenos Aires, Argentina, Wetlands International. Consultado 25 jul. 2015. Disponible en <http://lac.wetlands.org>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias. 2013. Síntesis estadísticas: producción agropecuaria, año agrícola 2012/2013. San Lorenzo, Paraguay, MAG/DCEA. 47 p.
- Pazos, M; Hernández, A; Paneque, M; Santander, JL. 2000. Caracterización de cepas del género *Azospirillum* aisladas de dos tipos de suelos de la localidad de San Nicolás de Bari. *Cultivos Tropicales* 21(3):19-23.
- Sarig, S; Y, Kapulnik; I, Nur; Y, Okon. 1984. Response of non-irrigated Sorghum bicolor to *Azospirillum* inoculation, Jerusalem. *Exp Agric* 20:59-66.
- Santos Da SM; Neumann, V; De Mello Scalcon, R; Zdruikoske, C. 2013. Efeitos do molibdênio e cobalto na germinação e desenvolvimento de plântulas de arroz em baixas temperaturas. *Capa* 5(2): s/p.
- Taiz, L; Zeiger, E. 2006. Fisiología vegetal. Sunderland, USA, Universitat Jaume. v.1. 1265 p. (Col·lecció Ciències Experimentals).
- Vogel, GF; Martinkoski, L; Ruzicki, M. 2014. Efeitos da utilização de *Azospirillum brasilense* em poáceas forrageiras: importâncias e resultados. *Agropecuária Científica no Semi-Árido* 10(1):1-6.
- Van Den Broek, D; Bloemberg, GV; Lugtenberg, B. 2005. The role of phenotypic variation in rhizosphere Pseudomonas bacteria. *Environ Microbiol* 7:686-1697.
- Zadeño, VAR; Carbonell, NB; Avalo, LY. 2014. Evaluación agronómica y medioambiental del uso de la paja de arroz como substrato en la producción de biogás. *Ciencia e Interculturalidad* 15(2):137-145.

Rendimiento, nivel de azufre en el grano y exportación del azufre en el cultivo de soja en un suelo arcilloso

Laura Raquel Quiñónez Vera^{1*}, Jimmy Walter Rasche Alvarez¹, Diego Augusto Fatecha Fois¹, Carlos Andrés Leguizamón Rojas¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: lauryqv@gmail.com

Introducción

El azufre es un nutriente esencial en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Ahamad et al. (2005) indican que existe una tendencia positiva en el rendimiento y la calidad de los cultivos más exigentes y los que requieren en menor proporción este nutriente.

En el Paraguay la producción de granos está basada principalmente en el cultivo de soja, manejado en el sistema de sistema de siembra directa. La soja es considerada una alta extractora de nutrientes del suelo, siendo uno de ellos el S. Los suelos donde se cultiva soja contienen arcillas ricas en óxido de Fe y Al y pueden presentar deficiencia de nutrientes por el bajo el nivel de materia orgánica (Rheinheimer et al. 2005).

El uso de yeso agrícola podría ser considerado una importante fuente de S, que además proporciona un acondicionamiento temporal mediante la formación de pares iónicos con el Al⁺³, favoreciendo el crecimiento de las raíces, mejor aprovechamiento de nutrientes y mayor volumen de agua en profundidad.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta a la aplicación de yeso agrícola en el cultivo de soja.

Metodología

Se instaló un experimento en la Región Oriental en el departamento de Alto Paraná, localizado en el distrito de Minga Porá, en las coordenadas 24°52'57,53" S y 54°53'57,25" O, con altitud de 282 msnm.

El suelo del área experimental pertenece a un Rhodic Paleudult de textura arcillosa muy fina clasificado por López et al. (1995) manejado en sistema de siembra directa. El análisis químico del suelo de la camada superficial de 0- 0,20 m realizado antes de la instalación del experimento presentó los siguientes resultados: pH= 4,7; Materia Orgánica= 4,19%; S= 7,02 mg dm⁻³; P= 13,1mg dm⁻³; Ca⁺²= 2,66 cmol_c kg⁻¹; Mg⁺²= 1,30 cmol_c kg⁻¹; K⁺= 0,41 cmol_c kg⁻¹; Al⁺= 1,25 cmol_c kg⁻¹. Por lo que inicialmente fueron aplicados 2.500 kg ha⁻¹ de cal agrícola dolomítica a fin de neutralizar la acidez potencial.

El diseño experimental fue un arreglo factorial en parcelas subdivididas en fajas con dos factores. La parcela principal correspondió al factor A: dosis de yeso (0, 100, 200, 400, 800 y 1.600 kg ha⁻¹), y la subparcela al factor B: aplicación (primera con efecto residual y segunda con efecto anual), dispuestos en bloques con 5 repeticiones estableciendo un total de 60 unidades experimentales.

En el primer año del experimento se realizó la primera aplicación en toda la parcela (8 m de ancho x 8 m de largo) de yeso, en el mismo momento fue sembrada soja en septiembre del 2014 y posteriormente maíz zafrita en febrero del 2015. En el segundo año se efectuó la segunda aplicación solo en la mitad de la parcela (4 m de ancho x 8 m de largo) y al mismo tiempo se volvió a cultivar soja en septiembre del 2015 en un distanciamiento de 0,45 m entre hileras y 10 plantas por metro lineal, con densidad de 222.000 plantas ha⁻¹.

Como fuente de azufre fue utilizado yeso

agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), que estuvo compuesto de 18,8% de azufre en la forma de sulfato (SO_4^{-2}). La aplicación de yeso se realizó en superficie en setiembre de 2014 y la reaplicación en el 2015.

En este trabajo son presentados los resultados obtenidos en soja en el segundo año del experimento. Las variables evaluadas fueron rendimiento de granos, nivel de S en granos y exportación de S. Se realizó análisis de varianza y comparación de medias por el test de Tukey al 5 % utilizando el programa estadístico M-STAT.

Resultados y discusión

El rendimiento, el nivel de S y la exportación de S no mostraron diferencia significativa en los diferentes tratamientos (Tabla 1). Todos los tratamientos presentaron alto rendimiento. El mayor rendimiento fue 4.090 kg ha^{-1} que se obtuvo en la primera aplicación (ER) de 100 kg ha^{-1} de yeso. Cuando se realizó la segunda aplicación el mayor rendimiento se verificó en el testigo.

Tabla 1. Rendimiento, tenor de S en granos y exportación de S por efecto de dosis de yeso y tiempo en soja. Minga Porá, 2015/2016.

Dosis	0	100	200	400	800	1.600	Medias por aplicación	CV (%)
	Rendimiento (kg ha^{-1})							
Primera (ER)	3.850 ^{ns}	4.090	4.036	3.886	3.929	3.912	3.951 ^{ns}	7,38
Segunda (EA)	4.034 ^{ns}	4.074	3.793	3.760	3.965	4.090	3.953	
Medias por dosis	3.942 ^{ns}	4.082	3.915	3.823	3.947	4.000		
Tenor de S en granos (g kg^{-1})								
Primera (ER)	2,27 ^{ns}	2,30	2,22	2,46	2,27	2,36	2,32 ^{ns}	12,75
Segunda (EA)	2,27 ^{ns}	2,30	2,30	2,30	2,34	2,62	2,35	
Medias por dosis	2,27 ^{ns}	2,30	2,26	2,35	2,31	2,49		
Exportación (kg ha^{-1})								
Primera (ER)	8,72 ^{ns}	9,43	8,98	9,60	8,92	9,19	9,14 ^{ns}	14,39
Segunda (EA)	8,99 ^{ns}	8,99	8,73	8,48	9,3	10,73	9,26	
Medias por dosis	8,85 ^{ns}	9,39	8,86	9,04	9,11	9,96		

ns: no significativo a la probabilidad de error $p < 0,05$.

Conclusión

La aplicación de yeso agrícola no mostró respuesta en ninguna de las variables evaluadas en el cultivo de soja, pudiendo ser influenciadas por el alto nivel de materia orgánica.

Agradecimientos

Al CONACYT por financiar parte del trabajo dentro del marco del proyecto 14-INV-130 denominado “Manejo sostenible de la fertilidad del suelo para la producción de alimentos”.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción por el apoyo,

mediante la utilización de infraestructura y equipos necesarios para el trabajo a campo y laboratorio.

A Vilso Melo y Egon Rasche por facilitar la infraestructura y el terreno para la realización del experimento.

Referencias bibliográficas

- Ahmad, A; Klan, I; Anjum, NA; Iram, D; Abdin, MZ; Iqbal, M. 2005. Effect of timing of sulfur fertilizer application on growth and yield of rapeseed (en línea). *Journal of Plant Nutrition* 28(6):1049-1059. Consultado 10 oct. 2016. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1081/PLN-200058905>
- Cicore, PL; Sainz, HR; Echeverría, HE; Barbieri, PA. 2005. Respuesta del cultivo de soja al agregado de azufre en función de la disponibilidad hídrica y del sistema de labranza (en línea). Consultado 30 sept. 2016. *Rev Inv Agr* 34(57-73). Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Hernan_Echeverria/publication/237041561_Resposta_del_cultivo_de_soja_al_agregado_de_azufre_en_funcin_de_la_disponibilidad_hdrica_y_del_sistema_de_labranza/links/004635304939019427000000.pdf
- Cruzate, GA; Casas, R. 2009. Extracción de nutrientes en la agricultura Argentina (en línea). *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 44:21-26. Consultado 6 dic. 2016 Disponible en http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-extraccion_de_nutrientes.pdf
- Hitsuda, K; Sfredo, G; Klepker. 2004. Diagnosis of sulfur deficiency in soybean using seeds (en línea). *Soil Science Journal* 4(68):1445-1451. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en <https://dl.sciencesocieties.org/publications/sssaj/abstracts/68/4/1445>
- López, O; González, E; Llamas G, PA; Molinas M, AS; Franco S, ES; Garcia S, Sinforiano; Rios A, Eugeio O. 1995. Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental del Paraguay. Asunción, Paraguay, MAG-SEAM-BM. 246 p.
- Osório Filho, B; Rheinheimer, D; Da Silva, L; Kaminski, J; Dias, G. 2007. Deposição do enxofre atmosférico no solo pelas precipitações pluviiais e respostas de culturas à adubação sulfatada em sistema plantio direto. *Ciência Rural* 37(3):712-719.
- Rheinheimer, D; Rasche, JW; Osorio Filho, B; Da Silva, L; Bortoluzzi, E. 2005. Resposta de culturas à aplicação de enxofre e a teores de sulfato num solo de textura arenosa sob plantio direto (en línea). *Ciência Rural* 35(3):562-569. Consultado 3 set. 2015. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/cr/v35n3/a11v35n3.pdf>
- Sawyer, JE; Barker, DW. 2002. Sulfur application to corn and soybean crops in iowa. *In Integrated Crop Management Conference*, Iowa State University, Ames, IA. p. 1-12.

Aplicación de yeso agrícola y su efecto residual y anual en el cultivo de maíz zafrita

Laura Raquel Quiñónez Vera^{1*}, Jimmy Walter Rasche Alvarez¹, Diego Augusto Fatecha Fois¹, Carlos Andrés Leguizamón Rojas¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: lauryqv@gmail.com

Introducción

Los suelos de la Región Oriental son caracterizados por problemas de fertilidad, como ser altos niveles de acidez y bajo niveles de macronutrientes como el azufre. La disponibilidad de este nutriente está relacionada con el contenido de materia orgánica en el suelo (Rasche 2004), la exportación de S en algunos granos es alta y la reposición del nutriente vía fertilizantes químicos en muchos casos es nula.

Aun cuando el requerimiento del azufre es bajo en el maíz (10 kg ha⁻¹), este nutriente permite la síntesis de aminoácidos (cistina, cisteína y metionina), que son fundamentales para la formación de proteínas. También es parte integral de varios compuestos importantes, como vitaminas, coenzimas y fitohormonas (Nazhar et al. 2011).

La falta de S ocasiona desequilibrios en el metabolismo de la planta y consecuentemente luego son reflejados en las características agronómicas de la planta (Malhi et al 2005 y Soaud et al. 2011).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto residual y anual de yeso agrícola como fuente de S en el maíz zafrita.

Metodología

Se condujo un experimento con maíz zafrita en la Región Oriental en el departamento de Alto Paraná, localizado en el distrito de Minga Porá en las coordenadas 24°52'57,53" S y 54°53'57,25" O, con altitud de 282 msnm.

El suelo del área experimental pertenece a un Rhodic Paleudult de textura arcillosa muy fina (López et al. 1995) manejado en sistema de siembra directa. El análisis químico del suelo de la camada de 0-0,20 m realizado antes de la instalación del experimento presentó los siguientes resultados: pH= 4,7; Materia Orgánica= 4,19%; S= 7,02 mg dm⁻³; P= 13,1 mg dm⁻³; Ca⁺²= 2,66 cmol_c kg⁻¹; Mg⁺²= 1,30 cmol_c kg⁻¹; K⁺= 0,41 cmol_c kg⁻¹; Al⁺= 1,25 cmol_c kg⁻¹. Por lo que inicialmente fueron aplicados 2.500 kg ha⁻¹ de cal agrícola dolomítica a fin de neutralizar la acidez potencial.

El diseño experimental fue un arreglo factorial en parcelas subdivididas en fajas con dos factores. La parcela principal correspondió al factor A: dosis de yeso (0, 100, 200, 400, 800 y 1.600 kg ha⁻¹), y la subparcela al factor B: aplicación (primera con efecto residual y segunda con efecto anual), dispuestos en bloques con 5 repeticiones estableciendo un total de 60 unidades experimentales.

En el primer año del experimento se realizó la primera aplicación en toda la parcela (8 m de ancho x 8 m de largo) de yeso en el mismo momento fue sembrada soja en septiembre del 2014 y posteriormente maíz zafrita en febrero del 2015. En el segundo año se efectuó la segunda aplicación solo en la mitad de la parcela (4 m de ancho x 8 m de largo) y al mismo tiempo se volvió a cultivar soja en septiembre del 2015 y posteriormente maíz zafrita asociado con (*Brachiaria reptans*) como cobertura en febrero del 2016 con distanciamiento de 0,80 m entre hileras y 5 plantas por metro lineal, con densidad de 62.500 plantas ha⁻¹.

Como fuente de azufre fue utilizado yeso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), que estuvo compuesto de 18,8% de azufre en la forma de sulfato (SO_4^{-2}). La aplicación de yeso se realizó sobre la superficie del suelo en setiembre de 2014.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en maíz zafrita en el segundo año del experimento

Las variables evaluadas fueron altura de la planta, altura de inserción de la espiga, masa de 1.000

granos, peso hectolítrico y rendimiento. Se realizó análisis de varianza y comparación de medias por el test de Tukey al 5% utilizando el programa estadístico M-STAT.

Resultados y discusión

La primera aplicación con efecto residual (ER) y la segunda aplicación con efecto anual (EA) no influenciaron en la altura de la planta y en la altura de inserción de la espiga (Tabla 1).

Tabla 1. Altura de la planta y altura de inserción de la espiga, por efecto de dosis y aplicación. Minga Porá, 2015/2016.

Dosis	0	100	200	400	800	1.600	Medias por aplicación	CV (%)
	Altura de la planta (m)							
Primera (ER)	2,10 ^{ns}	2,06	2,06	2,10	2,14	2,18	2,10 ^{ns}	3,86
Segunda (EA)	2,18 ^{ns}	2,18	2,12	2,18	2,08	2,16	2,15	

Medias por dosis	2,14 ^{ns}	2,09	2,12	2,09	2,15	2,19		
Altura de inserción (m)								
Primera (ER)	0,96 ^{ns}	0,98	0,98	1,00	1,02	1,00	0,99 ^{ns}	8,95
Segunda (EA)	0,98 ^{ns}	1,02	1,00	0,92	1,06	1,00	0,99	

Medias por dosis	0,97 ^{ns}	1,00	0,99	0,96	1,04	1,00		

ns: no significativo a la probabilidad de error ($p < 0,05$); CV: Coeficiente de variación.

Similares resultados fueron observados por Soares (2016) evaluando las mismas variables agronómicas a la aplicación de diferentes dosis de yeso y Quiñónez et al. (2015) estudiando el efecto residual de S, encontraron una altura promedio de 1,88 m siendo inferior que en la observada en el experimento.

En cuanto a la masa de 1.000 granos, el peso hectolítrico y el rendimiento tampoco fueron afectados por la aplicación de yeso presentando escasa variación entre las dosis (Tabla 2). El rendimiento promedio en la primera aplicación (ER) fue de 6.274 kg ha⁻¹ y en la segunda aplicación

(EA) fue de 6.148 kg ha⁻¹. Coincidentemente Pagani et al. (2009) tampoco observaron respuesta en el rendimiento de maíz.

El suelo presentó un nivel inicial de 7,02 mg dm⁻³ de azufre, el cual se encontraba un poco por encima del nivel de suficiencia para los cultivos menos exigentes (5 mg dm⁻³) según (CQFS-RS/SC 2004), considerando la ausencia de preparación de suelo y alto tenor de arcilla (640 mg kg⁻¹), estos factores podría atribuir al sistema una constante fuente natural de S y consecuentemente su acumulación (Yang et al. 2007 y Tiecher et al. 2012).

Tabla 2. Masa de 1.000 granos, peso hectolítrico y rendimiento de maíz zafrita por efecto de dosis y aplicación de yeso. Minga Porá, 2015/2016.

Dosis	0	100	200	400	800	1.600	Medias por aplicación	CV (%)	
	Masa de 1.000 granos (g)								
Primera (ER)	322,32 ^{ns}	333,82	330,1	324,36	325,92	334,50	328,50 ^{ns}	4,45	
Segunda (EA)	334,22 ^{ns}	312,92	335,92	328,56	318,34	312,22	323,70		

Medias por dosis	328,27 ^{ns}	323,37	333,03	326,46	322,13	323,36			
	Peso hectolítrico (kg hL ⁻¹)								
Primera (ER)	58,58 ^{ns}	58,26	58,58	61,16	57,8	57,66	58,67 ^{ns}	3,86	
Segunda (EA)	58,46 ^{ns}	58,58	59,66	55,5	59,12	58,48	58,3		

Medias por dosis	58,52 ^{ns}	58,42	59,12	58,33	58,46	58,07			
	Rendimiento (kg ha ⁻¹)								
Primera (ER)	6.235 ^{ns}	6.562	5.038	6.521	6.935	6.378	6.274 ^{ns}	15,37	
Segunda (EA)	6.182 ^{ns}	6.303	6.894	5.729	6.044	5.709	6.148		

Medias por dosis	6.210 ^{ns}	6.444	5.938	6.081	6.497	6.094			

ns: no significativo a la probabilidad de error ($p < 0,05$); CV: Coeficiente de variación.

Conclusión

La aplicación de yeso agrícola no influyó en ninguna de las variables estudiadas en el maíz zafrita por lo que la buena fertilidad del suelo pudo haber suplido la necesidad del Azufre

Agradecimientos

Al CONACYT por financiar parte del trabajo dentro del marco del proyecto 14-INV-130 denominado “Manejo sostenible de la fertilidad del suelo para la producción de alimentos”.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción por el apoyo, mediante la utilización de infraestructura y equipos necesarios para el trabajo a campo y laboratorio.

A Vilso Melo y Egon Rasche por facilitar la infraestructura y el terreno para la realización del experimento.

Referencias bibliográficas

- Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. 2004. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul. 404 p.
- Malhi, S; Schoenau, JJ; Grant, CA. 2005. A review of sulphur fertilizer management for optimum yield and quality of canola in the Canadian Great Plains (en línea). Canadian Journal of Plant Science 85:297-307. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en <http://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.4141/P04-140>
- Nazar, R; Noushina, I; Masood, A; Syeed, S and Khan, NA. 2011. Understanding the significance of sulfur in improving salinity tolerance in plants (en línea). Environmental and Experimental Botany 70:80-87. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847210001905>



- Pagani, A; Echeverría, HE; Rozas, HS. 2009. Respuestas a nitrógeno y azufre en el cultivo de maíz en diferentes ambientes de la Provincia de Buenos Aires (en línea). *Ciencia del Suelo* 27:21-29. Consultado 22 oct. 2016. Disponible en <http://www.suels.org.ar/publicaciones/vol27n1/Pagani.pdf>
- Quiñonez, LR, Fatecha, DA; Rasche, JW; Leguizamón, CA; Lana, MDC. 2015. Fertilización sulfatada y su efecto residual en el maíz zafriña en un Oxisol del Alto Parana. In: I Congreso Paraguayo de Ciencia del Suelo IV Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos. San Lorenzo, PY, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. p. 85-87.
- Rasche, JW. 2004. Disponibilidade e resposta de culturas ao enxofre em solos do Rio Grande do Sul. Tesis de Maestría. Santa Maria, BR, Universidade Federal de Santa Maria. 94 p.
- Soares, G. 2016. Gesso e fósforo na sucessão soja/milho safrinha (en línea). Tesis de Maestría. Jatáí, Goiás, BR, Universidade Federal de Goiás. Consultado 30 ago. 2016. Disponible en <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/6365/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Guilherme%20Filgueiras%20Soares%20-%202016.pdf>
- Soaud, AA; Al Darwish, FH; Saleh, ME; El-Tarabily, KA; Arizum, MS. y Rahman, MM. 2011. Effects of elemental sulfur, phosphorous micronutrients and *Paraccocus versutus* on nutrient availability of calcareous soils. *Australian Journal of Crop Science* 5(5):554-561.
- Tiecher, T; Rheinheimer, D; Rasche, JW; Brunetto, G; Mallmann, FJ; Piccin, R. 2012. Resposta de culturas e disponibilidade de enxofre em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica submetidos à adubação sulfatada (en línea). *Bragantia*, Campinas 71(4):518-527. Consultado 2 set. 2015. Disponible en http://www.scielo.br/pdf/brag/v71n4/aop_1573_13.pdf
- Yang, Z; Singh, BR and Hansen, S. 2007. Aggregate associated carbon, nitrogen and sulfur and their ratios in long-term fertilized soils (en línea). *Soil and Tillage Research* (95):161-171. Consultado 22 oct. 2016. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198707000025>

Biodisponibilidad actual y potencial del fósforo particulado del sedimento de fondo del arroyo Pirayú y afluentes

Ruth Noemí Ojeda Maciel¹, Angélica María Acosta González^{1*}, Gilda Eliana Torres Irala¹, Jimmy W. Rasche Alvarez¹, Higinio Moreno Resquín¹, Amado Insfrán Ortíz¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: angieacosta.py@gmail.com

Introducción

La presión sobre los recursos naturales está siendo más intensa en las últimas décadas, generando el deterioro del aire, del suelo y del agua. Entre los contaminantes que amenazan la calidad del agua, aquellos que contienen fosfatos son de gran importancia. El fósforo (P) es un factor crítico en el manejo de cuencas y su deficiencia puede limitar el crecimiento de las plantas, lo que afecta negativamente a la calidad de los suelos de las cuencas hidrográficas y limita la producción agrícola (Schenato 2009).

Sin embargo, la expansión de las zonas urbanas en forma desordenada sin los tratamientos adecuados a las aguas servidas y las prácticas agronómicas inadecuadas, generan gran cantidad de sedimentos y nutrientes que van a los arroyos, ríos y lagos, donde el exceso de P es transferido a las aguas superficiales, situación que aumenta el riesgo de eutrofización (Brooks 1991).

Conocer la dinámica del fósforo en los cursos hídricos es de singular importancia, pues el contenido de fósforo biodisponible y potencialmente biodisponible en los sedimentos del agua y su posibilidad de liberación, constituye un importante factor para los gestores en cuanto a futuras medidas a ser tomadas para el control de la eutrofización de los cursos hídricos. De forma genérica, el fósforo alcanza principalmente el suelo a través de vertidos industriales, domésticos y agrícolas (Resck 1980 y Távora 1985).

Esta situación es particularmente preocupante cuando se trata de cuencas en cuyos territorios los usos del suelo son múltiples e intensivos, tal

es el caso de la cuenca del Lago Ypacaraí en la Región Oriental del Paraguay. En esta cuenca, el arroyo Pirayú y sus afluentes conforman una de las principales subcuencas del lago. Sobre esta base, este trabajo se planteó como objetivo evaluar la biodisponibilidad actual y potencial del fósforo particulado del sedimento de fondo del arroyo Pirayú y sus afluentes en puntos próximos a zonas urbanas, en comparación a otros usos como las zonas agropecuarias, pastizal inundable y cobertura boscosa.

Metodología

Esta investigación se realizó en la cuenca del Arroyo Pirayú. Las muestras de sedimento se colectaron en áreas con predominio de uso agropecuario, pastizal inundable, cobertura boscosa y zona urbana.

Se realizó el muestreo en 28 puntos, con tres repeticiones en cada punto, y cada repetición estuvo compuesta de varias submuestras. Las muestras de sedimento de fondo fueron colectadas con un colector tipo Uhland en la capa de suelo de 0 a 5 cm y colocadas en un recipiente plástico de 5 litros. Posteriormente las muestras fueron llevadas al laboratorio en el Área de Suelos y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA- UNA) y se secaron en estufa a 50°C, por 30 días. Cuando las muestras estuvieron secas, fueron tamizadas con un tamiz de 63 μm y se determinó el fósforo particulado biodisponible (Ppb), el fósforo particulado potencialmente biodisponible (Pppb) y el fósforo total de la fracción de sedimento de fondo menor a 63 μm .

El fósforo particulado biodisponible fue estimado por la primera extracción con resina de intercambio aniónico (RIA), basado en la metodología descrita por Kroth (1998).

El fósforo particulado potencialmente biodisponible del sedimento fue estimado por medio de extracciones sucesivas con RIA, realizadas diariamente hasta que los niveles de P se volvieron constantes y próximos a cero. El fósforo total fue extraído con $H_2SO_4 + H_2O_2 + MgCl_2$ y determinada por el método propuesto por Murphy y Riley (1962).

Resultados y discusión

Se pudo observar que en aquellos puntos donde los cauces contaban con bosque de ribera, se obtuvo menores valores de fósforo particulado biodisponible y potencialmente biodisponible, comparando con aquellos que no contaban con esa protección (Tabla 1 y 2). En los puntos recolectados en zonas urbanas próximos a las ciudades de Ypacarai y Pirayú, se observaron que los valores de fósforo aumentaban a medida que se acercaba al centro de la ciudad, encontrándose los valores más elevados de P.

Tabla 1. Valores promedios de fósforo particulado biodisponible, fósforo particulado potencialmente biodisponible y fósforo total por usos de la tierra.

Valores promedios por Usos de la tierra	Ppb	Pppb	PT
	mg kg ⁻¹		
Pastizal inundable	6,8	49,7	440
Uso agropecuario	7,9	41,4	451
Zona Urbana	13,9	133,1	1196
Cobertura Boscosa	6,0	24,9	364

Ppb: fósforo particulado biodisponible; Pppb: fósforo particulado potencialmente biodisponible; PT: fósforo total

En la zona urbana próxima al Arroyo Ypucú (P25) se observó el mayor valor de fósforo total, lo cual podría ser alarmante, pues este punto se encuentra en la desembocadura del arroyo al Lago Ypacaraí, lo cual no da lugar a corregir el exceso de fósforo antes de que los sedimentos lleguen al lago.

Los altos valores de Pppb y PT en el P25 se pueden deber a que este punto recibe agua de la zona urbana del distrito de Ypacaraí, pues este punto se encuentra a 1,2 km aproximadamente de la misma, de donde recibe gran cantidad de residuos urbanos y aguas servidas. Pero aún con estos elevados valores, el Ppb solamente alcanza el 0,3 % del PT, indicando que de todo el fósforo existente en el punto, su biodisponibilidad para los seres vivos a corto plazo es baja.

Estos resultados coinciden con los descriptos por Iglesias et al. (2011), quien analizó la

transferencia de fósforo desde los suelos de una cuenca hacia los sedimentos y en las zonas donde predominaban las pasturas constató que los valores de fósforo total duplicaban a los valores obtenidos en los bosques, mientras que el fósforo particulado biodisponible era tres veces mayor en zonas de pasturas, en comparación a las zonas de bosques. De acuerdo a Correll (1998), Fatecha et al. (2016) y Caballero (2016), los bosques de ribera y los humedales son considerados áreas de amortiguación, razón por la cual la deforestación y la canalización de estos potencian el aporte de nutrientes a los cuerpos hídricos, ya que se pierde una barrera natural que retiene la erosión, capta parte del exceso de nutrientes, facilita la infiltración y potencia la capacidad de autodepuración natural del agua.

En las muestras obtenidas en zonas con cobertura boscosa, se obtuvieron los menores valores de fósforo (Tabla 1 y 2).

Tabla 2. Valores de fósforo particulado biodisponible (Ppb), fósforo particulado potencialmente biodisponible (Pppb) y fósforo total (PT) del sedimento de fondo según el uso de la tierra en la subcuenca del Pirayú.

Punto de muestreo	Uso de la tierra	Nombre del cauce	Ppb	Pppb mg kg ⁻¹	PT
P1	Zona periurbana	Arroyo Pirayú	9,5	29,9	559
P2	Zona urbana	Arroyo Pirayú	7,4	20,9	445
P3	Uso agropecuario	Arroyo Pirayú	5,5	21,3	455
P4	Pastizal Inundable	Arroyo Zanja Moroti	2,5	9,7	163
P5	Uso agropecuario	Arroyo Zanja Moroti	7,4	17,9	283
P6	Cobertura Boscosa	Arroyo Zanja Moroti	1,8	3,7	288
P7	Cobertura Boscosa	Arroyo Zanja Moroti	10,3	39,1	509
P8	Cobertura Boscosa	Arroyo Mbatovi	7,2	15,4	142
P9	Uso agropecuario	Arroyo Pirayú	6,9	33,3	331
P10	Uso agropecuario	Arroyo Madama	4,6	18,0	361
P11	Uso agropecuario	Arroyo Madama	8,3	24,0	483
P12	Pastizal Inundable	Arroyo Pirayú	8,4	53,9	634
P13	Cobertura Boscosa rodeada de Campo Bajo Inundable	Arroyo Peña	7,0	35,0	453
P14	Cobertura Boscosa rodeada de Campo Bajo Inundable	Arroyo Peña	4,3	12,8	245
P15	Pastizal Inundable	Arroyo Cardenas	3,4	12,7	340
P16	Pastizal Inundable	Arroyo A	22,7	263,2	1.390
P17	Pastizal Inundable	Arroyo A	17,5	176,2	1.076
P18	Cobertura Boscosa	Arroyo B	5,7	43,7	547
P19	Pastizal Inundable	Arroyo Pirayú	4,7	21,6	318
P20	Zona urbana	Arroyo C	18,4	105,0	731
P21	Uso agropecuario	Arroyo D	5,3	35,1	442
P22	Uso agropecuario	Arroyo E	17,8	140,4	804
P23	Zona urbana	Arroyo F	17,4	151,6	1.329
P24	Zona urbana	Arroyo Pirayú	12,1	75,5	664
P25	Zona urbana	Arroyo Y Pucú	9,5	285,8	3.255
P26	Pastizal Inundable	Arroyo G	10,2	54,1	265
P27	Pastizal Inundable	Arroyo Pirayú	3,0	32,5	409
P28	Pastizal Inundable	Arroyo Pirayú	4,5	37,4	314

Conclusión

Los resultados obtenidos en este trabajo, permiten realizar las siguientes conclusiones:

Los niveles más bajos de fósforo biodisponible corresponden a zonas categorizadas como cobertura boscosa y pastizal inundable. Los niveles de fósforo encontrados en zonas urbanas

superan a los demás usos considerados en el análisis.

Referencias bibliográficas

Brooks, KN. 1991. Hidrología y manejo de las cuencas hidrográficas. Ames, Iowa, State University Press. 392 p.



- Caballero López, PB. 2016. Fósforo particulado biodisponible y potencialmente disponible en el sedimento de fondo del arroyo Yukyry y sus afluentes. Tesis Ing. Amb. San Lorenzo, Paraguay, Universidad Nacional de Asunción. 82 p.
- Correll, DL. 1998. El papel de fósforo en la eutrofización de las aguas receptoras: una revisión. *Diario de Calidad Ambiental, Stanford* 27(2):261-266.
- Fatecha Fois, DA; Rasche Alvarez, JW; Cabral, N; Ojeda Rojas, JG; Coppo, JC; Alves Neto, AJ; Lorezetti, E; Hoshiba Watanake, CK; Broti Rissato, B; Belmonte, C. 2016. Phosphorus fractionation in sediments of the Ypacaraí lake basin. *African Journal of Agricultural Research* 11(35):3361-3366.
- Iglesias, ML; Devesa-Rey, R; Pérez-Moreira, R; Díaz-Fierros, F; Barral, MT. 2011. Transferencia de fósforo a través de fronteras, desde el suelo de las cuencas a los sedimentos de fondo de los ríos. Santiago de Compostela, España, Departamento de Edafología y Química agrícola/Facultad de Farmacia/Universidad de Santiago de Compostela.
- Kroth, PL. 1998. Disponibilidad de fósforo en el suelo para plantas, y factores que afectan a la extracción por resina de intercambio de membrana. Tesis MSc. Agr. Porto Alegre, Brasil, Universidad Federal de Río Grande del Sur. 168 p.
- Murphy, J; Riley, JP. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analítica Química Acta* 27:31- 36.
- Resck, DVS. 1980. La intensidad de las pérdidas de nutrientes en un Ultisol utilizando simulador de lluvia. *Revista Brasileira de Ciencia del Suelo* 4(1):188-192.
- Schenato, RB. 2009. Dinámica del fósforo en sedimentos de una pequeña cuenca hidrográfica de cabecera. Tesis MSc. Santa Maria, RS, Brasil, Universidad Federal de Santa María. 105 p.
- Távora, MRP. 1985. Pérdida de suelo, agua y nutrientes en Oxisol distrófica Ubajara (CE). *Revista Brasileira de Ciencia del Suelo* 9(4):63-66.

Fósforo particulado biodisponible y fósforo particulado potencialmente biodisponible del sedimento del fondo del Lago Ypacaraí, Paraguay

Ricardo Manuel Barboza Guerreño¹, Angélica María Acosta González^{1*}, Jimmy Walter Rasche Alvarez¹, Amado Insfrán Ortíz¹, Higinio Moreno Resquín¹, Ruth Noemí Ojeda Maciel¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: angieacosta.py@gmail.com

Introducción

El crecimiento acelerado de la población humana a nivel mundial demanda la producción de una mayor cantidad de alimentos, vestimentas, y servicios en general, como así también un mayor consumo de agua potable para satisfacer sus necesidades básicas. En Paraguay, este fenómeno demográfico junto a la mala o nula planificación territorial urbana y rural, sean por falta de regulación o por incumplimiento de las mismas, genera un gran impacto ambiental repercutiendo principalmente sobre los recursos naturales en general, provocando el enriquecimiento de nutrientes que contienen especialmente fósforo (P) y nitrógeno (N) en los recursos hídricos. De acuerdo con Dong et al. (2011) no todas las fracciones de P pueden ser liberados de los sedimentos, y pueden contribuir a la eutrofización del agua. Gonsioreczyk et al. (1998) sostienen que mientras más eutrófico sea el medio, existe mayor posibilidad de liberación de fósforo.

El Lago Ypacaraí se encuentra en un estado hipertrófico (Fariña et al. 2013), siendo el Fósforo considerado como el principal responsable de ello (Orozco et al. 2008), que ingresa al lago adherido a los sedimentos por medio de las escorrentías. Basados en estos argumentos, la importancia de este trabajo radica en la generación de datos acerca de la disponibilidad de fósforo de los sedimentos de fondo del Lago Ypacaraí, que ayude a comprender el complejo comportamiento del Fósforo y facilite la toma de decisiones a los distintos órganos involucrados.

Este trabajo tuvo como objetivo identificar la concentración de fósforo particulado biodisponible y potencialmente biodisponible en el sedimento de fondo del Lago Ypacaraí.

Metodología

Para el estudio se tomaron 120 muestras de sedimentos del fondo del Lago Ypacaraí en 20 puntos de capas de 0-5 y 5-10 centímetros, con tres repeticiones de cada profundidad. Para el efecto, se utilizó un cilindro tipo Khole y las muestras fueron almacenadas temporalmente en frascos de plástico con tapa, debidamente identificadas y etiquetadas.

Las mismas fueron secadas y tamizadas en tamiz de 63 micrómetros para posteriormente realizar la extracción sucesiva de fósforo. Posteriormente, fueron sometidas a la extracción sucesiva del elemento con resina de intercambio aniónico (RIA). El P particulado biodisponible (Ppb) del sedimento (<63µm) fue estimado por la primera extracción con RIA, basado en la metodología descrita por Kroth (1998).

El fósforo particulado potencialmente biodisponible (Pppb) del sedimento (<63µm) fue estimado por medio de extracciones sucesivas con RIA. El procedimiento experimental siguió la misma metodología descrita para el Ppb. Las extracciones fueron realizadas diariamente hasta que los tenores de P se volvieron constantes y próximos a cero. Posteriormente, se aplicó la correlación simple de Pearson entre los valores de ambas fracciones de fósforo obtenidas de la camada de sedimento de 0-5 y 5-10 centímetros.

Resultados y discusión

El Lago Ypacaraí posee bajo porcentaje de Fósforo particulado biodisponible y Fósforo particulado potencialmente biodisponible (Tabla 1) teniendo en cuenta ambas camadas de profundidad. Esto es

Tabla 1. Concentración de fósforo particulado biodisponible, potencialmente biodisponible y fósforo total de las muestras de sedimento de fondo del Lago Ypacaraí en ambas camadas de profundidad.

Profundidad cm	P particulado biodisponible	P particulado potencialmente biodisponible	P Total
	-----mg kg ⁻¹ -----		
0-5	5,5 (1,63)	20,5 (6,1)	336
5 -10	4,3 (1,55)	16,2 (5,8)	277
DMS	2,56	6,1	84,6

DMS: Diferencia media significativa. Obs.: Los datos entre paréntesis corresponden al porcentaje frente al total.

debido a que la liberación del mismo depende de las condiciones del medio, tales como pH, potencial redox y la actividad biológica (Zhou et al. 2001) y no sólo por el sustrato existente como depósito.

Las concentraciones de Fósforo particulado biodisponible ligados al sedimento de fondo (SF) son más altas en los afluentes que las encontradas dentro del lago (Fatecha et al. 2016), lo cual, al mismo tiempo permite comprobar que los principales aportantes de P en sus diversas formas provienen de los sedimentos transportados a través de sus cauces. Zhu et al. (2013) mencionan que la distribución de la biodisponibilidad de P estaba estrechamente relacionada con el estallido de la proliferación de algas, fenómeno ocurrido ya en varias oportunidades en el Lago Ypacaraí.

El punto con mayor concentración de Pppb se encuentra cerca de la desembocadura del Lago Ypacaraí, en una zona totalmente despoblada por lo menos en 1 km a la redonda. También se pudo observar que los principales aportantes del Fósforo biodisponible dentro del lago son sus afluentes Yukyry y Pirayú a través del transporte de sedimentos contaminados.

Liu et al. (2012) afirman que las concentraciones de Fósforo biodisponible generalmente disminuyen con la profundidad, y los valores máximos se encuentran en los primeros tres centímetros. Esta aseveración no se aplica a los resultados observados en este trabajo, al haberse encontrado valores estadísticamente iguales en ambas profundidades.

El análisis de correlación lineal bivariante realizado entre el contenido de Fósforo particulado

biodisponible de la camada 0-5 cm de profundidad y el contenido de Fósforo particulado biodisponible de la camada 5-10 cm de profundidad demostró la existencia de una correlación positiva con un coeficiente de Pearson de 0,84 y $r^2 = 0,71$. Esto quiere decir, que si existe una alta concentración de Ppb en los primeros cinco centímetros de profundidad, habrá también una alta concentración de Ppb en los próximos cinco centímetros de profundidad, tal como se observa en la Figura 1a.

De la misma manera, el coeficiente de Pearson para la relación entre el contenido de Fósforo particulado potencialmente biodisponible de la camada 0-5 cm de profundidad y el contenido de Fósforo particulado potencialmente biodisponible de la camada 5-10 cm de profundidad proporcionó un valor de 0,72 y $r^2 = 0,52$ (Figura 1b). Esto revela que si existe un alto contenido de Pppb en la camada 0-5 cm también habrá un alto contenido de Pppb en la siguiente camada de 5-10 cm.

Dentro del SF del lago Ypacaraí, las concentraciones más altas de Ppb y Pppb de la fracción 0-5 cm de profundidad coinciden con las entradas de agua de los dos principales afluentes del lago Ypacaraí (el arroyo Yukyry y el Pirayú) con valores de 17,6 mg kg⁻¹ y 53,2 mg kg⁻¹, respectivamente. De igual manera en la profundidad de 5-10 cm, la concentración más alta de Ppb fue de 14,3 mg kg⁻¹ y de 33,2 mg kg⁻¹ para el Pppb, ambas observadas en los mismos puntos de desembocadura de los arroyos Yukyry y Pirayú, demostrando que en ese punto se da la mayor acumulación de Fósforo biodisponible, pudiendo ser causa de la ubicación (salida del sistema) o de las condiciones propias del medio.

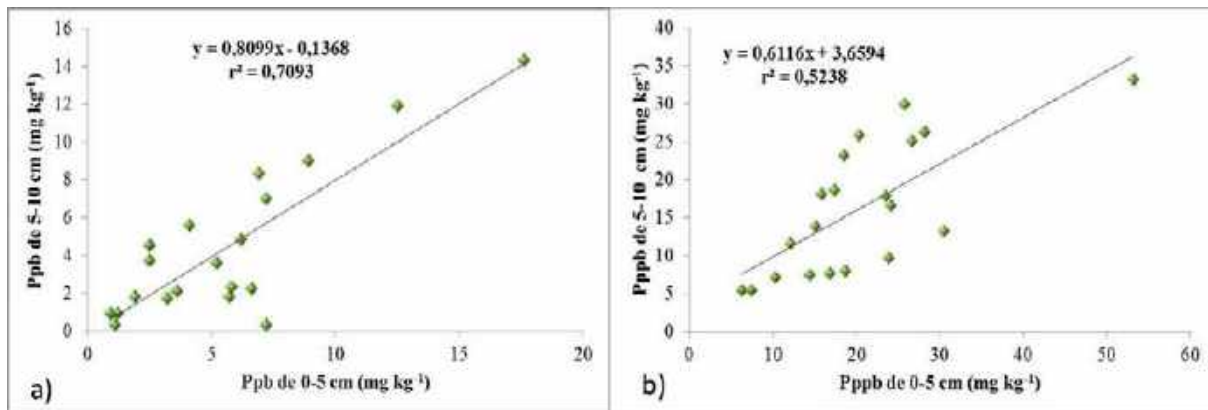


Figura 1. Relación entre el Fósforo particulado biodisponible (Ppb) y el Fósforo particulado potencialmente biodisponible (Pppb) del sedimento de fondo del Lago Ypacarai a) de la camada 0-5 cm de profundidad y b) de la camada 5-10 cm de profundidad.

Conclusión

En las condiciones de este trabajo se puede concluir que el sedimento de fondo del Lago Ypacarai contiene bajos porcentajes de Fósforo particulado biodisponible y de fósforo particulado potencialmente biodisponible.

Existe correlación positiva entre el fósforo biodisponible y el fósforo potencialmente biodisponible del sedimento de fondo del Lago Ypacarai.

Los puntos con mayor concentración de fósforo biodisponible se encuentran próximos a la desembocadura de los afluentes Yukyry y Pirayú.

Referencias bibliográficas

- Dong, L; Yang, Z; Liu, X. 2011. Phosphorus fractions, sorption characteristics, and its release in the sediments of Baiyangdian Lake, China. *Environ Monit Assess* 179:335-345.
- Fariña, D; Duré, R; Rodríguez, C; López, M; González, R; Aranda, S; Duarte, E; Jiménez, J; Martínez, E; Caballero, G; Mongelos, S; Acuña, C; Peralta, I; Sisul, L; Gozález, D; Santana L. 2013. Proyecto para la recuperación de la cuenca del Lago Ypacarai. Asunción, PY. 140 p.
- Fatecha, D; Rasche A, JW; Cabral A, N; Ojeda, J; Coppo, JC; Alves Netto, AJ; Lorezetti, E; Hoshiba W, CK; Rissato, BB; Belmonte, C. 2016. Phosphorus fractionation in sediments of the Ypacarai lake basin. *African Journal of Agricultural Research* 11(35):3361-3366.
- Gonsiorczyk, T; Casper, P; Koschel, R. 1998. Phosphorus-binding forms in the sediment of an oligotrophic and an eutrophic hardwater lake of the Baltic Lake District (Germany). *Water Science and Technology* 37:51-58.
- Kroth, PL. 1998. Disponibilidade de fósforo no solo para plantas e fatores que afetam a extração por resina de troca em membrana Tesis Mag. Sc. Porto Alegre, BR, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 168 p.
- Liu, L; Zhang, Y; Efting, A; Barrow, T; Qian, B; Fang, Z. 2012. Modeling bioavailable phosphorus via other phosphorus fractions in sediment cores from Jiulongkou Lake, China. *Environmental Earth Sciences* 65:945-956.
- Orozco, C; Pérez, A; González, MN; Rodríguez, FJ; Alfayate, JM. 2008. Contaminación ambiental: una visión desde la química. Madrid, ES, Paraninfo. 651 p.
- Zhou, Q; Gibson, CE; Zhu, Y. 2001. Evaluation of phosphorus bioavailability in sediments of three contrasting lakes in China and the UK. *Chemosphere* 42:221-225.
- Zhu, Y; Zhang, R; Wu, F; Qu, X; Xie, F & Fu, Z. 2013. Phosphorus fractions and bioavailability in relation to particle size characteristics in sediments from Lake Hongfeng, Southwest China. *Environmental Earth Sciences* 68:1041-1052.

Efecto de la fertilización mineral sobre el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) en el distrito de Santa Rosa Misiones

Nancy Galeano¹, Olga Medina^{1*}, Juan Avalos¹, Julio Salas¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Filial Santa Rosa-Misiones, Paraguay.

*Autor para correspondencia: ma.olga.medina@gmail.com

Introducción

El maíz es uno de los cereales más importantes, ya que se utiliza para el consumo humano, para la alimentación animal y es una materia prima básica de la industria de transformación. En la zafra 2013/2014 la superficie sembrada fue de 800.000 ha, con una producción de 3.200.000 t y un rendimiento promedio de 4.000 kg ha⁻¹ (MAG 2014). En el Departamento de Misiones se cuenta con una superficie sembrada de 10.117 ha, una producción de 31.906 t y un rendimiento promedio de 3.154 kg ha⁻¹ (MAG 2012), siendo una de las causas principales de la obtención de bajos rendimientos la acidez del suelo y la poca disponibilidad de nutrientes debido a la alta degradación del suelo, además del desconocimiento, la falta de un programa de fertilización oportuna acorde a las necesidades del cultivo y la dificultad de adopción de tecnologías por parte de los productores, que se convierten en los principales factores limitantes de la producción.

El cultivo del maíz es muy exigente en nutrientes comparado con otros cultivos, por lo que en un sistema de producción se debe tener en cuenta el encalado o corrección del suelo y la fertilización, con análisis del suelo previo que permita diagnosticar el estado nutricional del suelo y emitir recomendaciones según el requerimiento del cultivo, de tal manera a garantizar la correcta aplicación de los nutrientes.

El objetivo del presente trabajo es generar datos referentes a las alternativas de fertilización mineral para recomendar su uso en el cultivo de maíz y crear un modelo de fertilización que pueda ser adoptado por los pequeños y medianos productores.

Metodología

El experimento fue llevado a cabo en la Facultad de Ciencias Agrarias/UNA, Filial Santa Rosa Misiones. Las condiciones del suelo de acuerdo a los resultados del análisis del suelo y la tabla de interpretación de resultados son: pH 5,40 lo cual indica que el suelo es ácido, el suelo cuenta con un nivel medio de materia orgánica (2,61%), nivel bajo de fósforo (4,78 mg kg⁻¹ y de potasio (0,09 cmol_c kg⁻¹), la textura del suelo es arenosa.

La precipitación registrada durante el periodo de investigación fue de 851 mm (Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agrarias-Santa Rosa-Misiones). El híbrido utilizado fue el Dekalb 7910. Las dosis a utilizar como base es el T₄ el cual se determinó través del resultado de análisis de suelo, teniendo en cuenta los requerimientos del cultivo.

Los fertilizantes utilizados fueron: urea, superfosfato triple y cloruro de potasio, además del correctivo de suelo carbonato de calcio; estableciéndose los siguientes tratamientos (Tabla 1).

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (DBCA), con 6 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales. La preparación del suelo consistió en la remoción del suelo en forma manual con la ayuda de una asada, posteriormente se niveló con la ayuda de un rastrillo. La siembra se realizó en forma manual, con un distanciamiento de 20 cm entre plantas y 80 cm entre hileras, obteniendo una densidad de 62.500 planta ha⁻¹. Se aplicó el 100% de superfosfato triple, de cloruro de potasio y de

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el experimento. FCA–UNA. Filial Santa Rosa – Misiones, Paraguay. 2016.

Tratamientos	Descripción
T ₁	Testigo
T ₂	750 kg ha ⁻¹ de carbonato de calcio
T ₃	27,5 kg ha ⁻¹ N - 35 kg ha ⁻¹ P - 29 kg ha ⁻¹ K
T ₄	55 kg ha ⁻¹ N - 70 kg ha ⁻¹ P - 58 kg ha ⁻¹ K
T ₅	82,5 kg ha ⁻¹ N - 105 kg ha ⁻¹ P - 87 kg ha ⁻¹ K
T ₆	55 kg ha ⁻¹ N - 70 kg ha ⁻¹ P - 58 kg ha ⁻¹ K + 750 kg ha ⁻¹ de carbonato de calcio

carbonato de calcio y el 30% de urea una semana después de la emergencia de las plántulas, la aplicación se realizó de forma localizada, para tal efecto se abrieron hoyos a 5 cm de las plántulas, el 70% restante de la urea se aplicó al voleo 45 días posteriores a la primera aplicación. A 150 días después de la siembra se realizó la cosecha del maíz de forma manual.

Resultados y discusión

El rendimiento del maíz presentó diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 1). Se observa un aumento constante en el rendimiento del cultivo del maíz, la cual pudo deberse a la eficiencia de los fertilizantes, a las diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio

y a la aplicación de cal agrícola (carbonato de calcio), que además de neutralizar la acidez del suelo aporta macronutrientes secundarios.

Cuando se requiere aportar nutrientes al suelo se piensa en aplicar fertilizantes, pero si se tienen suelos ácidos, las cales o enmiendas además de neutralizar la acidez del suelo, aumentar la disponibilidad de fósforo e incrementar el aprovechamiento de algunos nutrientes, aportan nutrientes en la medida que reaccionan (Osorno 2012).

Rao et al., citado por Navarro (2003), menciona que en suelos ácidos las aplicaciones de calcio influyen positivamente en la absorción de nutrientes por las plantas.

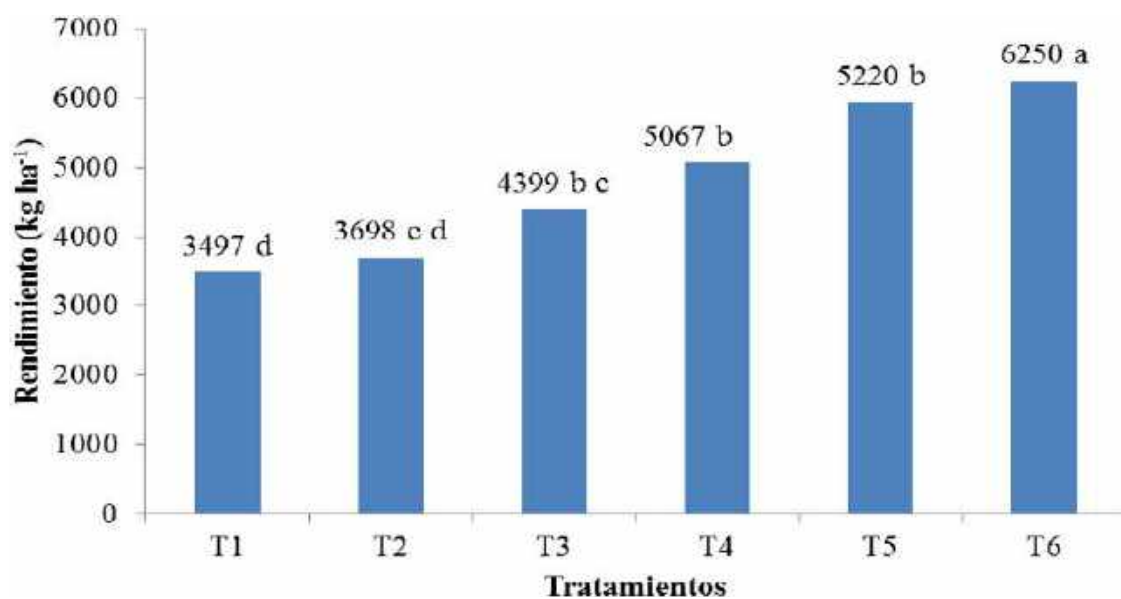


Figura 1. Rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) en kg ha⁻¹. Híbrido Dekalb 7910, en relación a la fertilización química. FCA–UNA. Filial Santa Rosa – Misiones, Paraguay. 2016.

Flores et al. citados por Martínez y Pérez (2004), indican que entre los elementos minerales, el nitrógeno es el que más limita el crecimiento y el rendimiento del maíz, afirman que al aumentar las dosis de nitrógeno el rendimiento de granos de maíz se incrementa significativamente.

El fósforo contribuye en el metabolismo de las plantas jóvenes, sobre todo para una mejor utilización del nitrógeno, ya que favorece al desarrollo de raíces. La mayor parte del fósforo se concentra en el grano (CEDAF 1998). Además menciona que la deficiencia de potasio ocasiona que las mazorcas no formen granos adecuadamente, afectando el peso de los granos.

Conclusión

Se obtiene mayor eficiencia de los fertilizantes cuando se neutraliza la acidez del suelo y a la vez se aplican nutrientes en cantidad suficiente, propiciando un mejor ambiente para el desarrollo del cultivo, y así aumentar el rendimiento de granos de maíz.

Referencias bibliográficas

- CEDAF (Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal). 1998. Cultivo de maíz. Santo Domingo, RD, CEDAF. 41 p.
- Osorno, H. 2012. Mitos y realidades de las cales y enmiendas en Colombia. Medellín, CO, Universidad Nacional de Colombia. 70 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2014. Síntesis estadísticas: año 2013/2014. San Lorenzo, MAG. 48 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2012. Actualidad agropecuaria del Paraguay. San Lorenzo, MAG. 23 p.
- Martínez, M; Pérez, M .2004. Efecto de tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización nitrogenada sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) híbrido H-INTA-991. Tesis de Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 41 p.
- Navarro, S; Navarro, G. 2003. Química Agrícola: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. 2 ed. Madrid, ES, Mundi-Prensa. 487 p.

Fertilización fosfatada con enmiendas orgánica e inorgánica en maíz chipá (*Zea mays* L. var. amilácea)

Alder Delosantos Duarte Monzón^{1*}, Eugenio González Cáceres¹, Derlis Enciso Santacruz¹, Luis Samuel Salvador Muller¹, Jimmy Walter Rasche Alvarez¹, Carlos Andrés Leguizamón Rojas¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: alderdelosantos@hotmail.com

Introducción

El maíz amiláceo o avatí chipá se caracteriza por ser harinoso, los granos están constituidos principalmente por almidón blando y son escasamente o no dentados. Es uno de los tipos más antiguos de maíz. Es usado en la fabricación de harinas porque le confiere un color más blanco y causa admiración por el gran tamaño de su grano y su rendimiento.

Según Salhuana y Machado (1999) el avatí chipá necesita más horas luz que los demás maíces, es de ciclo tardío y llega a requerir 1.052 unidades térmicas para llegar a la floración, siendo que las flores femeninas necesitan entre 62 a 107°C de calor a más que las masculinas.

La incorporación de materiales orgánicos es una práctica de manejo agrícola realizada por los productores campesinos para disminuir o hacer más eficiente el uso de fertilizantes inorgánicos. Las enmiendas orgánicas aportan al suelo materia orgánica y nutrientes, con lo que se favorece la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas, sin embargo, aunque contiene todos los nutrientes que la planta necesite, tienen baja concentración de algunos macronutrientes, comparado con los fertilizantes inorgánicos.

La fertilización de manera general, es uno de los factores decisivos para lograr altos rendimientos, entre los macronutrientes, el fósforo, es uno de los limitantes en los suelos de esta zona, por su baja disponibilidad, por tal razón es necesario un suministro adecuado de este fertilizante fosfatado.

El fósforo se encuentra en el suelo en tres fracciones, una parte en la solución del suelo, fracción lábil y fracción no lábil (Rheinheimer y Anghinoni 2001). Las plantas absorben únicamente el fósforo que está en la solución del suelo en forma de $H_2PO_4^{-1}$ y HPO_4^{-2} (Van 2011).

El objetivo de la investigación fue evaluar los efectos de diferentes dosis de fósforo, con la utilización de enmiendas orgánica e inorgánica sobre la producción del maíz chipá.

Metodología

El experimento se realizó en la propiedad del Sr. Alejandro Duarte, ubicado en el Departamento de Canindeyú, Distrito de Ybyrarobana, Paraguay, desde septiembre de 2015 hasta febrero de 2016. El estudio se evaluó en un diseño de parcelas subdivididas. Las enmiendas ocuparon las parcelas y las dosis de P_2O_5 las subparcelas, estas se distribuyeron en el campo en un diseño de bloques completamente al azar, en cuatro bloques.

Las enmiendas utilizadas fueron estiércol de bovino (30 Mg ha^{-1}), ceniza de expeller de soja (870 kg ha^{-1}) y testigo (sin aplicación de enmienda). La fuente de P_2O_5 utilizada fue el Superfosfato triple, con dosis 0, 40, 80, 120 y 160 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 5 m de largo por 3,5 m de ancho ($17,5 \text{ m}^2$).

La preparación del suelo se realizó en forma convencional, la aplicación de enmiendas y fertilizantes, y la siembra se realizó de forma manual, el espaciamiento utilizado fue de 0,70 m

entre hileras y 0,25 m entre plantas. La cosecha se realizó de 2,10 m² de cada unidad experimental, de forma manual. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza según modelo de parcelas subdivididas, test de Tukey al 5% de probabilidad de error y análisis de regresión.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los resultados del análisis laboratorial de pH, Materia Orgánica (M.O.), Fósforo (P), Calcio (Ca²⁺), Magnesio (Mg²⁺), Potasio (K⁺), Sodio (Na⁺) y Aluminio + Hidrógeno (Al³⁺+H⁺).

Tabla 1. Análisis de suelo de la camada 0-10 cm al culminar el experimento en función a fuentes de enmiendas. Ybyrarobana, Canindeyú, 2016.

Fuentes de enmiendas	pH	M.O. ---%---	P --mg kg ⁻¹ --	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺
				-----cmol _c kg ⁻¹ -----				
Ceniza	5,38 a	0,78 ^{ns}	8,13 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,11 ab	0,02 ^{ns}	0,47 ^{ns}
Estiércol	5,23 ab	0,82	6,31	0,58	0,21	0,15 a	0,02	0,47
Sin enmienda	4,73 b	0,81	7,00	0,53	0,13	0,09 b	0,02	1,17
CV%	5,34	19,91	61,92	19,69	47,86	22,43	0,00	54,93

CV, coeficiente de variación; ns, no significativo. Medias seguidas por diferentes letras difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Los resultados de la lectura de pH muestran que los tratamientos con diferentes fuentes de enmiendas están dentro del nivel considerado ácido. La ceniza presentó un aumento en el pH difiriendo estadísticamente del testigo. El estiércol de bovino fue igual estadísticamente a la ceniza y al testigo. Por otro lado, la acidez intercambiable no presentó significancia estadística y con la aplicación tanto de la ceniza como del estiércol se obtuvo una disminución de la misma hasta niveles considerados medios (0,4 – 9 cmol_c kg⁻¹), sin embargo, en el tratamiento sin aplicación de enmienda (testigo) se encontraba en un nivel alto (Fatecha 2004). Resultado similar al presente experimento fue obtenido por González (2016) quien observó aumento de pH aplicando 870 kg ha⁻¹ de ceniza, donde el pH pasó de 5,08 en el testigo a 5,65 donde se aplicó ceniza. En relación a la aplicación de estiércol de bovino (25 Mg ha⁻¹) de forma similar a lo observado en el presente experimento, el mismo no presentó aumento de pH cuando comparado al testigo.

La aplicación de estiércol de bovino incrementó la concentración de potasio hasta un nivel medio (mayor a 0,13 cmol_c kg⁻¹), siendo

estadísticamente igual al tratamiento con aplicación de ceniza, pero superior al testigo. La concentración de potasio intercambiable es interpretada como de nivel bajo (menor a 0,12 cmol_c kg⁻¹), según la tabla de interpretación de análisis de suelos propuesto por Moreno et al (2012). Según el análisis de la ceniza, la misma posee 1,69% de K. Al aplicar 870 kg ha⁻¹ de ceniza se aplicó solamente 17,8 kg ha⁻¹ de K₂O, por lo que era de esperar que no haya aumento expresivo de la cantidad de K en el suelo.

Los valores de materia orgánica, fósforo, calcio, magnesio y sodio se encuentran en un rango bajo y no presentaron diferencias significativas.

En la Tabla 2, se presentan los valores medios obtenidos en la medición de los parámetros de crecimiento: altura de planta, número de hojas por planta, diámetro del tallo y masa seca aérea.

En las variables mencionadas se encontraron diferencias significativas entre las fuentes de enmiendas (Factor Enmienda), siendo para las variables altura de planta, N° de hojas por planta y masa seca aérea, la enmienda orgánica (estiércol de bovino) el tratamiento con el mayor

Tabla 2. Altura de planta, número de hojas por planta, masa seca aérea y diámetro del tallo del maíz en función a dosis de P_2O_5 y fuentes de enmiendas. Ybyrarobana, Canindeyú, 2016.

Factor Enmienda Fuentes ($Mg\ ha^{-1}$)	Dosis	Altura de planta	Hojas planta ⁻¹	Masa seca aérea	Diámetro del tallo
		---m---	---número---	---kg ha ⁻¹ ---	---mm---
Estiércol de bovino	30	2,47 a	14,67 a	12.757 a	23,06 a
Ceniza	0,87	2,42 ab	14,32 ab	12.122 ab	22,75 a
Sin enmienda	0	2,35 b	14,09 b	10.842 b	21,37 b
Media general		2,41	14,36	11.907	22,39
Factor Fósforo Dosis ($kg\ ha^{-1}$)					
	0	2,38 ^{ns}	14,18 ^{ns}	11.302 ^{ns}	21,79 ^{ns}
	40	2,39	14,35	12.184	22,00
P_2O_5	80	2,48	14,59	12.322	22,94
	120	2,41	14,29	11.577	22,81
	160	2,40	14,38	12.151	22,42
CV%		4,20	4,18	14,21	6,46
Media general		2,41	14,36	11.907	22,39

CV, coeficiente de variación; ns, no significativo. Medias seguidas por diferentes letras difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

promedio, y superior al tratamiento sin enmienda (testigo). El tratamiento con ceniza arrojó resultados estadísticamente iguales al estiércol de bovino y al tratamiento sin enmienda. Con respecto al diámetro del tallo los resultados de las enmiendas orgánica e inorgánica arrojaron resultados estadísticamente iguales entre sí, pero superiores al testigo. Estos resultados son similares a los obtenidos por López et al. (2015), quienes al aplicar estiércol de bovino obtuvieron incrementos de 0,35 m en la altura de plantas y 5.850 kg ha⁻¹ en masa seca aérea, sin embargo, Longoria (2000), no encontró significancia estadística al incorporar diferentes dosis de estiércol de bovino en la altura de plantas de maíz, diámetro del tallo y masa seca aérea, siendo los valores medios de 2 m; 2,28 cm y 108 g pl⁻¹ respectivamente.

En cuanto a las dosis de P_2O_5 no se encontraron diferencia significativa, aunque se vió una tendencia de aumento en relación directa con el incremento de la dosis hasta los 80 kg ha⁻¹ y posteriormente se vió una tendencia

de disminución en los cuatro parámetros mencionados con mayores dosis de fósforo. Estos resultados coinciden con los de Valdez y Gray (2014), quienes emplearon diferentes dosis de fósforo y no tuvieron influencia significativa en la altura de plantas de maíz, registrándose un promedio de 218±2,31 cm. Sin embargo, Colman y Ortiz (2012) encontraron diferencias significativas utilizando los mismos tratamientos en el cultivo de maíz, habiendo un incremento del 38 cm en la altura.

Una de las causas pudo haber sido el nivel inicial de P (fósforo) en el suelo, según Britos et al. (2012) el nivel crítico de P para suelos franco arenosos es de 12 mg kg⁻¹ y este suelo inicialmente poseía 9 mg kg⁻¹, siendo similar al promedio de P del departamento que es de 8,9 mg kg⁻¹ (Jorgge 2012), por lo que de cierta forma se puede atribuir a eso la falta de respuesta a la fertilización fosfatada. Otro aspecto que se puede resaltar es que esos suelos ya están extremadamente deteriorados y la simple aplicación de fertilizantes en un año no es suficiente para su recuperación y principalmente

la actividad biológica, la materia orgánica y la relación entre nutrientes no se encuentra beneficiada, por lo tanto, por más que se le dé los nutrientes a la planta, la parte física, orgánica y biológica del suelo limitan la respuesta de los nutrientes aplicados, destacándose además que esos suelos están muy compactados.

Conclusión

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente experimento se concluye que:

Hubo respuesta del maíz a los tratamientos con las fuentes de enmiendas, donde el estiércol de bovino arrojó resultados significativos en comparación al testigo, sin embargo, en los tratamientos con dosis de P_2O_5 no se obtuvo respuesta. La utilización del estiércol de bovino como enmienda orgánica al suelo es una alternativa factible para aumentar la producción del cultivo y reponer nutrientes.

Con la aplicación de la ceniza disminuyó el aluminio intercambiable y el horizonte superficial experimentó ligeros incrementos del pH, así como la concentración de calcio, magnesio y fósforo. Por consiguiente, una importante vía de reutilización es la aplicación de las mismas en el suelo como fertilizantes y correctores de la acidez.

Referencias bibliográficas

- Britos Benítez, CA; Causarano Medina, HJ; Rasche Álvarez, JW; Barreto Riquelme, UF; Mendoza Duarte, F. 2012. Fertilización fosfatada de los principales cultivos bajo siembra directa mecanizada en la región oriental del Paraguay. *Investigación Agraria* 14(2):87-92.
- Colman Ribellato, PJ; Ortiz Acosta, O. 2012. Inoculación con *Pseudomonas fluorescens* aplicación de diferentes dosis de fertilizante fosfatado en maíz (*Zea mays*). III Congreso Paraguayo de Ciencias del Suelo. San Lorenzo, PY, FCA-UNA. p. 530-531.
- Fatecha Fois, D. 2004. Clasificación de la fertilidad, acidez activa (pH) y necesidad de cal agrícola de los suelos de la región oriental del Paraguay. Tesis de Grado. San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Agronómica FCA-UNA. 82 p.
- González Cáceres, E. 2016. Aplicación de dosis de nitrógeno con enmiendas orgánica e inorgánica en maíz chipá (*Zea mays* var. amiláceo L.). Tesis de Grado. San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Agronómica FCA-UNA. 62 p.
- Jorge Prieto, MV. 2012. Clasificación del nivel de fósforo disponible del suelo de la Región Oriental del Paraguay. Tesis de Grado. San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Agronómica FCA-UNA. 52 p.
- Longoria Garza, CS. 2000. Fertilización orgánica con estiércol bovino en diferentes fechas y dosis de aplicación en maíz blanco hualahuises. Tesis de Maestría. México, Facultad de Agronomía-Universidad Autónoma de Nuevo León. 90 p.
- López Calderon, MJ; Figueroa Viramontes, U; Fortis Hernandez, M; Nunez Hernández, G; Ochoa Martínez, E; Sanchez Duarte, JI. 2015. Evaluación de dosis equivalentes de fertilizante y estiércol en la producción de maíz forrajero (*Zea mays*). *Revista Internacional de Botánica Experimental* 84:8-13.
- Moreno Resquin, H; Causarano Medina, HJ; Rasche Álvarez, JW; Barreto Riquelme, UF; Mendoza Duarte, F. 2012. Fertilización potásica de los principales cultivos bajo siembra directa mecanizada en la Región Oriental del Paraguay. *Investigación Agraria* 14(1):41-49.
- Rheinheimer dos Santos, D; Anghinoni, I. 2001. Distribuição do fósforo inorgânico em sistemas de manejo de solo. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 36(1):151-160.
- Salhuana, W; Machado, V. 1999. Razas de maíz en Paraguay, consideraciones en la organización y utilización de los recursos genéticos de maíz. Publicación 025. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Investigación en Agricultura. Programa de Investigación del maíz del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay. 148 p.
- Valdez Ibañez, AS; Gray Acuña, MG. 2014. Fuentes y dosis de fertilizantes fosfatados en maíz. San Lorenzo, PY. III Congreso Nacional de Ciencias Agrarias, FCA-UNA. p. 295-297.
- Van Raij, B. 2011. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes: fósforo. Piracicaba, BR, International Plant Nutrition Institute. p. 217-248.

Efectos de enmiendas orgánica e inorgánica en la producción de maíz chipa (*Zea mays* L. var. amilácea)

Alder Delosantos Duarte Monzón^{1*}, Eugenio González Cáceres¹, Jimmy Walter Rasche Alvarez¹, Carlos Andrés Leguizamón Rojas¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: alderdelosantos@hotmail.com

Introducción

Con la intensificación de la agricultura para satisfacer la creciente demanda de alimentos, la producción y uso de los fertilizantes químicos se han incrementado, substituyendo la fertilización con abonos orgánicos. Sin embargo las enmiendas orgánicas, como el estiércol, siguen teniendo significado como fuente de nutrientes en algunos sistemas agrícolas, aunque el problema actual está en los enormes volúmenes que serían necesarios transportar para cubrir la demanda de nutrientes de los cultivos (Urquiagua y Zapata 2000). Sin embargo, el uso de estiércol en la agricultura es una forma de reducir contaminaciones puntuales por acumulación de estiércol en la producción intensiva de aves, suinos, bovinos entre otros que también va en aumento.

Las cenizas además de aportar elementos primarios como fósforo y potasio, también incluyen la adición de otros elementos secundarios, como calcio y magnesio. Omil (2007) considera que, por las características físicas de las cenizas, éstas no permiten el fácil lixiviado de los macronutrientes, pudiendo ser consideradas por tales características como un fertilizante ecológico.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción del maíz con la utilización de enmiendas orgánica e inorgánica, como así también evaluar el efecto que genera la aplicación de las enmiendas en el suelo una vez cosechado el cultivo de maíz.

Metodología

El experimento se realizó en la propiedad del Sr. Alejandro Duarte, ubicada en el Departamento de Canindeyú, Distrito de Ybyrarobana, Paraguay,

desde septiembre de 2015 hasta febrero de 2016. El estudio se evaluó en un diseño de bloques completamente al azar, en ocho bloques.

Las enmiendas utilizadas fueron estiércol de bovino (25 Mg ha⁻¹), ceniza de expeller de soja (870 kg ha⁻¹) y testigo (sin aplicación de enmienda). Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 25 m de largo por 3,5 m de ancho (87,5 m²), siendo el total del área utilizada para el experimento 2.100 m².

La preparación del suelo se realizó en forma convencional, la aplicación de enmiendas y la siembra del maíz se realizaron de forma manual, el espaciamiento utilizado fue de 0,70 m entre hileras y 0,25 m entre plantas.

Las variables evaluadas fueron número de hojas por planta, diámetro del tallo, masa seca aérea, rendimiento de granos y análisis de suelo posterior a la cosecha del maíz. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y comparación de medias por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

En la Tabla 1, se presentan los valores medios obtenidos en la medición de los parámetros de diámetro del tallo, número de hojas por planta, masa seca aérea y rendimiento de granos maíz.

Con la aplicación de las enmiendas se obtuvieron diferencias significativas en todos los parámetros mencionados en la Tabla 1. En las variables diámetro del tallo, número de hojas por planta, masa seca aérea del maíz, el estiércol de bovino arrojó resultados estadísticamente superiores

Tabla 1. Diámetro del tallo, número de hojas por planta, masa seca aérea y rendimiento de granos maíz en función a las fuentes de enmiendas. Ybyrarobana, Canindeyú, 2016.

Fuentes Enmiendas	Dosis	Diámetro del tallo	Hojas planta ⁻¹	Masa seca aérea	Rendimiento de granos
	--Mg ha ⁻¹ --	----mm----	---número---	---kg ha ⁻¹ ---	---kg ha ⁻¹ ---
Estiércol de bovino	25	22,6 a	14,4 a	13.690 a	4.607 a
Ceniza	0,87	21,5 ab	14,2 ab	12.376 ab	4.006 b
Sin enmienda	0	20,9 b	13,9 b	11.771 b	3.895 b
Media general		21,7	14,2	12.612	4.169
CV%		5,1	2,3	8,7	9,6

CV, coeficiente de variación; ns, no significativo. Medias seguidas por diferentes letras difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

al testigo. Sin embargo, con la aplicación de la ceniza no se constató influencia en las mismas en relación al estiércol de bovino y al tratamiento sin enmienda (testigo). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Duarte (2016), quien obtuvo incrementos significativos en diámetro del tallo, número de hojas por planta y masa seca aérea del maíz con la incorporación del estiércol de bovino en comparación al testigo.

Al aplicar diferentes fuentes de enmiendas se encontró diferencia estadística en el rendimiento de granos de maíz, donde el estiércol de bovino alcanzó 4.607 kg ha⁻¹, llegando a superar en 601 y 712 kg ha⁻¹ a la ceniza y al testigo, respectivamente. Resultados similares fueron observados en el experimento de González (2016), quien aplicando enmiendas orgánica e inorgánica en maíz obtuvo aumentos significativos en el rendimiento de granos con la

aplicación del estiércol bovino en relación a las otras fuentes.

Paredes citado por Ruffinelli (2011) afirma que la incorporación de fertilizantes orgánicos o enmiendas en el suelo interviene favorablemente en la disponibilidad de los macro y micronutrientes y en la fertilidad del suelo, incrementando la CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico), produciendo un aumento en la aireación y crecimiento radicular, así como en la capacidad de retención de agua y la actividad de los microorganismos.

Análisis del suelo posterior a la cosecha del maíz

En la Tabla 2 se presentan las medias de pH, materia orgánica, fósforo disponible, calcio, magnesio, potasio, sodio intercambiable y aluminio intercambiable.

Tabla 2. Características químicas del suelo en las parcelas donde fueron aplicadas las enmiendas orgánica e inorgánica. Ybyrarobana, Canindeyú, 2016.

Fuentes enmiendas	pH	M.O.	P	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺
		---%---	--mg kg ⁻¹ --	-----cmol _c kg ⁻¹ -----				
Ceniza	5,51a	0,81 ^{ns}	14,35 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,12ab	0,02 ^{ns}	0,27b
Estiércol de bovino	5,11b	0,89	6,80	0,81	0,28	0,15a	0,02	0,63ab
Sin enmienda	4,90b	0,85	7,99	0,76	0,21	0,10b	0,02	0,90a
CV%	5,04	22,6	66,9	12,7	26,9	20,2	0,0	63,3

CV, coeficiente de variación; ns, no significativo. Medias seguidas por diferentes letras difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

En la misma se verifican los efectos de la aplicación de las enmiendas, donde se observan diferencias estadísticas significativas en los parámetros de pH, potasio K^{+2} y aluminio intercambiable del suelo $Al^{+3} + H^{+}$.

En el pH del suelo, la ceniza arrojó un resultado superior a las otras fuentes de enmiendas con un pH medio de 5,51. Los resultados del estiércol bovino y el tratamiento testigo fueron iguales estadísticamente con promedios de 5,11 y 4,90 respectivamente. Estos resultados concuerdan con los resultados de los experimentos de González (2016), y Saucedo (2016), quienes observaron aumentos del nivel del pH con la aplicación de la ceniza. En cuanto al aluminio intercambiable del suelo ($Al^{+3} + H^{+}$), la aplicación de la ceniza disminuyó el contenido del Al, considerándose este valor bajo de acuerdo a la tabla de interpretación propuesta por Moreno et al. (2012). La aplicación del estiércol de bovino si bien disminuyó el nivel del aluminio del suelo, este no fue estadísticamente diferente a la ceniza ni al testigo, con una media de $0,63 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, en el testigo se observa el nivel más alto del $Al^{+3} + H^{+}$ $0,90 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ considerándose este valor como un nivel alto de aluminio en el suelo.

El contenido de potasio del suelo, en el tratamiento con estiércol de bovino fue mayor al testigo con promedios de 0,15 y 0,10 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, respectivamente. Al observar el valor promedio obtenido por el tratamiento con ceniza, este no fue significativamente diferente a la enmienda orgánica ni al testigo quedando entre ambos valores, con un promedio de $0,12 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Sin embargo, González (2016), no observó diferencias en el nivel de potasio con la aplicación de enmienda orgánica e inorgánica en maíz, mientras que, Duarte (2016), en su experimento con el cultivo de maíz obtuvo resultados similares a este experimento, observando que el estiércol de bovino en comparación al tratamiento sin enmienda aumentó el nivel de potasio en el suelo.

En los niveles de materia orgánica, fósforo disponible, calcio, magnesio y sodio intercambiable del suelo no se obtuvieron diferencias significativas con la aplicación de las

enmiendas, sin embargo, se puede observar que los niveles del fósforo en la parcela donde se aplicó la ceniza son muy superiores numéricamente en comparación a las otras fuentes de enmiendas, por lo que se deduce que esta fuente es una buena alternativa para aumentar los niveles del P en el suelo.

Conclusiones

La utilización del estiércol bovino aumenta la producción del maíz, pudiendo usarse como una fuente de fertilización para los cultivos.

La ceniza puede ser usada como una alternativa para aumentar la acidez del suelo e incrementar los niveles de P disponible.

Referencias bibliográficas

- Duarte, AD. 2016. Fertilización fosfatada con enmiendas orgánica e inorgánicas en maíz chipa (*Zea mays* L. var. Amilácea). Tesis Ing. Agr. San Lorenzo- PY, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. 64 p.
- Estigarribia, J; Galeano, MP; Leguizamón, CA. 2015. Ceniza como corrector de propiedades químicas del suelo y su efecto en el poroto *Vigna unguiculata*. I Congreso Paraguayo de Ciencias del Suelo. San Lorenzo, PY. FCA-UNA157-159 p.
- González, E. 2016. Aplicación de dosis de nitrógeno con enmiendas orgánica e inorgánica en maíz chipá (*Zea mays* L. var. amilácea). Tesis de Grado. San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Agronómica. FCA-UNA. 62 p.
- Moreno Resquin, H; Causarano Medina, HJ; Rasche Álvarez, JW; Barreto Riquelme, UF; Mendoza Duarte, F. 2012. Fertilización potásica de los principales cultivos bajo siembra directa mecanizada en la región oriental del Paraguay. Investigación Agraria 14(1):41-49.



- Omil Ignacio, B. 2007. Gestión de cenizas como fertilizante y enmendante de plantaciones jóvenes de *Pinus radiata*. Tesis de Doctorado. Escuela Politécnica Superior de Lugo Universidad de Santiago de Compostela. Departamento de Edafología y Química Agrícola. 326 p.
- Ruffinelli Almada, S. 2011. Efecto de la aplicación de estiércol vacuno, gallinaza y fósforo natural en el rendimiento de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), y sobre el ataque de *Diatrea saccharalis*(Fabr., 1974) (Lepidoptera: Crambidae), en un suelo de Guairá. Tesis de Grado. San Lorenzo (PY), Carrera de Ingeniería Agronómica FCA-UNA. 40 p.
- Saucedo, CMJ. 2016. Uso de ceniza como corrector de las propiedades químicas del suelo. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. 37 p.
- Urquiaga, S; Zapata, F. 2000. Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada en cultivos anuales en América Latina y el Caribe. Porto Alegre, BR, Génesis. 103 p.

Dosis de nitrógeno con enmiendas orgánica e inorgánica en maíz chipa (*Zea mays* L. var. amilácea)

Eugenio González Cáceres^{1*}, Alder Delosantos Duarte Monzon¹, Luis Samuel Salvador Muller¹,
Derlis Enciso Santacruz¹, Jimmy Walter Rasche Alvarez¹, Carlos Andrés Leguizamón Rojas¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: gonzalezzeugenio21@gmail.com

Introducción

La actividad agrícola, en la actualidad, ha pasado de ser una forma de vida a una actividad de carácter comercial, lo que ha provocado un serio deterioro del recurso suelo, y particularmente de su fertilidad. Como una forma de contrarrestar la pérdida de capacidad de suministro de nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ha sido necesario recurrir a la aplicación de productos orgánicos e inorgánicos en combinación con fertilizantes químicos portadores de dichos nutrientes.

El nitrógeno junto al potasio y el fósforo, constituyen los elementos primarios de las plantas, siendo el nitrógeno uno de los componentes indispensables para un buen desarrollo de los cultivos. Entre los cultivos que exigen gran demanda de nitrógeno se encuentra el maíz y cuando se busca altas productividades de este cultivo la fertilización orgánica no siempre supe de manera adecuada la cantidad de nitrógeno necesaria por la planta, por tanto es recomendado realizar la fertilización química de la misma.

El objetivo de este experimento fue evaluar la producción del maíz chipa y algunas características agronómicas del maíz con la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno en combinación con enmiendas orgánica e inorgánica.

Metodología

El experimento se realizó en el Departamento de Canindeyú, Distrito de Ybyrarobana, Colonia

Lomas Valentinas, Paraguay, en la propiedad del productor Alejandro Duarte Sanabria, desde setiembre del 2015 hasta febrero del 2016. El estudio se realizó en un diseño de parcelas subdivididas, evaluando dos factores. El factor tipo de enmiendas (Factor A) se ubicó en las parcelas, y el factor dosis de nitrógeno (Factor B) se ubicó en las subparcelas.

Las enmiendas utilizadas fueron estiércol bovino (25.000 kg ha⁻¹) y ceniza de expeler de soja (870 kg ha⁻¹), además del testigo (sin enmienda). Las dosis de nitrógeno evaluadas fueron (0, 40, 80, 120 y 160 kg ha⁻¹). Las parcelas y subparcelas se distribuyeron en el área experimental con un diseño de bloques completo al azar con 15 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 60 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo representada por un área de 17,5 m² (5 m x 3,5 m), siendo el total del área utilizada para el experimento de 1.050 m². Las variables evaluadas fueron diámetro de espiga, longitud de espiga, masa seca aérea y rendimiento de granos del maíz. Se realizó análisis de varianza y comparación de medias utilizando el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo et al. 2011).

Resultados y discusión

Diámetro de espiga, longitud de espiga y masa seca aérea del maíz

No se obtuvo diferencias significativas en el diámetro de espigas en ninguno de los factores estudiados (Tabla 1). Con la aplicación de las fuentes de enmiendas el diámetro de espiga varió entre 36,1 mm en el tratamiento con ceniza y

Tabla 1. Diámetro de espiga, longitud de espiga y masa seca aérea con aplicación de dosis de nitrógeno con enmiendas orgánica e inorgánica. Ybyrarobana, Canindeyú, Paraguay, 2016.

Fuentes de Enmiendas (Factor A)	Niveles (Mg ha ⁻¹)	Diámetro de espiga (mm)	Longitud de espiga (cm)	Masa seca aérea (kg ha ⁻¹)
Estiércol bovino	25	37,2 ^{ns}	17,1 a	14.623 a
Ceniza	0,87	36,1	15,7 b	12.629 b
Sin enmienda	0	36,4	16,0 b	12.699 b
Media		36,6	16,3	13.317
Dosis de N (Factor B)	(kg ha ⁻¹)			
T1	0	36,1 ^{ns}	15,9 ^{ns}	12.352 ^{ns}
T2	40	36,7	16,3	13.548
T3	80	36,4	16,2	13.708
T4	120	36,6	16,7	13.264
T5	160	37,1	16,3	13.714
Media		36,6	16,3	13.317
CV (%)		4,09	5,3	13,7

CV: Coeficiente de variación. ns: Diferencias no significativas. Medias seguidas por diferentes letras en la columna difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

37,2 mm en el tratamiento con estiércol bovino. Machado (2013) evaluando siete variedades de avatimoroñ cinco localidades (Capitán Miranda y Tomás Romero Pereira, en el Departamento de Itapúa; Yjhovy, Departamento de Canindeyú; Natalicio Talavera, Departamento de Guairá; y, Choré, Departamento de San Pedro) observó que el diámetro de la mazorca varía con la variedad y con el ambiente. Entre las dosis de N aplicadas se obtuvo una media general de 36,6 mm de diámetro de espigas del maíz.

En la longitud de espiga y la masa seca aérea del maíz se encontraron diferencias significativas con la aplicación de las fuentes de enmiendas, donde estadísticamente el estiércol bovino fue superior en comparación a las otras fuentes utilizadas. En la longitud de espiga del maíz el estiércol bovino alcanzó un promedio de 17,1 cm; el testigo y la ceniza arrojaron resultados estadísticamente iguales con promedios de 16,0 cm y 15,7 cm, respectivamente.

En la masa seca aérea del maíz el estiércol bovino superó a las otras fuentes, siendo 1.994 kg ha⁻¹ superior que la ceniza y 1.924 kg ha⁻¹ superior al testigo (sin enmienda). La ceniza y el testigo arrojaron resultados estadísticamente

iguales con rendimientos promedios de 12.629 y 12.699 kg ha⁻¹ respectivamente. Resultados similares fueron observados en el experimento de Duarte (2016), quien trabajando con enmiendas orgánica e inorgánica en maíz chipa, obtuvo diferencias significativas con la aplicación de estiércol bovino, con un rendimiento promedio de 12.757 kg ha⁻¹ en comparación al tratamiento testigo, que fue de 10.842 kg ha⁻¹.

Entre las dosis de N aplicadas no hubo diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas, donde las medias obtenidas fueron 15,3 cm para la longitud de espiga del maíz y 13.317 kg ha⁻¹ para la masa seca aérea del maíz.

Rendimiento de granos del maíz

La aplicación de las enmiendas presentó diferencias significativa en el rendimiento de granos del maíz, siendo el estiércol bovino la mejor fuente con un rendimiento promedio de 4.521 kg ha⁻¹. La aplicación de la ceniza y el testigo (sin enmienda) arrojaron resultados estadísticamente similares con promedios de 3.616 y 3.858 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabla 2). Según los análisis realizados la combinación de las enmiendas con las dosis de nitrógeno no presentó interacción.

Tabla 2. Rendimiento de granos con aplicación de dosis de nitrógeno con enmiendas orgánica e inorgánica. Ybyrarobana, Canindeyú, Paraguay, 2016.

Fuentes de Enmiendas (Factor A)	Niveles (Mg ha ⁻¹)	Rendimiento de granos (kg ha ⁻¹)
Estiércol bovino	25	4.521 a
Ceniza	0,87	3.616 b
Sin enmienda	0	3.858 b
Media		3.998
CV (%)		16,6

CV: Coeficiente de variación. Medias seguidas por diferentes letras en la columna difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

En la Figura 1 se presentan las medias de los rendimientos de granos de maíz obtenidos con la aplicación de dosis de nitrógeno.

Las dosis de nitrógeno no presentaron diferencias significativas entre las medias de los rendimientos, donde los promedios oscilaron entre 4.155 kg ha⁻¹, que se obtuvo con el T4 y 3.823 kg ha⁻¹ que se obtuvo con el testigo. Los rendimientos obtenidos se encuentran por debajo del potencial productivo de esta variedad, que según IPTA (2015) es de 5.200 kg ha⁻¹.

Los resultados obtenidos en respuesta a la aplicación de las dosis de nitrógeno pudieron deberse a las altas precipitaciones registradas durante el periodo del experimento, donde las mayores precipitaciones se registraron en los

meses de noviembre y diciembre con promedios de 376 mm y 383 mm respectivamente, siendo que, la segunda aplicación de las dosis de nitrógeno en cobertura, fue realizada el 8 de noviembre, que fueron dosis muy altas y dos días después de esta aplicación se registró una precipitación de 52 mm, lo que pudo haber influido en gran manera en el aprovechamiento del nitrógeno por el cultivo de maíz, pudiendo haberse registrado pérdidas por lixiviación, ya que el suelo donde se implantó el experimento es de textura arenosa.

Otra razón podría ser, en parte por la acidez del suelo (pH=5,08) y la presencia de aluminio intercambiable (0,63 cmol_c kg⁻¹), que pudieron no haber permitido el aprovechamiento adecuado del fertilizante nitrogenado por el maíz.

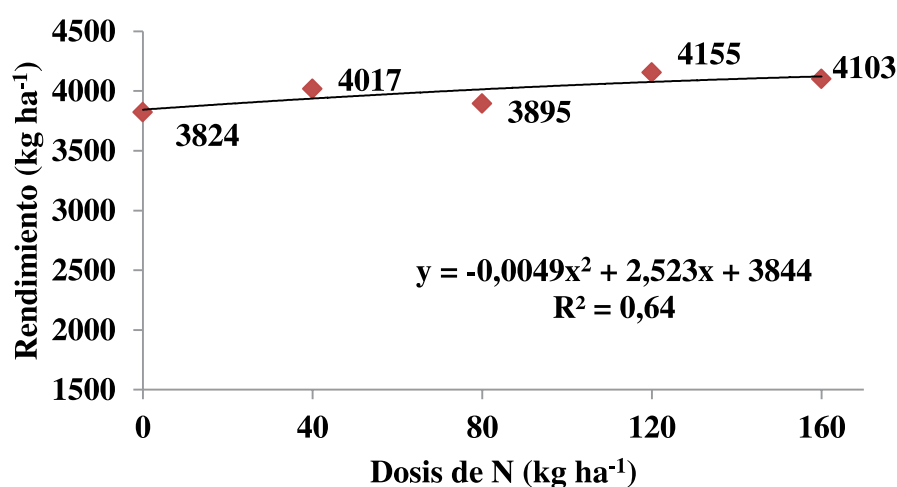


Figura 1. Rendimiento de granos de maíz con la aplicación de dosis de nitrógeno con enmiendas orgánica e inorgánica. Ybyrarobana, Canindeyú, Paraguay, 2016.

Conclusión

El estiércol bovino permite aumentar la producción del maíz y su utilización puede suplir las necesidades de nitrógeno requeridas por las plantas. La combinación de la ceniza de expeller de soja y las dosis de nitrógeno estadísticamente no arrojó resultados significativos en ninguna de las variables en comparación al testigo.

Las dosis de nitrógeno aplicadas no arrojaron diferencias estadísticas significativas para ninguna de las variables evaluadas, por lo que son necesarias más investigaciones y buscar los métodos más adecuados para el manejo de este nutriente.

Agradecimiento

Al CONACYT por el financiamiento de este trabajo dentro del marco del Proyecto 14-INV-130 “Manejo sostenible de la fertilidad de suelos para la producción de alimentos”.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción por el apoyo, mediante la utilización de los equipos necesarios para el trabajo de campo y laboratorio.

Al Señor Alejandro Duarte Sanabria por facilitar la infraestructura y el terreno para la realización del experimento.

Referencias bibliográficas

- Duarte, AD. 2016. Fertilización fosfatada con enmiendas orgánica e inorgánicas en maíz chipa (*Zea mays* L. var. Amilácea). Tesis Ing. Agr. San Lorenzo- PY, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Área de Suelos y Ordenamiento Territorial 64 p.
- Di Rienzo JA; Casanoves F; Balzarini MG; González L; Tablada M; Robledo CW. 2011. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- IPTA (Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, PY). 2015. Programa de investigación de maíz, sorgo y girasol. Avatimorotí – avati chipá Guaraní vs 254. Capitán Miranda, PY, IPTA.
- Machado, V. 2013. Productividad y adaptabilidad de cultivares de maíz harinoso Avati Morotí. *Investigación Agraria* 15(2):75-81.

Fertilización con enmienda orgánica en mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en un suelo Rhodic Paleudult de Caaguazú

Marcos Fabián Sanabria Franco^{1*}, Victor Antonio Ramírez Peralta¹, Guido Ronaldo Samudio Cardozo¹, Carlos Andrés Leguizamón Rojas¹, Cesar Arnaldo Caballero Mendoza¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: marcosfabiansanabria@gmail.com

Introducción

La limitación de la fertilidad del suelo, la poca incorporación de residuos orgánicos y las labranzas inadecuadas determinan los bajos rendimientos de los rubros realizados en las pequeñas propiedades. El uso de residuos orgánicos producidos en la finca puede contribuir a mejorar las propiedades del suelo y disminuir las necesidades de fertilización mineral. La materia orgánica es esencial para el mantenimiento de la capacidad productiva de los suelos tropicales y/o subtropicales. Un suelo fértil es aquel que presenta un equilibrio en sus propiedades física, química y biológica (Calegari 2015).

La mandioca es un cultivo muy importante por sus múltiples usos, posee adaptación según las zonas, por lo que su distribución está bien esparcida dentro de los países tropicales y subtropicales (FAO 2006).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización con enmienda orgánica en mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en un suelo *Rhodic Paleudul* de Caaguazú.

Metodología

El experimento fue instalado en el distrito de Caaguazú, Paraguay, compañía 3^{ra} Línea agua, en un suelo *Rhodic Paleudul* (López et al. 1995) con textura arenosa, con bajo contenido de materia orgánica (6,9 g kg⁻¹), P, K, Ca, Mg, Na y sin presencia de Al+H. Fue conducido desde fines de agosto del 2015 hasta mediados de julio del 2016. El experimento contó con un diseño experimental de bloques completos al

azar con tres tratamientos y 8 repeticiones, con un arreglo espacial de 0,5 x 1,00 m, donde los tratamientos fueron dosis de estiércol bovino (0, 15 y 30 t ha⁻¹) y la variedad de mandioca utilizada fue “Tacuara Pytã”. El área experimental fue de 1800 m², en donde cada unidad experimental de 75 m² fue ubicado en bloques de 225m², con un área útil de 40 m² y 80 plantas por cada unidad experimental.

Fueron clasificadas como raíces comerciales aquellas con más de 20 cm de longitud y 4 cm de diámetro y las no comerciales aquellas inferiores a éstas y el total de raíces fue la sumatoria de ambas. Así, se evaluaron el número de raíces comerciales, no comerciales y totales por planta, el rendimiento de raíces comerciales, no comerciales y el rendimiento total en el momento de la cosecha. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA), según modelo de bloques completos al azar. En aquellas variables que arrojaran diferencias significativas de efecto de tratamiento, se realizó la prueba de comparación de medias, con el test de Tukey a 5% de probabilidad de error y el análisis de regresión.

Resultados y discusión

Para el número de raíces comerciales de mandioca los resultados se ajustan a una ecuación de $y = 0,38x + 3,0867$ con $R^2 = 0,95$, que demostró que por cada tonelada de estiércol bovino aplicado hay un aumento de 0,38 raíces por plantas, así, el 95% de los resultados son alcanzados gracias a la incorporación de la enmienda orgánica, el 5% restante se debe a otros factores (Tabla 1).

Tabla 1. Número de raíces comerciales, no comerciales y totales de raíces frescas en mandioca de la variedad “Tacuara Pytã”, Caaguazú, Paraguay, 2016.

Tratamientos	Número de raíces por planta		
	Comerciales	No comerciales	Totales
T1	3,42B	2,43B	5,85B
T2	3,94A	2,64AB	6,58A
T3	4,18A	2,77 ^a	6,95A
CV %	7,39	7,46	4,94

Medias con letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas según el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error, CV: Coeficiente de variación.

Cabrera (2015), usando 20 t ha⁻¹ de estiércol bovino logró aumentar de forma significativa la cantidad de raíces comerciales en mandioca de la variedad Cano.

La cantidad de raíces no comerciales registró efectos significativos con la aplicación de estiércol, resultando la dosis de 30 t ha⁻¹ (T3) con el valor más alto, sin diferir significativamente del T2 con 15 t ha⁻¹. Los tratamientos con 15 y 0 t ha⁻¹ (T2 y T1) tampoco difirieron significativamente entre si según el test de Tukey al 5% de probabilidad de error. Al analizar los resultados se obtuvo la siguiente ecuación $y = 0,17x + 2,2733$ con $R^2 = 0,98$, que demuestra un aumento de 0,17 raíces no comerciales por planta con cada tonelada de estiércol aplicado y que 98% de los resultados fueron obtenidos por el uso del factor estiércol.

Rós et al. (2013) y Cabrera (2015), mencionan que con la fertilización orgánica hay una tendencia de aumentar la cantidad de raíces de la

mandioca. Resultados similares fueron obtenidos en el experimento pues, en los tratamientos con incorporación de estiércol bovino se obtuvo mayor número de raíces totales comparados con el testigo, ajustándose los resultados a una ecuación de $y = 0,55x + 5,36$ con $R^2 = 0,98$, justificando que el 98% del aumento de la cantidad de raíces se debe a la aplicación de estiércol, aumentándose 0,55 raíces por planta con cada tonelada de enmienda orgánica adicionada.

En la Tabla 2 se presentan las variables del rendimiento de raíces comerciales, no comerciales y totales.

El rendimiento de raíces comerciales (raíces con más de 20 cm de longitud y más de 4 cm de diámetro) tuvo una respuesta lineal a las dosis de estiércol aplicado, que se pudo corroborar en la ecuación $y = 6.956,5x + 29.1896$ con $R^2 = 0,92$, que indica que por cada tonelada de enmienda aplicada el rendimiento en raíces comerciales aumentó 6.956,6 kg ha⁻¹, esto demuestra que

Tabla 2. Rendimiento de raíces comerciales, no comerciales y totales de mandioca fresca de la variedad “Tacuara Pytã”, Caaguazú, Paraguay, 2016.

Tratamientos	Rendimiento de raíces kg ha ⁻¹		
	Comerciales	No comerciales	Totales
T1	34.999B	7.703A	42.702B
T2	45.395A	7.624A	53.019A
T3	48.912A	8.547A	57.459A
CV %	9,93	9,49	8,06

Medias con letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas, las similares indican que no hubo efecto de tratamientos según Test de Tukey al 5% de probabilidad de error, CV: Coeficiente de variación.

92% de los resultados son producidos por la incorporación del factor. Cabrera (2015) con el uso de estiércol bovino logró aumentar de forma significativa la cantidad de raíces comerciales en comparación con el testigo.

El rendimiento de raíces no comerciales no fue influenciado por el uso de estiércol bovino, pues los resultados obtenidos no difirieron significativamente entre sí, donde se registró una media de tratamientos de 7.958 kg ha⁻¹ de raíces no comerciales.

Rós et al. (2013), Cabrera (2015) y Chaisri et al. (2013) obtuvieron aumentos positivos en el rendimiento total de raíces frescas de mandioca, que concuerdan con los resultados obtenidos en ésta investigación. Con la utilización de enmienda orgánica a base de estiércol bovino se consiguió una tendencia lineal en el rendimiento, que se ajusta a la ecuación $y = 7.378,5x + 36.303$ con $R^2 = 0,94$, que demuestra que adicionando una tonelada de estiércol el rendimiento total aumentó un 7.378,5 kg ha⁻¹, 94% de este resultado fue a través del uso de enmienda orgánica.

Conclusión

El uso de estiércol bovino como enmienda orgánica en un suelo *Rhodic Paleudul* de Caaguazú; aumentó la cantidad de raíces comerciales, no comerciales y totales por unidad de planta.

Los mejores rendimientos de raíces comerciales y totales en estado fresco fueron obtenidos con la adición de estiércol bovino.

Las raíces no comerciales no aumentaron con el uso de enmienda orgánica.

Referencias bibliográficas

Cabrera Cárdenas, VV. 2015. Efecto de la aplicación de abono natural harina de rocas en el rendimiento de la mandioca (*Manihotesculenta* Crantz). Tesis Ing. Agr. Caazapá, Py, UNA-FCA. 40 p.

Chaisri, S; Panitnok, K; Sarobol, E; Thongpae, S; Chaisri, P; Ngamprasitthi, S; Changlek, P; Boonsri. 2013. Effects of Chicken Manure and Chemical Fertilizer Management on Yield of Cassava Grown on Map Bon, Coarse-Loamy Variant Soil (en línea). Communications in Soil Science and Plant Analysis 44(1-4):34-355. Consultado 17 dic. 2016. Disponible en <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00103624.2013.742004?scroll=top&needAccess=true>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.) 2006. Calendario de Cultivos: América Latina y el Caribe (en línea). Roma, Italia. Consultado 20 ago. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-a0600s.pdf>

I Congreso Paraguayo de Ciencia del suelo. IV Simposio Paraguayo de Manejo y conservación de Suelos. 2015. Asunción, Py. 244 p.

López Gorostiaga, O; González Erico, A; A de Llamas G, P; Molinas M, AS; Franco S, ES; Garcia S, S; Ríos A, EO. 1995. Estudio de reconocimiento de suelos: capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar para la Región Oriental del Paraguay. Proyecto de Racionalización de uso de la Tierra. Asunción, Paraguay, SSERNMA/Banco Mundial. 246 p.

Rós, AB; Silva Hirata, Ad; Narita, N. 2013. Produção de raízes de mandioca e propriedades química e física do solo em função de adubação com esterco de galinha (en línea). Pesquisa Agropecuaria Tropical 43(3): 247-254. Consultado 24 abr. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/pat/v43n3/a01.pdf>

Efecto de la aplicación del bioestimulante Fast2Grow sobre el rendimiento de trigo, en el Distrito de Yguazú, Paraguay

Carlos María Valdez-López^{1*}, Guillermo Andrés Enciso-Maldonado¹, Mónica Elizabeth Bogado-Rotela¹, Elvio Joel López-Ranoni¹

¹Fundación Nikkei-Cetapar, Yguazú, Alto Paraná, Paraguay.

*Autor para correspondencia: valcarlitos@gmail.com

Introducción

El Paraguay se ha autoabastecido de trigo; y llegando a tener más de 800.000 toneladas para exportación durante el año 2009. Hecho que se debe a la investigación nacional, los esfuerzos de productores y técnicos involucrados en la asistencia (Kohli 2010)

Los bioestimulantes son sustancias naturales o sintéticas, consideradas reguladores vegetales, que pueden ser aplicados directamente en las plantas (hojas, frutos, semillas), provocando alteraciones en los procesos vitales y estructurales, con la finalidad de incrementar la producción, mejorar la calidad y facilitar la cosecha (Castro y Vieira citado por Klein 2013).

El producto Fast2Grow en particular es un estimulante derivado del estiércol de aves de corral, producido a través de un proceso patentado de fermentación a alta temperatura; la utilización del producto está indicado como suplemento en programas nutricionales de cultivos agrícolas y de horticultura “Fast2Grow 2017”

Cuando las plantas son cultivadas en un ambiente favorable al desarrollo, es difícil identificar los efectos de los bioestimulantes; por lo que cuando las mismas son sometidas a condiciones de estrés, las plantas tratadas con estos productos muestran un mejor desempeño, debido a que desarrollan un mejor sistema de defensa como consecuencia del incremento del nivel de antioxidantes (Karnok y Long citados por Kelin 2013).

Los efectos del uso de bioestimulantes en el cultivo de trigo son casi desconocidos en el

país, lo que demuestra la necesidad de realizar investigaciones orientadas a evaluar los efectos de estos productos en el cultivo; en cuanto a eficiencia del bioestimulante, mejor época de aplicación, si existe alguna interacción en el metabolismo de la planta, siendo evaluadas las respuestas de la planta en función a condiciones ambientales y la disponibilidad de nutrientes durante su desarrollo (Queiros 2011).

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del bioestimulante Fast2Grow sobre el rendimiento de granos por hectárea, el peso de mil granos y el peso hectolitrico en condiciones de campo, y fue realizado teniendo como hipótesis que la aplicación del bioestimulante aumentaría el rendimiento de granos.

Metodología

El experimento fue realizado en una parcela del campo experimental de la Fundación Nikkei-CETAPAR, asentada en el distrito de Yguazú, departamento del Alto Paraná, Paraguay (Latitud S 25°27'41,97" y Longitud W 55°02'26,66") con una elevación de 292 msnm, entre los meses de mayo a setiembre de 2015.

Según el análisis de suelo practicado a la parcela, corresponde a un suelo de textura con 35-40% de arcilla, el pH en agua 5,46, materia orgánica del 3,05%, saturación de bases de 55,54% y 11,70 de CIC (Fundación Nikkei Cetapar 2016).

Para este propósito, fue utilizado el diseño estadístico Cuadrado latino, contando con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Las unidades experimentales estuvieron constituidas por 6 hileras de 6 m de largo y con espacio entre hileras de 0,2 m; la variedad empleada para este propósito fue ITAPÚA 80. La distancia entre las unidades experimentales dentro del bloque fue de 1 m y entre los bloques fueron de 3 m. El área útil estuvo constituido por 4 hileras centrales, descartando 0,5 m en los extremos.

La siembra del trigo fue realizada el 21 de mayo del año 2015, la floración se registró el 4 de agosto y la cosecha fue realizada el 7 de setiembre del mismo año.

La aplicación del bioestimulante Fast2Grow según el fabricante se recomienda realizarla

a una dosis diluida en proporción 1:100 del producto en agua, con frecuencia de una a dos aplicaciones para el cultivo del trigo. El producto contiene combinaciones microbiológicas complejas incluyendo inoculantes bacterianos y microbianos. A bajas concentraciones estos aditivos regulan los procesos celulares que determinan la formación de semillas, flores, hojas y frutos “Fast2Grow 2017”.

Los tratamientos estudiados fueron la aplicación del bioestimulante Fast2Grow, cuyos detalles de uso en este experimento se especifican en la Tabla 1.

Los datos climáticos registrados durante la fase de desarrollo del cultivo se presentan detalladamente en la Tabla 2.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos, producto, dosis y momento de aplicación.

Tratamiento	Producto	Dosis*	Momento de aplicación
T1	Agua	-	45 DDE
T2	Fast2Grow	1 L/100 L de agua	45 DDE
T3	Fast2Grow	2 L/100 L de agua	45 DDE
T4	Fast2Grow	1 L/100 L de agua	45 DDE y en floración

*Dosis y momento de aplicación según recomendación del fabricante

Tabla 2. Datos climáticos registrados durante la etapa de desarrollo del experimento.

Mes	Temperatura (Celsius)	Precipitación (mm)
may-15	19,7	58,7
jun-15	19,1	142,2
jul-15	16,3	146,3
ago-15	22,8	21,7
sep-15	18,7	0,0

Resultados y discusión

En la Tabla 3 se presentan los resultados de rendimiento, peso de mil granos y peso hectolitrico, obtenidos con las diferentes dosis del bioestimulante aplicado.

Conforme a los datos de resultados observados en la Tabla 3, se puede apreciar que con la aplicación del bioestimulante Fast2Grow no

hubo diferencia entre los tratamientos al realizar comparaciones de rendimiento de granos, peso de mil granos y peso hectolitrico.

Klein et al. (2013), estudiando las propiedades físicas de un suelo Latosol Rojo Distrófico húmico, en área de sistema de siembra directa consolidada con rotación de cultivos (invierno – avena o trigo, y verano – maíz o soja), y el rendimiento de granos de trigo en función al

Tabla 3. Resultados de rendimiento y peso de mil granos, obtenidos con las diferentes dosis del bioestimulante aplicado.

Tratamiento	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Peso de mil granos (g)	pH
T1	2679 ^{NS}	36,69 ^{NS}	71,34 ^{NS}
T2	2671	36,59	73,25
T3	2572	36,53	74,78
T4	2474	35,72	74,96
CV (%)	4,31	2,26	4,86

NS: no significativo, CV: Coeficiente de variación.

manejo de suelos y uso de bioestimulantes, no evidenciaron diferencias en el rendimiento de trigo como efecto de la aplicación de biostimulantes.

Según los mismos autores, existen opiniones opuestas respecto a rendimientos obtenidos mediante la utilización de bioestimulantes en leguminosas y gramíneas, ya que en soja y frijol se observaron diferencias significativas en cuanto a desarrollo radicular y rendimiento de granos; sin embargo, en ensayos con maíz no se logró resultados favorables.

Karnok y Long citados por Klein et al. (2013), coincidieron en que las plantas sometidas a condiciones de estrés mostraron mejor desempeño al ser tratadas con bioestimulantes.

Conclusión

Los tratamientos con el bioestimulante Fast2Grow aplicados en las dos dosis y en dos etapas de desarrollo del trigo, no mostraron efectos significativos en el rendimiento de este en el cultivo para las variables: rendimiento de granos en kilogramos por hectáreas, peso de mil granos y peso hectolítrico.

Referencias bibliográficas

Fast2Grow. 2017. What are a bioestimulants? (en línea, sitio web). Consultado 05 mar. 2017. Disponible en www.fast2grow.com

Fast2Grow. 2017. Innovative Organic Biostimulant. (en línea, sitio web). Consultado 05 mar. 2017. Disponible en info@Fast2Grow.com: PDF brochure. 16 p.

Fundación Nikkei Cetapar. 2016. Informe de Análisis de suelos. Alto Paraná, Paraguay, CETAPAR s/p. (Informe N° 572).

Klein V; Navarini L; Klein C; Oliveira da Costa L; Barbosa A; Steffer V. 2013. Propriedades físicas do solo e rendimento de grãos de trigo em função de manejo do solo e uso de biostimulantes. *Pesquisa Agropecuaria* 19(1-2):25-32.

Kohli M, De Viedma L, Cubilla LE. 2010. Manual del agricultor: guía para la producción de trigo. Asunción, Py, MAG/DIA/CRIA/CAPECO. 40 p.

Queiroz A. 2011. Aplicação de bioestimulante e sua relação com a adubação nitrogenada nas culturas do feijão e do trigo. Tese (Doutorado), Botucatu, Brasil, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas. 207 f.

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre parámetros agronómicos de *Brachiaria* híbrido cv Mulato II

Eliana María Sol Villalba Martínez¹, Cristian Britos B^{1*}, Oscar Molas¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: agro_cabb@hotmail.com

Introducción

La producción ganadera en el Paraguay es realizada principalmente a base de pastoreo, para obtener mejores resultados los productores buscan constantemente nuevas opciones y técnicas, una de ellas es la implantación de pasturas cultivadas, que a diferencia de la pradera nativa logra una mayor producción por hectárea y de mejor calidad (Pineda 2014). El cultivo de pasturas en los últimos años ha aumentado en un 60% alcanzando 5.596.771 de hectáreas en el país, ocupando menor superficie que una pradera nativa la cual alcanza las 10.700.743 de hectáreas (Medina 2010).

Las pasturas cultivadas han colaborado para aumentar y mejorar la capacidad receptiva de los campos de pastoreo, considerando que dichas especies poseen buena adaptabilidad a la mayoría de los tipos de suelo, entre ellas se encuentra el *Brachiaria* híbrido cv Mulato II el cual demuestra una buena adaptabilidad a suelos de baja a mediana fertilidad (Ratti 2014).

Cabe mencionar que la producción de forrajes para la alimentación animal se encuentra directamente relacionada con el suelo, cuanto menos fértil sea el suelo existe mayor dificultad en conseguir mejor producción (Malavolta 2006), y con los años de uso disminuye la concentración de nutrientes en el suelo y están sujetos a degradación por erosión hídrica o eólica, compactación, entre otros, que ocasionan pérdida de la productividad del mismo.

El presente experimento se condujo, con el objetivo de evaluar la producción forrajera y la altura al momento del corte de una pastura implantada de *Brachiaria* híbrido cv Mulato II con niveles de fertilización nitrogenada.

Metodología

El trabajo de experimental fue realizado en la estancia Alemán Kue, en el Distrito Ita, Departamento Central del Paraguay, durante el periodo comprendido entre diciembre de 2015 a marzo de 2016, abarcando la estación de verano y principio de otoño, sobre una parcela implantada hace tres años, la misma presenta suelo con textura arenosa, de color marrón rojizo opaco, pH ácido, niveles de P, K y MO bajos, según análisis de suelo realizado en el Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. Previo a este trabajo (Ratti 2014 y Urbieta 2015), realizaron estudios en el mismo lugar, aplicando dosis de nitrógeno, con cantidades que variaron de 0 a 160 kg ha⁻¹ de N respectivamente.

Sobre el experimento mencionado fueron aplicados cuatro niveles crecientes de fertilizante nitrogenado, comparado con un testigo absoluto, utilizando como fuente urea (45-0-0), en cantidades de 0, 20, 40, 60, 80 kg ha⁻¹ de N. La aplicación de nitrógeno se realizó de manera completa al momento del corte de uniformización. La distribución de las parcelas de acuerdo a los tratamientos fueron las mismas a las de este trabajo. Fueron evaluados la altura de la planta realizando dos cortes en un intervalo de 45 días uno en la estación de verano y el otro en la estación de otoño, como así también la producción forrajera

Los datos obtenidos de cada variable estudiada fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA) con comparación de medias por el test de Tukey con 5% de probabilidad de error, y análisis de regresión cuando se obtuvo diferencias estadísticas significativas, mediante el paquete

estadístico Infostat (Di Rienzo et al. 2011), al fin de identificar las diferencias entre los tratamientos.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los valores de la altura de la planta al momento de corte, en cuanto al promedio de ambos cortes se observan valores que oscilan entre 34 a 46,83 cm, presentando diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidades de error entre el tratamiento T3 y T4 con el testigo.

Todos los tratamientos que recibieron fertilización obtuvieron alturas superiores al testigo.

En el primer corte no se registraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, sin embargo se observa que todos los tratamientos que fueron fertilizados presentaron alturas superiores al testigo siendo el valor más alto el T4 con 49 cm. En el segundo corte se obtuvo un comportamiento similar al del promedio, registrando diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 3 y 4 con el testigo.

Tabla 1. Altura de *Brachiaria* híbrido cv Mulato II al momento de corte, en el periodo de verano-otoño 2016. Ita-Central, Paraguay.

Tratamiento (kg ha ⁻¹ de N)	Altura (centímetros)		
	Primer Corte ns	Segundo Corte**	Promedio**
T0 (0)	41	27 c	34 c
T1 (20)	45	28 bc	37 bc
T2 (40)	46	29 bc	37 bc
T3 (60)	48	38 ab	43 ab
T4 (80)	49	45 a	47 a

*ns= no significativo. **Medias con la letra común en las columnas no son significativamente diferentes según el test de Tukey (P<0,05).

Con estos resultados se puede resaltar que todos los tratamientos fertilizados mostraron incidencia positiva en la altura de plantas en relación al testigo. El nitrógeno es el principal responsable de las características morfológicas de las plantas, como el tamaño de las hojas y los tallos, y fisiológicas como el apareamiento y desenvolvimiento de macollos (Fagundes et al. 2005). Además, realizando un análisis de regresión se encontró que en todos los cortes existe una tendencia lineal ascendente con el

aumento de la dosis de N. En promedio se obtuvo un aumento de 0,16 cm en la altura de la planta por cada kg de nitrógeno aplicado ($R^2 = 0,93$).

En cuanto a la producción forrajera en la Tabla 2 se detallan los valores de materia seca (MS) de *Brachiaria* híbrido cv Mulato II, sometidos a niveles de fertilización nitrogenada obtenidos por corte en intervalos de 45 días y el acumulado de ambos cortes.

Tabla 2. Producción forrajera MS (kg ha⁻¹) de *Brachiaria* híbrido cv Mulato II en el periodo de verano-otoño 2016. Ita-Central, Paraguay.

Tratamiento (kg ha ⁻¹ de N)	Primer Corte**	Segundo Corte *ns	Promedio**
T0 (0)	1.722,15 b	1.294,00	3.016,15 b
T1 (20)	1.954,13 ab	1.371,56	3.325,69 b
T2 (40)	2.006,52 ab	1.392,35	3.398,86 ab
T3 (60)	2.094,03 ab	1.793,93	3.887,97 ab
T4 (80)	3.471,83 a	1.878,24	5.350,07 a
Promedio	2.249,7	1.546,0	3.795,7

*ns= no significativo. **Medias con la letra común en las columnas no son significativamente diferentes según el test de Tukey (P<0,05).

Se puede apreciar que existe diferencias en la cantidad producción forrajera entre el primer y segundo corte correspondientes a la estación verano y otoño respectivamente. Según Gillet (1984) cuando los días son largos, las plantas reciben más luz en 24 horas que en días cortos, por lo tanto los días largos son muy favorables para la fotosíntesis. Para este experimento, fueron encontradas la mayor producción forrajera en el primer corte, que fue realizado en la estación de verano, el cual presenta los días más largos y las condiciones más favorables para la fotosíntesis. Por lo que la disminución de la producción en el segundo corte, realizado en la estación de otoño, puede atribuirse al fotoperiodo, ya que la calidad de la radiación influye en la iniciación del macollaje en numerosas gramíneas (Hidalgo 2009).

Observando los resultados de ambos cortes más el acumulado se puede mencionar que existe un efecto positivo de la fertilización nitrogenada sobre la producción forrajera. Arrijoja (2003) explica que el incremento de la producción forrajera en materia seca se debe al efecto de N sobre el desarrollo de hojas, tallos y estructuras de las plantas relacionadas con la producción de materia seca (MS). El N es parte integral de las proteínas vegetales, este influye sobre el crecimiento de los pastos controlando la promoción y el desarrollo de nuevos brotes, aumenta el número de hojas por planta y con ello el área foliar. Realizando el análisis de regresión se observa que existe una tendencia lineal positiva $y=26,15x+2749$, con un coeficiente de determinación de 80%, en la que por cada kilogramo de nitrógeno aplicado se produce un aumento de 26 kg de MS por hectárea en el acumulado.

Conclusión

La altura y producción forrajera de la *Brachiaria* híbrido cv Mulato II, responde positivamente a la fertilización nitrogenada.

Referencias bibliográficas

Arrijoja, L. 2003. Aspectos relevantes de la fertilización de pastizales. Maracay, VE, Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Central de Venezuela. 45 p.

Fagundes, J; Fonseca, D; Gomide, J. 2005. Acumulo de forragem em pasto de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogenio. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 40(4):397-403.

Gillet, M. 1984. Las gramíneas forrajeras. Zaragoza, España, Acribia. 168 p.

Di Rienzo, JA; Casanoves, F, Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. InfoStat, versión 2011. Argentina, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

Hidalgo, L. 2009. Morfología del desarrollo y crecimiento de pasturas (en línea). Buenos Aires, Argentina, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires Facultad de Ciencias Veterinarias. Consultado 2 ago. 2016. Disponible en http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Zootecnia/Documentos/morfologia_1revisado.pdf

Malavolta, E. 2006. Manual de nutrição mineral de plantas. Sao Paulo, Brasil, Agronómica Ceres. 638 p.

Medina, M. 2010. Presente y futuro de la ganadería paraguaya eficiente. In Manual compendio de la ganadería paraguaya. Asunción, Paraguay, Asociación Rural del Paraguay. 80 p.

Pineda, J. 2014. Efectos de niveles de fertilización nitrogenada sobre parámetros agronómicos del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, Departamento de Guairá, PY. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, Paraguay, Universidad Nacional de Asunción. 45 p.

Ratti Fretes, ML. 2014. Efectos de la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno sobre la producción forrajera de *Brachiaria* híbrido cv Mulato II, durante el establecimiento. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, Paraguay, Universidad Nacional de Asunción. 38 p.

Urbieto, L. 2015. Efectos de la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno sobre la producción forrajera y la calidad de *Brachiaria* híbrido cv Mulato II, en las estaciones otoño-invierno. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, Paraguay, Universidad Nacional de Asunción. 51 p.

Efecto de dosis de cal agrícola sobre el pH y la acidez intercambiable en suelos de Alto Paraná, Misiones, Itapúa y Central

Hernán Lares Cuevas¹ y Gustavo A. Rolón Paredes^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: grolonparedes@gmail.com

Introducción

La acidez del suelo constituye uno de los principales problemas de la agricultura paraguaya, el material parental, los factores y procesos de formación, los sistemas de uso, así como las condiciones climáticas imperantes, determinan que los suelos de la Región Oriental del Paraguay, sean por lo general de tendencia ácida a extremadamente ácida. Las características del suelo y en especial la mineralogía, confiere a los mismos una resistencia a los cambios de pH denominada poder tampon o buffer, la cual se debería considerar para la elección de los métodos de cálculo de los requerimientos de cal agrícola en los diferentes suelos.

Entre los métodos para calcular el requerimiento de cal agrícola, en Paraguay se ha adoptado principalmente el de la acidez intercambiable y el del calcio más magnesio, teniendo como objetivo eliminar la toxicidad de aluminio y aumentar los niveles de calcio y magnesio; pero sin conocer el valor de pH que alcanza el suelo. Por lo expuesto anteriormente, esta investigación se enmarcó en estudiar la respuesta de diferentes suelos de la Región Oriental del país, en cuanto al aumento del pH y la neutralización del $Al^{+3} + H^+$, a través de la incubación con diferentes dosis de $CaCO_3$.

Los resultados permitirán determinar la cantidad de cal agrícola necesaria en cada tipo de suelo, que neutralice el $Al^{+3} + H^+$, y eleve el pH a valores deseados por el profesional o productor; así como relacionar con las cantidades recomendadas con el método de la acidez intercambiable.

Metodología

Con la revisión de los registros de análisis de suelo del área de Suelos y Ordenamiento Territorial de la FCA/UNA, fueron identificados suelos con reacción ácida a extremadamente ácida distribuidas en distintas localidades del país, de manera a seleccionar los mismos para la realización de este experimento. Posteriormente fueron recolectadas y remitidas a la FCA/UNA suelos correspondientes a un Oxisol arcilloso de Hernandarias (Alto Paraná), con leve inclinación de la pendiente y vegetación natural; un Ultisol franco arenoso de Santa Rosa (Misiones), con pendiente leve y vegetación correspondiente a un barbecho; un Ultisol franco arcillo arenoso de Cnel. Bogado (Itapúa), con leve inclinación y vegetación natural de pasturas y un Ultisol arcillo arenoso de Nueva Italia (Central), con leve inclinación y vegetación de pastura natural; las que fueron extendidas, secadas y tamizadas. El material encalante utilizado fue hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$, cuyas cantidades aplicadas fueron calculadas a equivalentes en cal agrícola calcítica ($CaCO_3$) con 98% de PRNT. Así mismo fue determinada la densidad del suelo para calcular el peso de una ha y obtener la cantidad de cal agrícola a aplicar a 2 kg de suelo, según los siguientes tratamientos: 0, 500, 1.000, 2.000, 4.000, 6.000, 8.000, 10.000, 12.000 y 14.000 kg ha^{-1} de $CaCO_3$ respectivamente. Seguidamente se procedió a cargar 2 kg de cada suelo, en macetas de polietileno al cual fueron adicionados el material encalante de acuerdo a los tratamientos mencionados con tres repeticiones. Luego se dejó incubar por espacio de 60 días, durante la cual fueron regadas para facilitar la reacción de la enmienda en el suelo.

Terminada la incubación, se extrajeron muestras de cada tratamiento para el análisis de pH y $Al^{+3} + H^+$, las que posteriormente fueron sometidas al análisis de varianza (ANAVA) y prueba de comparación de medias, aplicando el Test de Tukey al 5% de error.

Resultados y discusión

Los suelos del estudio poseen reacción, fuertemente ácida (pH 4,58), ácida (pH 5,16) y extremadamente ácida (pH 3,92 y 3,87), con presencia de $Al^{+3}+H^+$, en niveles perjudiciales, capaz de interferir el desarrollo de los cultivos según lo expuesto por Meuer (2004). Esta situación hace necesaria la aplicación de cal agrícola para elevar el pH entre 5,5 a 6,3; rango en el cual se obtiene una producción económicamente viable y buenas condiciones para la absorción de los macro y micro nutrientes esenciales por las plantas (Gomes de Sousa y Lobato 2002).

De acuerdo a lo observado en la Tabla 1, en el suelo de Hernandarias es necesaria la aplicación de 4.000 kg ha⁻¹ de cal agrícola para neutralizar la toxicidad del aluminio, elevando el pH a 5,82, mientras que para aumentar el pH a 6,27; se necesitara aplicar 6.000 kg ha⁻¹ del enmendante,

con 98% de PRNT, atendiendo al rango propuesto por (Embrapa 2002).

En el suelo de Santa Rosa Misiones, con 1.000 kg ha⁻¹ de cal agrícola, se neutraliza la acidez intercambiable y se eleva el pH a 5,63; así mismo con la aplicación de 2.000 kg ha⁻¹ de la enmienda, se obtiene un pH de 6,38.

La situación cambia en el suelo de Cnel. Bogado, donde será necesaria la adición de 8.000 kg ha⁻¹ de cal agrícola, para neutralizar la acidez intercambiable, aumentando el pH a 5,84 y si se desea elevar el pH a 6,22, se debe aplicar 10.000 kg ha⁻¹ de la enmienda, resaltando que los requerimientos en cal agrícola son superiores a los anteriores.

Con mayor demanda, encontramos el suelo de Nueva Italia, donde con la aplicación de 12.000 kg ha⁻¹ de cal agrícola se neutraliza la acidez intercambiable, con un pH de 5,73 y vale resaltar que con 14.000 kg ha⁻¹ del enmendante, el pH apenas llego a 5,99, evidenciando un alto poder tampón.

Se puede constatar que los suelos de Cnel. Bogado y Nueva Italia, utilizados en el experimento, presentan alto poder tampón,

Tabla 1. Efecto de diferentes dosis de cal agrícola ($CaCO_3$) sobre el pH y la acidez intercambiable ($Al^{+3}+H^+$), de un suelo de Hernandarias, Santa Rosa Misiones, Coronel. Bogado y Nueva Italia. 2014.

$CaCO_3$ kg ha ⁻¹	Hernandarias		Santa Rosa		Cnel. Bogado		Nueva Italia	
	pH	** $Al^{+3}+H^+$	pH	$Al^{+3}+H^+$	pH	$Al^{+3}+H^+$	pH	$Al^{+3}+H^+$
0	4,58 e*	2,00 c	5,16 f	0,63 c	3,97 e	2,70 e	3,87 ef	2,50 e
500	4,90 de	0,94b	5,43 ef	0,31 ab	4,19 e	2,50 e	3,92 f	2,50 e
1.000	4,88 de	0,94b	5,63 e	0,00 a	4,01 e	2,39 de	3,92 ef	2,50 e
2.000	5,04 d	0,83b	6,38 d	0,00 a	4,19 e	2,08 d	4,16 ef	2,19 de
4.000	5,82 c	0,00 a	7,27 c	0,00 a	4,66 d	1,45 c	4,31 de	1,98 d
6.000	6,27 b	0,00 a	7,59 bc	0,00 a	5,13 c	0,73 b	4,66 d	1,46 c
8.000	6,54 b	0,00 a	7,79 ab	0,00 a	5,84 b	0,00 a	5,07 c	0,73 b
10.000	6,99 a	0,00 a	7,93 ab	0,00 a	6,22 ab	0,00 a	5,33 bc	0,52 b
12.000	7,26 a	0,00 a	8,00 a	0,00 a	6,53 a	0,00 a	5,73 ab	0,00 a
14.000	7,23 a	0,00 a	7,93 ab	0,00 a	6,57 a	0,00 a	5,99 a	0,00 a

*números seguidos por letras iguales no presentan diferencias según el Test de Tukey al 5% de error.

**valores de $Al^{+3}+H^+$, están expresadas en cmol_c kg⁻¹.



es decir alta resistencia al cambio del pH; pudiendo atribuir esta condición a las reservas de cationes acidificantes contenidas en los sitios de intercambio, las cuales dependen de las características de los mismos en especial del tipo, cantidad y mineralogía de las arcillas, que son mencionadas por Porta (2003) y Meuer (2004).

Si calculamos el requerimiento de cal agrícola por el método del $Al^{+3}+H^{+}$, para los suelos en estudio, donde $t\ ha^{-1}\ CaCO_3 = 2,0 \times (Al^{+3}+ H^{+})$; se debería aplicar 4.000; 1.260; 5.400 y 5.000 $kg\ ha^{-1}$ de cal agrícola para neutralizar el $Al^{+3}+ H^{+}$, en los suelos de Hernandarias, Santa Rosa Misiones, Cnel. Bogado y Nueva Italia respectivamente y relacionando con los resultados de este trabajo encontramos que se corresponde en los suelos de Hernandarias y Santa Rosa Misiones, siendo que con 4.000 y 1.000 $kg\ ha^{-1}$ de $CaCO_3$, el $Al^{+3}+ H^{+}$ es neutralizado por completo; mientras que en los suelos de Cnel. Bogado y Nueva Italia las cantidades sugeridas en el método del $Al^{+3}+ H^{+}$, no son suficientes para la neutralización total de la acidez cambiante, recordando que son necesarios 8.000 y 12.000 $kg\ ha^{-1}$ de $CaCO_3$.

Esto evidencia la necesidad disponer de mayor información de los mismos, como los tipos de arcilla que la componen, su mineralogía, la textura, el nivel de las bases de cambio (Ca, Mg, K), de manera a buscar o adaptar un método que sea más adecuado, en la determinación de los requerimientos de encalado en estos suelos.

Conclusión

Los suelos requieren diferentes cantidades de cal agrícola para neutralizar la alta concentración de acidez intercambiable y pH del suelo. En suelos de Coronel Bogado y Nueva Italia se subestiman las necesidades de cal agrícola por el método de acidez intercambiable.

Referencias bibliográficas

- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria). 2002. Cerrado, correção do solo e adubação. Planatina, Embrapa Cerrados. 516 p.
- Gomes de Sousa, D; Lobato, E. 2002. Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina, Brasil, Embrapa Cerrados. 416 p.
- Meuer, E. 2004. Fundamentos de química do solo. 2 ed. Porto Alegre, Brasil, Génesis. 290 p.
- Porta, J; López - Acevedo, M; Roquero; C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3 ed. Madrid, ES, Mundiprensa. 960 p.

Formas de asociación de *Cajanus cajan* en el rendimiento de *Zea mays* L. y su efecto residual de cobertura en el rendimiento del *Phaseolus vulgaris* L.

Javier Ortigoza G.^{1*}, Daniel Rojas¹, Tito Rubén Sánchez¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: javierortigoza25@hotmail.com

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) constituye junto con el arroz y el trigo uno de los alimentos más cultivados en el mundo, su uso no solo se centra en la alimentación humana sino forma parte de la alimentación animal.

Según Florentín et al. (2006), en los sistemas de producción de las pequeñas propiedades, donde difícilmente se tiene acceso a los fertilizantes minerales, es posible suplir las necesidades del nitrógeno mediante el uso de abonos verdes, KY (kumanda yvyra'í), para mejorar la fertilidad de los suelos y aumentar el rendimiento, además es posible disminuir la población de las malezas.

López Bellido (2011) demostró que el kumanda yvyra'í es una fuente de proteínas para la alimentación humana y animal, pero no se limita solo a eso, sino también sirve como abono verde para la fijación del nitrógeno al suelo, a través de microorganismos que viven en sus raíces y también la capacidad que tiene de reciclar nutrientes de las capas profundas.

El poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) posee propiedades nutritivas relacionadas con su alto contenido proteico y en menor medida a su aportación de carbohidratos, vitaminas, minerales, este alimento también es una fuente considerable de calcio, hierro, fósforo, magnesio, niacina y ácido fólico, por lo que es siempre importante en utilizar en la rotación de los cultivos para la producción de alimentos.

El objetivo general de la investigación es evaluar el efecto de formas de asociación de kumanda yvyra'í (*Cajanus cajan*) con el maíz, en el control de malezas y en el rendimiento del maíz

en el año 1, y el año 2 evaluar la materia seca de rastrojos de la asociación de Kumanda yvyra'í + maíz y su efecto residual de cobertura en el número de carpidas y el rendimiento del poroto (*Phaseolus vulgaris* L.).

Metodología

Se condujo un experimento en el campus Universitario de la Facultad de Ciencias Agrarias, compañía 20 de Julio, distrito de Caazapá, situado al sur este de la Región Oriental del Paraguay, localizado en los paralelos 26° 11' latitud sur y los meridianos 56° 22' longitud oeste, con una altitud de 143 msnm. La población sobre la que se realizó el experimento en el primer año es la variedad Karape pytã (Guaraní V-312), que según MAG -GTZ (2012), el rendimiento potencial de la variedad es de 2.500 a 5.000 kg ha⁻¹ y el Kumanda yvyra'í que se utilizó es una leguminosa semiperemne (2 a 4 años) En el segundo año se sembró poroto sobre restos de materia seca de maíz + Kumanda yvyra'í.

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales. Los tratamientos del 1er año fueron T1: (Testigo) maíz sin asociación, T2: Asociación de Maíz con KY al voleo, T3: una hilera de KY, T4: dos hileras de KY, T5: tres hileras de KY por cada melga de maíz. En el segundo año se manejó los rastrojos de maíz con KY (Kumanda yvyra'í) y se sembró poroto teniendo como tratamiento las diferentes formas de asociación del primer año. Las variables evaluadas en el primer año fueron rendimiento de maíz, y densidad de malezas, y en el segundo año fueron evaluadas, peso de materia seca de restos de maíz + KY, rendimiento de poroto y número de carpidas.

Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 4 m de largo por 5 m de ancho (20 m²). Se realizó análisis de varianza a un nivel de significancia de 0,05 de probabilidad de error con el programa o software estadístico Infostat (Di Rienzo et al. 2011). En cada caso que hubo diferencia significativa entre los tratamientos, se realizó la prueba de comparación de medias, con el test de Tukey a 0,05 de probabilidad de error ($p < 0,05$).

Resultados y discusión

Rendimiento del Maíz (Año 1)

En la Figura 1 se observa la influencia de la asociación de Kumanda yvyra'í sobre el rendimiento de granos de maíz, según análisis de varianza, no tuvo efecto sobre el rendimiento de granos de maíz, pero se observa que con el T1 (testigo) y T4 (dos hileras) se tuvo los mejores

rendimientos con un promedio de 2.404 kg ha⁻¹ y 2.347 kg ha⁻¹, por otro lado los tratamientos T3 (una hilera) y T4 (tres hileras) con un promedio de 2.308 y 2.198 kg ha⁻¹ respectivamente y por último el T2 (al voleo) con 2.030 kg ha⁻¹.

La asociación de kumanda yvyra'í al voleo con el maíz es la que presenta menor rendimiento, al no tener una hilera definida muchas semillas de KY germinaron a centímetros de la planta de maíz e hizo que compitan con el cultivo.

Con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se observa que existe una tendencia de tener mejor rendimiento con la asociación de dos hileras por melga de maíz, coincidiendo por trabajos realizados por Florentín et al. (2006) que menciona que para este sistema se recomienda sembrar dos hileras de kumanda yvyra'í por cada melga de maíz.

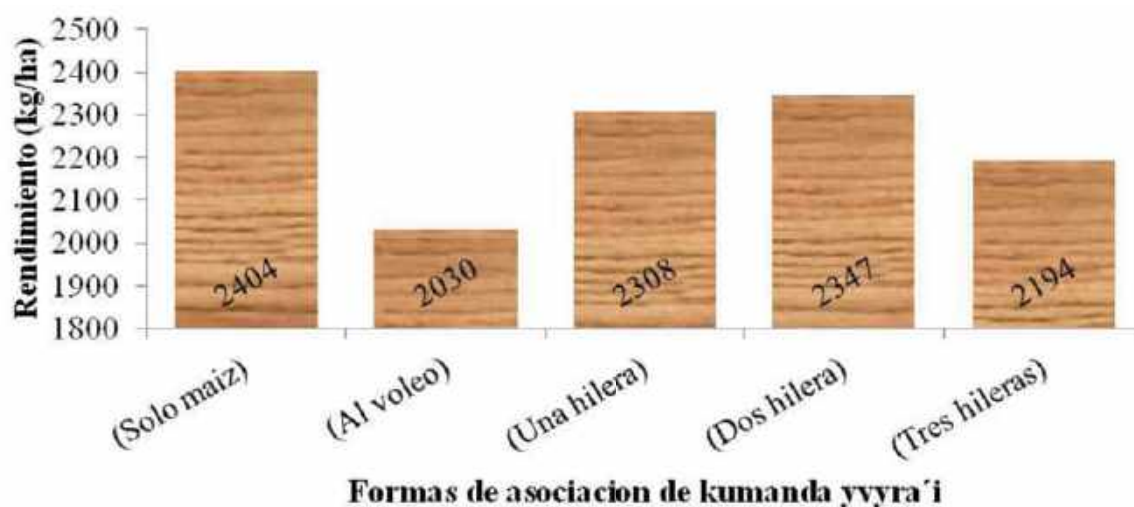


Figura 1. Efecto de diferentes formas de asociación de kumanda yvyra'í sobre el rendimiento del maíz. FCA-UNA-Filial Caazapá, 2013.

Investigación realizada por Cáceres (2012) utilizando la misma variedad, encontró diferencias significativas en el rendimiento, analizando momentos de manejo de kumanda yvyra'í sobre el rendimiento de maíz y control de malezas.

Relación materia seca y rendimiento de grano de poroto (Año 2)

En la Figura 2 se observa el efecto del peso de materia seca (maíz + Kumanda yvyra'í sembrado en el año 1), y el impacto de sus rastrojos en el rendimiento de poroto.

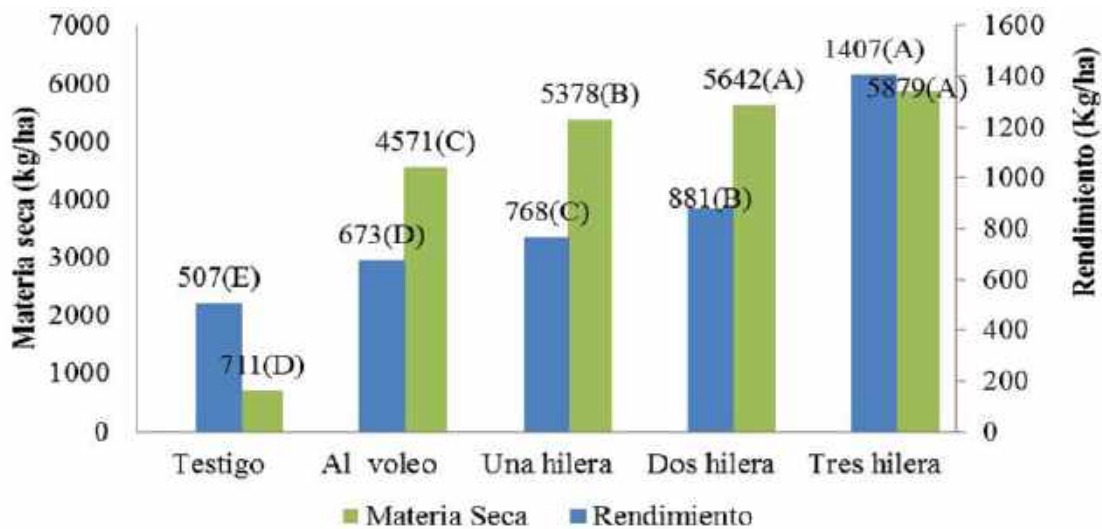


Figura 2. Efecto de tratamientos del primer año, sobre el peso de la materia seca y rendimiento de granos de poroto. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$). FCA-UNA-Filial Caazapá, 2014.

El kumanda yvyra`i sembrado dos y tres hileras por melga de maíz y manejados presentan diferencias significativas en cuanto a peso de materia seca en comparación a los demás tratamientos los cuales llegaron a un promedio de 5.642 y 5.879 kg ha⁻¹ respectivamente y los mismos tuvo un impacto positivo en el rendimiento del poroto que llegó a 881 y 1.407 kg ha⁻¹, esto significa que a medida que se siembra mayor número de hileras por melga de maíz, mayor es la cantidad de materia seca que produce, y posee un efecto positivo en el rendimiento de los cultivos sembrados sobre ese rastrojo.

El kumanda yvyra`i sembrado una hilera por melga de maíz presenta a su vez diferencias significativas comparado con la siembra al voleo y el testigo en cuanto a peso de materia seca, por lo tanto se afirma que a medida va disminuyendo la densidad de KY, disminuye la cantidad de rastrojos y su efecto directo en la disminución de rendimiento del poroto.

Relación materia seca de kumanda yvyra`i + maíz y número de carpida. (Año 2)

En la Figura 3 se observa, que hubo diferencias estadísticas significativas en la relación peso de

materia seca a diferentes densidades de siembra del kumanda yvyra`i + maíz y una disminución en el número de carpida con el aumento de rastrojos en el segundo año.

El kumanda yvyra`i sembrado tres hileras por melga de maíz es la que presenta mayor peso de materia seca y es donde no se realizó ninguna carpida, mediante la buena cobertura que dejó sobre la superficie del suelo, cuando el KY fue sembrado con una, dos hilera y al voleo por melga de maíz se realizó una carpida, con T1 testigo donde no se tiene cobertura se llevó a cabo dos carpidas durante el ciclo del poroto.

De esta manera se puede decir que al aumentar la densidad de hileras de Kumanda yvyra`i por melga de maíz, deja mayor cantidad de materia seca para el cultivo siguiente, con lo cual se obtiene una mejor cobertura, para la supresión de malezas por lo tanto menor cantidad de carpidas durante el ciclo del cultivo que le sigue.

Florentín (2006), sostiene que los abonos verdes tiene el efecto de supresión de maleza, esto permite ahorrar mano de obra para carpida y reducir el uso de herbicidas abaratando los costos de producción.

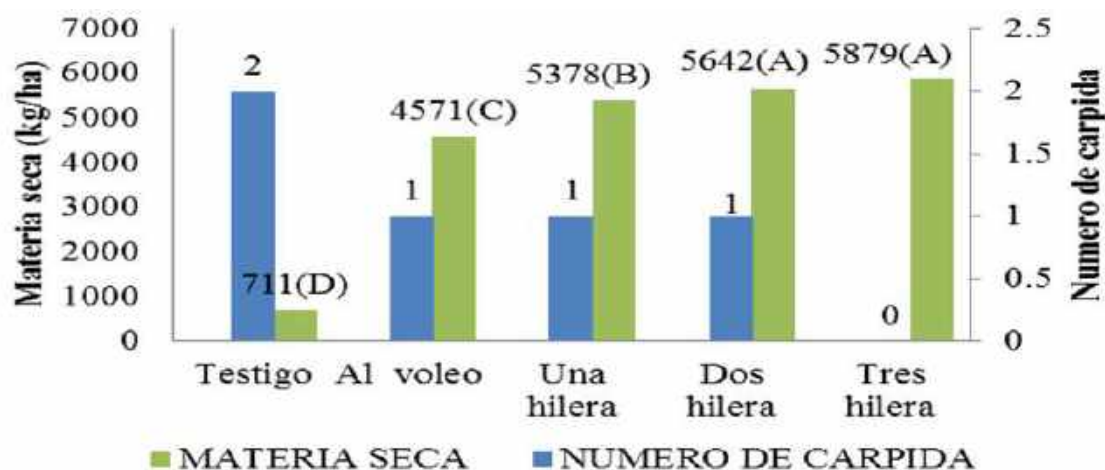


Figura 3. Efecto de tratamientos del primer año, sobre el peso de la materia seca y su impacto en el número de carpidas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$). FCA-UNA-Filial Caazapá, 2014.

Conclusión

Para el año 1 el kumanda yvyra'í asociado en diferentes formas, no afecta el rendimiento del maíz variedad Guaraní V – 312. A medida que se aumenta la densidad del kumanda yvyra'í (dos y tres hileras por melga de maíz) tiene un mejor control de malezas.

Para el año 2, A mayor densidad de kumanda yvyra'í por melga de maíz (dos, tres hileras) después de su manejo, aumenta el peso de materia seca del rastreo por hectárea para el cultivo siguiente, como es el caso del aumento del rendimiento de granos de poroto y la rentabilidad del mismo, y disminuye la cantidad de carpidas, esto significa que al reducir una carpida se ahorra aproximadamente diez jornales ha⁻¹.

Referencias bibliográficas

Cáceres Colmán, ER. 2012. Momentos de manejo de Kumanda Yvyra'í (*Cajanus cajan*) sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays*) y control de malezas. Tesis (Ing. Agr.), Caazapá, PY, FCA UNA. 48 p.

Di Rienzo JA; Casanoves F; Balzarini MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR. 331 p.

Florentín, M; Peñalva, M; Calegari, A; Derpsch, R. 2006. Abonos verdes y rotación de cultivo en siembra directa en pequeñas propiedades. San Lorenzo, PY, MAG, GTZ. 84 p.

Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini MG, González, L; Tablada M; Robledo, CW. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat. Argentina, FCA Universidad Nacional de Córdoba.

López Bellido, L. 2011. Cultivos herbáceos cereales. Madrid, ES, Mundí-Prensa v. 1. 539 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY). 2006. Programa Nacional de Fomento y Comercialización del Maíz Periodo 2003-2008 (en línea). Paraguay. Consultado 5 jul. 2012. Disponible en www.natlaw.com/interam/pr/ag/sp/spprag00003.pdf

MAG-GTZ (Ministerio de Agricultura y Ganadería - Cooperación Técnica Alemana). 2008. Sistemas sostenibles de producción para los principales cultivos agrícolas, hortícolas, forestales y agroforestales de la Región Centro del Paraguay. Asunción, PY, AGR S.A. 354 p.

Dosis de harina de roca sobre el rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum*) híbrido Nathalie

Blanca Alonso Giménez^{1*}, Jorge Duarte Núñez¹, Javier Ortigoza Guerreño¹, Alma Torres¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Caazapá, Paraguay.

*Autor para correspondencia: blancaalonso._@hotmail.com

Introducción

El pimiento es un rubro de gran importancia por su alto valor nutritivo y por la posibilidad de producir durante todo el año si son proporcionadas las condiciones adecuadas para su desarrollo (JICA 1998). Es una hortaliza de gran interés debido a su utilización en la dieta humana y al área de superficie sembrada. Uno de los principales problemas con el cultivo es su bajo rendimiento debido a las inadecuadas condiciones de fertilidad de los suelos de Caazapá y acentuadas a una inadecuada fertilización. La harina de roca elaborada en Paraguay, es de origen basáltico de composición variable y alta cantidad de nutrientes como el potasio, calcio, magnesio, fósforo, hierro, manganeso, zinc, cobre, níquel, molibdeno entre otros (Bogado et al. 2013), es un fertilizante que aporta gradualmente macro y micronutrientes importantes para la nutrición de los cultivos, aumentando la disponibilidad de elementos minerales, ayuda al reequilibrio del pH, aumento de la actividad microbiana y de lombrices y por ende produce mejoras en el rendimiento de la producción (Pinehiro y Restrepo 2009).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la aplicación de diferentes dosis de harina de roca sobre el rendimiento agronómico del pimiento.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en la compañía San Miguel en un establecimiento agrícola de pequeño productor, en el distrito de Maciel, departamento de Caazapá, en un suelo arenoso. La población en estudio fue el híbrido Nathalie,

que posee las características de gran rusticidad, de buen comportamiento a campo abierto, sus frutos son cónicos pudiendo llegar a pesar 170 g, el ciclo de cosecha se puede prolongar de hasta 9 meses y más, Es el híbrido más cultivado por su buena aceptación en el mercado.

Las variables estudiadas fueron el número de frutos, cuya evaluación se efectuó mediante conteo de todos los frutos cosechados de la parcela útil de cada tratamiento, determinando el promedio por planta. A su vez se determinó el peso de frutos por planta, y rendimiento por ha, mediante la sumatoria de las cinco cosechas, realizadas cada 15 días, de 2 meses. Ambas variables se determinaron con balanza de precisión

Se utilizó el diseño bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo constituida por cuatro hileras, y espaciada a 1 m entre hileras y a 0,5 m entre plantas, siendo el tamaño de cada unidad experimental de 6 m². La parcela útil consistió en las dos hileras centrales con dimensión de 2 m² (6 plantas). Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANAVA) al 5% de probabilidad de error. Al encontrarse diferencias significativas de efecto de tratamiento, se realizó prueba de comparación de medias, con el test de Tukey al 5 % de probabilidad de error.

En la parcela experimental se aplicó cal agrícola a razón de 2.000 kg ha⁻¹, así mismo se realizó la fertilización con estiércol vacuno 2 kg m⁻², las aplicaciones se realizaron 25 días antes del trasplante. La harina de roca fue aplicado en su totalidad, cuatro días antes del trasplante de

Tabla 1. Tratamientos con dosis de harina de roca en cultivo de pimiento, híbrido Nathalie. Caazapá 2016.

Tratamientos	Dosis
T1	0 kg ha ⁻¹ de harina de roca
T2	500 kg ha ⁻¹ de harina de roca
T3	1.000 kg ha ⁻¹ de harina de roca
T4	1.500 kg ha ⁻¹ de harina de roca
T5	Testigo experimental 200 kg ha ⁻¹ de 15-15-15.

acuerdo a cada tratamiento, se aplicó al voleo y posteriormente se procedió a mezclar con el suelo para una mejor incorporación. El fertilizante químico fue distribuido en tres aplicaciones a dosis de 200 kg ha⁻¹ (10 g pl⁻¹), al momento del trasplante a una dosis de 4 g pl⁻¹, momento de la floración 3g pl⁻¹ y cuando aparecieron los primeros frutos 3g pl⁻¹.

Resultados y discusión

Según ANAVA aplicado a los resultados obtenidos, la harina de roca tiene efecto sobre el número de fruto por planta. Los resultados muestran que la fertilización con 200 kg ha⁻¹ de 15-15-15 y 1.500 kg ha⁻¹ de harina de roca presentaron mayor número de frutos por planta, con promedio de 16,44 y 16,50 respectivamente (Figura 1).

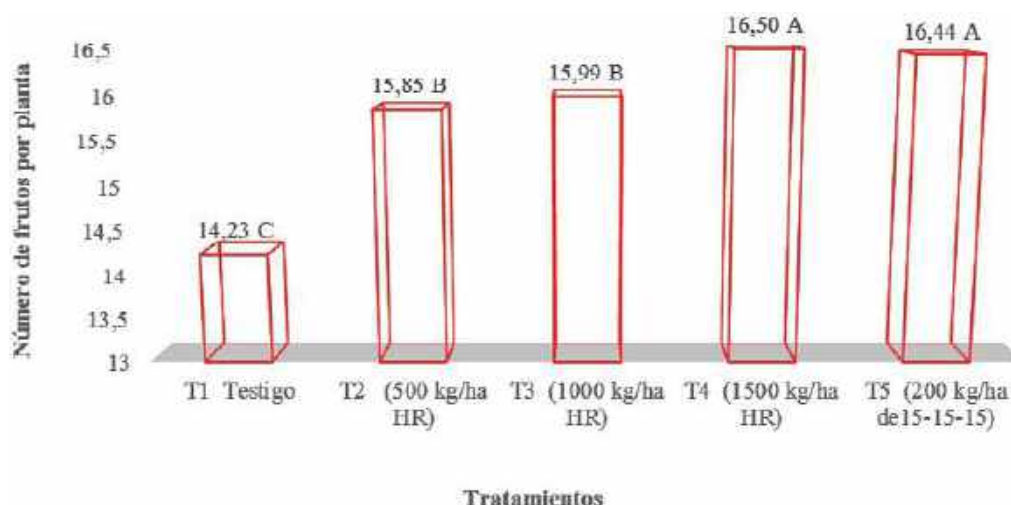


Figura 1. Efecto de la dosis de harina de roca sobre el número de fruto por planta de pimiento (*Capsicum annuum*). Caazapá. 2016. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Theodoro et al. (2006), encontraron resultados positivos en una unidad experimental instalado en Serra Gaucha. La roca utilizada fue una cantera de piedra de basalto. El cultivo investigado fue el maíz, la proporción de harina de roca fue de 3 toneladas por 1/2 hectárea.

El peso de fruto por planta se ve afectado significativamente por la aplicación de harina

de roca. La aplicación de 1.500 kg ha⁻¹ de harina de roca presenta mayor peso de frutos por planta con 1,39 kg (Figura 2).

En el rancho Zaragoza de Tamaulipas, México 2008-2009, se cultivaron 75 hectáreas de chile jalapeño, fertilizados con 2 t ha⁻¹ de harina de roca y 4 t ha⁻¹ de compost. También se utilizaron microorganismos en fermentación, los resultados

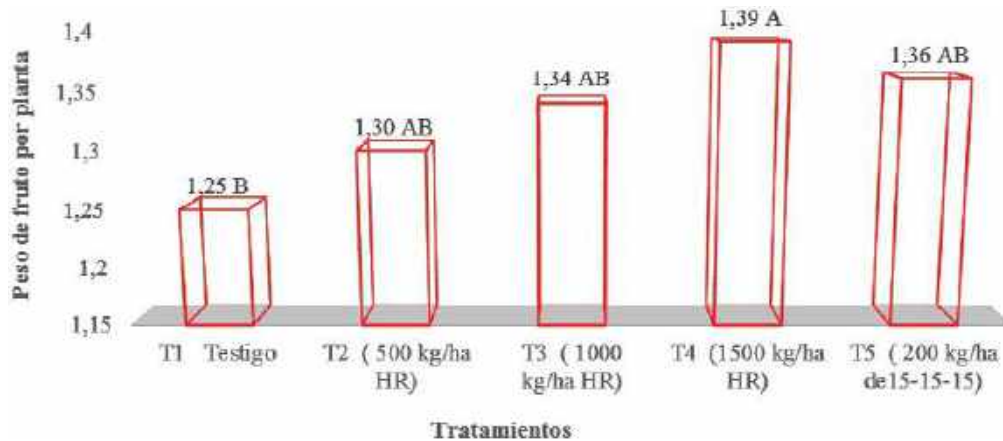


Figura 2. Efecto de la dosis de harina de roca sobre el peso de fruto por planta de pimiento (*Capsicum annuum*). Cñia San Miguel, Caazapá. 2016. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

mostraron aumento del peso obteniendo 1,75 kg planta⁻¹ (Restrepo y Pinehiro 2009).

En este experimento se aplicó estiércol vacuno a razón de 2 kg m², lo que favoreció la actividad biológica y la disponibilidad de los elementos de la harina de roca. Según Ferreira et al. (2009), quienes al utilizar el polvo de basalto en el cultivo de feijão asociados con estiércol vacuno observaron efectos significativos con el incremento de la productividad del cultivo.

Según los resultados encontrados se demuestra que la aplicación de 1.500 kg ha⁻¹ de harina de roca aumenta el rendimiento del cultivo en promedio de 27.750 kg ha⁻¹ (Figura 3).

Según Pinehiro y Restrepo 2009, los resultados obtenidos con el uso de harina de rocas permitieron un menor uso de plaguicidas, además fortaleciendo el crecimiento de plantas. Solo hubo control con preparados orgánicos y biológicos, con una producción de 72 toneladas por hectárea.

Osterroht (2003), citado por Morlas et al. (2015), menciona que la eficacia en el aprovechamiento de los minerales contenidos en la harina de roca es mayor cuando su aplicación es realizada con estiércol, ya que aumenta la actividad biológica y la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

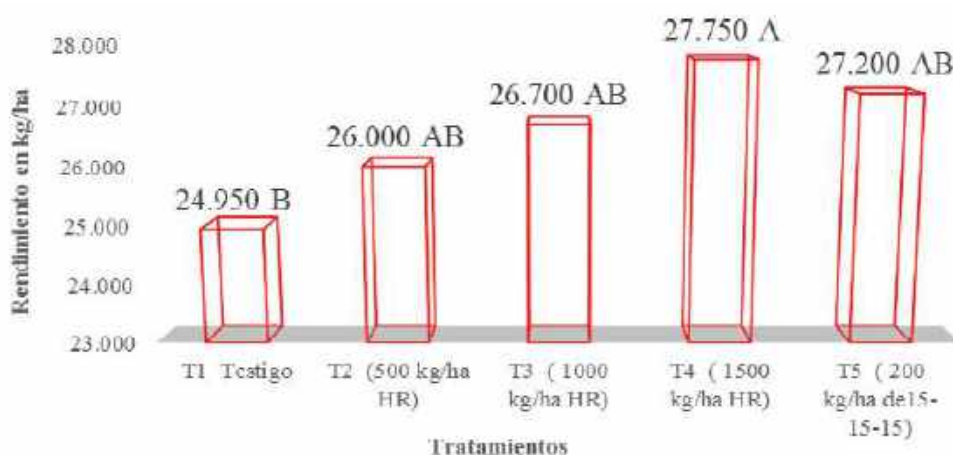


Figura 3. Efecto de la dosis de harina de roca sobre el rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum*). Cñia San Miguel, Caazapá. 2016. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).



Conclusión

La aplicación de harina de roca ejerce una influencia positiva sobre el rendimiento de pimiento, como también mejoran los parámetros de rendimiento como en el número y peso de frutos por planta.

Se encontró diferencias significativas entre tratamientos, correspondiendo el mejor comportamiento a la aplicación de 1.500 kg ha⁻¹ de harina de roca.

Referencias bibliográficas

- Bogado Martínez, GA; Duarte Álvarez; OJ; Enciso, CR. 2013. Efecto de la aplicación de abono natural harina de rocas en el rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum*). Tesis Ing. Agr. Caazapá, PY, UNA. 25 p.
- Ferreira, ÉRNC; Almeida, JÁ; Mafra, AL. 2009. Pó de basalto, desenvolvimento e nutrição do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e propriedades químicas de um Cambissolo Húmico (en línea). Revista de Ciências Agroveterinárias 8(2):111-121. Consultado 13 feb. 2017. Disponible en http://rca.cav.udesc.br/rca_2009_2/1Ferreira.pdf
- JICA (Agencia de Cooperación Técnica Internacional del Japón); MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY). 1998. Guía técnica sobre horticultura: manejo de rubros y aspectos técnicos más importantes. San Lorenzo, PY. 125 p.
- Morlas Barreto, CA; Rasche, J; Galeano, M; Fatecha, D. 2015. Harina de roca como fertilizante alternativo en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*). I Congreso Paraguayo de Ciencia de Suelo. IV Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos. San Lorenzo, PY.
- Pinheiro, S; Restrepo Rivera, J. 2009. Agricultura Orgánica: harina de rocas y la salud del suelo al alcance de todos (en línea). Brasil, Feriva SA. 204 p.
- Theodoro, SH; Leonardos, O; Rocha, EL; Rego, KG. 2006. Experiências de uso de rochas silicáticas como fonte de nutrientes (en línea). Revista Espaço & Geografia 9(2):263-292. Consultado 13 feb. 2017. Disponible en <http://www.lsie.unb.br/espacoegeografia/index.php?journal=espacoegeografia&page=artice&op=view&path%5B%5D=59&path%5B>

Contenido de materia orgánica en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco seco

Cynthia Carolina Gamarra Lezcano^{1*}, Maura Isabel Díaz Lezcano¹, María del Pilar Galeano Samaniego¹,
Mirtha Lucía Vera de Ortíz, Antero J. N. Cabrera¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: cynthiag_011@hotmail.es

Introducción

El cambio de uso del suelo para la expansión de cultivos y pastoreo es en América Latina la principal causa de deforestación, los suelos que quedan expuestos, sin cobertura boscosa pueden volverse estériles en menos de 10 años, ya que los pastos nativos que quedan como cobertura ofrecen pocos nutrientes y escasa protección, adicionando el sobre pastoreo, se acelera la pérdida de fertilidad, disminución de nitrógeno fácilmente asimilable, la erosión y la pérdida de capacidad de retención del agua (Steinfeld 2009).

A nivel nacional, en el Chaco paraguayo se consolidó el modelo ganadero semi intensivo. Debido a las condiciones edafoclimáticas de la zona es importante un manejo cuidadoso de recursos para lograr el aumento de la productividad; acciones como manejo y recuperación de pastizales e implementación de sistemas silvopastoriles pueden ser muy beneficiosos (Bazoberry 2012; Jobbágy et al. 2011; Laneri 1993).

Los sistemas silvopastoriles ayudan a mejorar la productividad, rentabilidad y sustentabilidad de la explotación, al combinar especies leñosas con pastura y animales de producción, aportan condiciones que permiten el bienestar animal (sombra, protección contra vientos y heladas, disminución de temperatura y evapotranspiración), así como protección al suelo contra la erosión y la compactación, mejora su fertilidad a través del ciclaje de nutrientes y aporte de materia orgánica.

El objetivo del presente trabajo fue comparar el contenido de materia orgánica bajo dos condiciones de insolación y a dos profundidades.

Metodología

El área de estudio está situada en los Distritos Pirizal, Buena Vista y Tte. Primero Manuel Irala Fernández del Departamento de Presidente Hayes, y Filadelfia y Loma Plata del Departamento de Boquerón, ambos departamentos se encuentran en la Región Occidental del Paraguay.

Se instalaron 8 parcelas permanentes en diferentes propiedades con potreros bajo manejo silvopastoril. Las mismas contaron con una superficie de 1ha cada una en las que se identificaron todas las especies arbóreas y de pastura presentes y se midieron y registraron todos los individuos de algarrobo, desde brinzales y latizales (a partir de 1m de altura) hasta árboles adultos (DAP>10 cm).

Para el análisis de suelo, se extrajeron 4 muestras compuestas bajo cada condición (bajo la influencia de la copa de los algarrobos y fuera de la influencia de la copa de los algarrobos) y a dos profundidades (de 0 a 10 cm y de 10 a 30 cm) que fueron embolsadas, etiquetadas y llevadas al laboratorio del Área de Suelos y Ordenamiento Territorial para la determinación de carbono orgánico (CO %) por el método Walkley-Black, los resultados se utilizaron para calcular el porcentaje de materia orgánica (MO%) propuesta por Porta et al. (2014): $MO (\%) = CO\% * 1,72$

Para la comparación de los resultados obtenidos se aplicó estadística comparativa utilizando la prueba T de Student para parcelas no apareadas.

Resultados y discusión

El contenido de materia orgánica del suelo no presenta diferencias significativas entre

condiciones de sol y sombra, pero las diferencias fueron significativas cuando fueron comparadas las profundidades de muestreo aplicando estadística comparativa (prueba t de Student a un nivel de

confianza del 95%). El promedio de contenido de materia orgánica bajo ambas condiciones de insolación se presenta en la Figura 1.

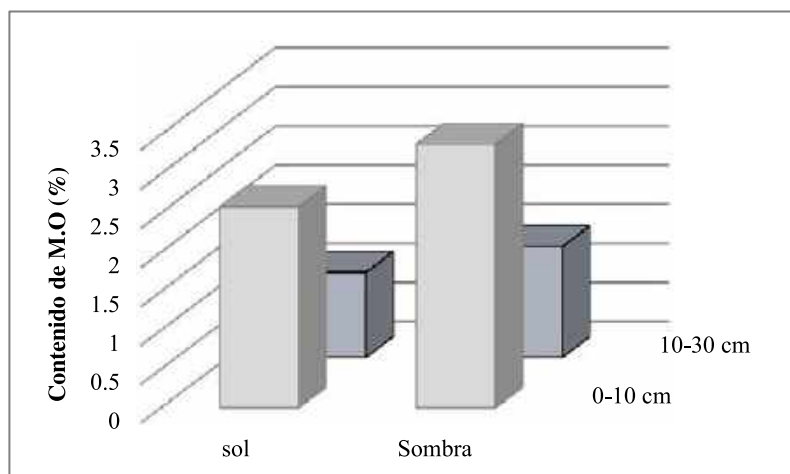


Figura 1. Promedio del contenido de materia orgánica en porcentaje bajo dos condiciones de insolación y a dos profundidades en sistemas silvopastoriles del Chaco Central, 2015.

El valor promedio más elevado se dio en las muestras bajo sombra, en los 10 primeros cm del suelo, donde el valor fue de 3,38% que se interpreta como un contenido alto de materia orgánica, bajo sol, el valor fue de 2,6% en los primeros 10 cm, el contenido de materia orgánica disminuyó bajo sol y bajo sombra a profundidades de 10- 30 cm a 1,09% y 1,43% respectivamente, el contenido de materia orgánica pasó de ser medio y bajo a medida que aumentó la profundidad.

Esto coincide con la descripción de Thompson y Throe (2013) que indican que la materia orgánica cubre la superficie del suelo, luego se descompone y se mezcla e incorpora a los 5-15 cm del suelo mineral gracias a la acción de la mesofauna que allí habita.

En cuanto al contenido porcentual de materia orgánica, valores cercanos fueron expuestos por Glatzle (1999) quien expuso que el contenido de materia orgánica bajo la copa del algarrobo fue 3,3% y descendió a 2,4% en zonas despejadas, sin cobertura de algarrobo en un estudio realizado en el Chaco Central paraguayo.

Conclusión

En las condiciones del presente trabajo se concluye que, el contenido de materia orgánica en mayor bajo la copa del algarrobo en las profundidades analizadas.

Referencias bibliográficas

- Bazoberry, O. 2012. Chaco boliviano paraguayo: desafío en perspectiva transfronteriza (en línea). La Paz, Bolivia, IPDRS. Consultado: 9 oct. 2015. Disponible en http://www.bivica.org/upload/chaco_bolivia_paraguay.pdf
- Glatzle, A. 1999. Compendio para el manejo de pastura en el Chaco. Asunción, PY, El Lector. 188 p.
- Jobbágy, E; Baldi, G; Nosetto, J; Mercu, J; Murray, F; Magliano, P; Giménez, R; Santoni, C. 2011. Uso de la tierra en el Gran Chaco y el caso de los menonitas en Paraguay (en línea). Grupo de Estudios Ambientales Universidad Nacional de San Luis & CONICET. Consultado 2 nov. 2015. Disponible en http://www.agrohidrollanuras.unsl.edu.ar/archivos/chaco_menonitas.pdf

- Laneri, J. 1993. Algunos aspectos de la productividad del ganado chaqueño criollo (en línea). Dialogo 35 Evaluación y Elección de Botipos de Acuerdo a los Sistemas de Producción. Consultado 29 oct. 2015. Disponible en https://books.google.com.py/books?id=Wix7BGGIT1EC&pg=PA135&dq=laneri+chaque%C3%B1o&hl=es&sa=X&ved=0CBQ6AEwAGoVChMI8s_sjJHzyAI
- Porta J; López –Acevedo, M; Poch, M. 2014. Edafología: uso y protección de suelos. 3 ed. Madrid, ES, Mundi-Prensa. 607 p.
- Steinfeld, H; Gerber, P, Wassenaar, T; Castel, V; Rosales, M; de Haan, C. 2009. La larga sombra del ganado (en línea). Roma, IT, FAO. Consultado 7 dic. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>
- Thompson, LM; Troeh, FR. Los suelos y su fertilidad. 4 ed. Barcelona, ES, Reverté. 649 p.

Análisis de la relación Carbono/Nitrógeno en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco Central

Cynthia Carolina Gamarra Lezcano^{1*}, Maura Isabel Díaz Lezcano¹, María del Pilar Galeano Samaniego¹,
Mirtha Lucía Vera de Ortíz, Antero J. N. Cabrera¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: cynthiag_011@hotmail.es

Introducción

El cambio de uso del suelo para la expansión de cultivos y pastoreo es en América Latina la principal causa de deforestación, los suelos que quedan expuestos luego de la de la superficie boscosa pueden volverse estériles en menos de 10 años ya que los pastos que quedan como cobertura ofrecen pocos nutrientes y escasa protección, adicionando el sobre pastoreo, se acelera la pérdida de fertilidad, disminución de nitrógeno fácilmente asimilable, la erosión y la pérdida de capacidad de retención del agua (Steinfeld et al. 2009).

A nivel Nacional, en el Chaco paraguayo consolidó el modelo ganadero semi intensivo, Debido a las condiciones edafoclimáticas es importante un manejo cuidadoso de recursos para aumentar la producción, acciones como manejo y recuperación de pastizales, cosecha de agua e implementación de sistemas silvopastoriles pueden ser muy beneficiosos (Bazoberry 2012, Jobbágy et al. 2011, Laneri 1993).

Los sistemas silvopastoriles mejoran la productividad, rentabilidad y sustentabilidad de la explotación, al combinar especies leñosas con pastura y animales de producción, aportan condiciones que permiten el bienestar animal, así como protección al suelo (Ibrahim y Pezzo 1999, Martín 2009).

Más importante que el contenido total de materia orgánica es la velocidad y el equilibrio entre procesos de mineralización y humificación que se ve condicionado por la actividad microbiana en el suelo, para conocer la velocidad de proliferación de microorganismos y la rapidez con que la materia orgánica se mineraliza se

utiliza la relación entre el carbono orgánico y nitrógeno total (Fuentes 1999).

Esta investigación tuvo como objetivo analizar la relación carbono/nitrógeno en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco Central bajo *Prosopis* spp.

Metodología

El área de estudio está situada en los Distritos Pirizal, Buena Vista y Tte. Primero Manuel Irala Fernández del Departamento de Presidente Hayes y Filadelfia, y Loma Plata del Departamento de Boquerón de la Región Occidental del Paraguay.

El trabajo consistió en la determinación del aporte del algarrobo a la materia orgánica del suelo a través del análisis de la Relación C/N, para ello se instalaron 8 parcelas permanentes de 1ha cada una en diferentes propiedades con potreros bajo manejo silvopastoril con treinta individuos de *Prosopis* spp. por hectárea.

Para el análisis de suelo, se extrajeron 4 muestras compuestas constituidas de 4 muestras simples bajo cada condición (bajo la influencia de la copa de los algarrobos y fuera de la influencia de la copa de los algarrobos) y a dos profundidades (de 0 a 10 cm y de 10 a 30 cm). Así mismo se determinó la densidad aparente en cada una de las profundidades estudiadas; siendo éstas de 1.243 kg m⁻³ para a las muestras de suelo de 0 a 10 cm y 1.225 kg m⁻³ para las muestras obtenidas de 10 a 30 cm de profundidad. Las muestras de suelo fueron embolsadas, etiquetadas y llevadas al laboratorio del Área de Suelos y Ordenamiento Territorial para la determinación de carbono orgánico, los resultados se utilizaron para el cálculo de la Relación de C/N.

Resultados y discusión

La materia orgánica de las parcelas presentó valores de Relación C/N de 11,8 y 12,07 en suelos fuera de la influencia directa de la copa de los algarrobos a una profundidad de 0-10 cm y 10-30 cm respectivamente, en cuanto al suelo bajo influencia de los algarrobos, en los primeros 10 cm se registró un valor de 11,6 y de 10 a 30 cm de profundidad 11,67. La Figura 1 expone los valores promedios bajo todas las condiciones.

Cuando el valor de la Relación C/N se encuentra entre 10 y 14 se favorece a proliferación de microorganismos que se encargan de descomponer la materia orgánica porque cuentan con suficiente carbono para utilizar como fuente de energía y con suficiente nitrógeno para sintetizar sus proteínas, lo que estimula la mineralización de nitrógeno que podrá ser aprovechado por los componentes vegetales del sistema.

Valores similares fueron estimados por East y Felker (1993) que expusieron que la Relación C/N bajo *Prosopis glandulosa* Torr. var. *glandulosa* fue de 12 y aumentó a 14 en suelos abiertos, el valor de la Relación bajo la copa del

Prosopis glandulosa Torr. var. *glandulosa* puede atribuirse al aumento de la actividad microbiana que llevo al aumento de liberación de nitratos, el estudio tuvo lugar en Texas, Estados Unidos.

De acuerdo a lo indicado por González (2009) no se registraron diferencias significativas en la Relación C/N entre sistemas silvopastoriles bajo *Buddleja coriacea* Remy. y praderas naturales, ubicados en la Provincia de Chimborazo, Ecuador, la Relación fue de 11,6 y 11,3 respectivamente.

El valor de la Relación C/N indica que la tasa de la mineralización es buena ya que estimula la proliferación de microorganismos que van a mineralizar la materia orgánica y permitirá que los nutrientes estén disponibles para la pastura y el componente arbóreo del sistema.

No se registraron diferencias significativas aplicando estadística comparativa entre condiciones de sol y sombra o variación de profundidad, el valor calculado indica que la materia orgánica es estable de acuerdo a la descripción que Porta et al. (2014) dan a la materia orgánica cuando la Relación C/N se encuentra en el rango de 10 a 14.

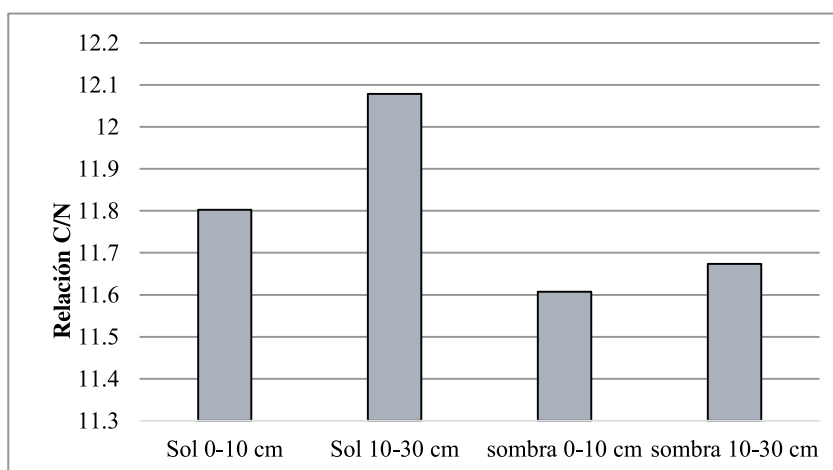


Figura 1. Relación C/N en las parcelas a dos profundidades y bajo dos condiciones de insolación. Chaco Central. 2015.



Conclusión

El valor de la Relación C/N indica que la tasa de la mineralización es buena, ya que estimula la proliferación de microorganismos que van a mineralizar la materia orgánica y permitirá que los nutrientes estén disponibles para la pastura y el componente arbóreo del sistema.

Las condiciones de insolación y profundidad no causaron variaciones en la descomposición de la materia orgánica, ya que la Relación C/N no presentó diferencias significativas, siendo esta en promedio 11,8 en los primeros 10 cm del suelo fuera de la influencia de la copa del algarrobo y 12,07 bajo la misma condición de 10 a 30 cm de profundidad, y bajo la influencia de la copa del Algarrobo de 11,63 en los primeros 10 cm y 11,7 de 10 a 30 cm.

Referencias bibliográficas

- Bazoberry, O. 2012. Chaco Boliviano Paraguayo: desafío en perspectiva transfronteriza (en línea). Consultado 9 oct. 2015. Disponible en <http://legacy.iica.int/Esp/organizacion/LTGC/Documentacion/BibliotecaVenezuela/Documents/Redacci%C3%B3n-Referencias-Bibliogr%C3%A1ficas.htm#Libros>:
- East, R; Felker, P. 1993. Forage production and quality of 4 perennial grasses grown under and outside canopies of mature *Prosopis glandulosa* Torr. var. *glandulosa* (mesquite) (en línea). Consultado 17 oct. 2016. Disponible en <http://www.bashanfoundation.org/felker/felkergrasses.pdf>
- González, JJ. 2009. Evaluación de tres sistemas silvopastoriles para la gestión sostenible de los recursos naturales en la microcuenca del río Chimborazo (en línea). Consultado 3 oct. 2016. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/351/1/13T0645%20GONZALEZ%20JOSE.pdf>
- Ibrahim, M; Pezo, D. 1999. Sistema silvopastoril. 2 ed. Turrialba, CR, CATIE/GTZ. 263 p.
- Jobbágy, E; Baldi, G; Noretto, J; Mercu, J; Murray, F; Magliano, P; Giménez, R; Santoni, C. 2011. Uso de la tierra en el Gran Chaco y el caso de los menonitas en Paraguay (en línea). Consultado 2 nov. 2015. Disponible en http://www.agrohidrollanuras.unsl.edu.ar/archivos/chaco_menonitas.pdf
- Laneri, J. 1993. Algunos aspectos de la productividad del ganado chaqueño criollo (en línea). Consultado 29 oct. 2015. Disponible en https://books.google.com.py/books?id=WIx7BGGIT1EC&pg=PA135&dq=laneri+chaque%C3%B1o&hl=es&sa=X&ved=0CB0Q6AEwAGoVChMI8s_sjJHzYAIVxCQmCh38VQVd#v=onepage&q=laneri%20chaque%C3%B1o&f=false
- Martin, G; Agüero, S. 2009, Sistema silvopastoril: una estrategia de producción para ecosistemas del NOA (en línea). Consultado 03 oct. 2015. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/106-noa.pdf
- Steinfeld, H; Gerber, P, Wassenaar, T; Castel, V; Rosales, M; de Haan, C. 2009. La larga sombra del ganado (en línea). Consultado 07 dic. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>

Factores físico-químicos y contenido nutricional del compostaje de la cascarilla de arroz (*Oryza sativa*)

Jenifer Dure^{1*}, Waldir Vera¹, Higinio Moreno¹, Juan Avalos¹, María Medina¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Filial Santa Rosa Misiones, Paraguay.

*Autor para correspondencia: jenielifiza28@gmail.com

Introducción

El manejo de los abonos orgánicos ha sido tradicionalmente utilizado por los agricultores de pequeñas extensiones de tierra, incorporando directamente materiales orgánicos (estiércoles, desechos domésticos de frutas y verduras, desechos agrícolas verdes y secos) a su agrosistema.

La incorporación de fertilizantes y abonos orgánicos (estiércoles y compostas) con fines de bioremediación de suelos agrícolas es una práctica que ha recuperado importancia en los últimos años a nivel mundial según Garibay et al. (2002). Se estima que en Latinoamérica se desecha 3 kg de residuos/familia/ día aproximadamente, y que entre 50 y 70% son de origen orgánico (OPS/OMS 2001).

Muchos de estos residuos provienen de la producción agrícola, entre ellos, la producción de arroz que ha evolucionado en el Departamento de Misiones, y cuyo desecho más importante es la cascarilla de arroz. El compostaje, es un proceso basado en el reciclado de la materia orgánica mediante una fermentación controlada que no requiere demasiada tecnología para su elaboración.

De ahí que el objetivo de esta investigación fue evaluar los factores físico-químicos y el contenido nutricional durante el compostaje de la cascarilla de arroz, a fin de darle un mejor aprovechamiento y/o creando alternativas para su empleo dentro de un sistema de producción.

Metodología

El experimento fue realizado en el Barrio San José, de la ciudad de Santa Rosa del Departamento

de Misiones, entre los meses de octubre del año 2014 y febrero del año 2015. La investigación fue experimental, bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres tratamientos y siete repeticiones que fueron distribuidos de la siguiente manera: T₁: 25 % cascarilla de arroz molido + 75% de estiércol bovino; T₂: 50% cascarilla de arroz molido + 50% estiércol bovino y T₃: 75 % cascarilla de arroz molido + 25% estiércol bovino.

El sistema de compostaje empleado fue, recomendado por la FAO (2012), el de pilas a campo abierto, en capas y en base a un peso de 100 kg, en el orden que sigue: cascarilla de arroz molido de base, luego una capa de estiércol bovino, se espolvoreó con 250 gr de cal agrícola (Hidróxido de Calcio) de manera uniforme y por último se incorporó 1,5 L de agua azucarada de manera que obtuviera suficiente humedad, y así sucesivamente hasta completar la pila.

Las variables evaluadas fueron variaciones de temperatura, humedad, acidez a los 20, 40, 60 y 80 días después (DDp) de la aplicación de tratamientos, mediante la extracción de tres muestras en los puntos alto, medio o central y bajo, por cada unidad experimental para su posterior análisis. Para medir las variaciones de temperatura se siguió la metodología sugerida por Planas (2002) consistente en utilizar un termómetro de mercurio, introduciéndolo en los tres puntos mencionados de cada pila y promediándolos por tratamientos; las variaciones de humedad se midieron siguiendo la metodología de Nollet, citado por Calderón (2002) por medio del secado en estufa.

Para ello se procedió a pesar 4 g de la muestra de compost, de cada unidad experimental, que luego fueron llevados a estufa en sobres de papel

madera a 100°C hasta peso constante y por último se realizaron los cálculos a través de la siguiente fórmula sugerida por el mismo autor: $\%H = [(P1-P2)/P2] \times 100$; las variaciones de acidez se midieron, según la recomendación de Porta et al. (2013), por medio de suspensiones o relación de suelo-agua 1:2,5. El procedimiento estándar consistió en realizar la medida en una suspensión de 10 g de compost y 25 ml de agua destilada, se agitó y dejó reposar durante media hora y se hizo lectura directamente sobre la suspensión con un potenciómetro. Por último, a los 90 días de experimentación se extrajeron muestras por cada unidad experimental y fueron mezcladas por tratamiento, obteniendo 3 sub-muestras. Éstas fueron tamizadas y posteriormente empaquetadas, etiquetadas y enviadas al Laboratorio de Suelos y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Ciencias Agrarias, Campus San Lorenzo para un Análisis de Rutina. Los datos de temperatura, humedad y acidez obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y las medias fueron comparadas por la prueba de Tuckey al 5% de probabilidad de error teniendo en cuenta, además, los siguientes parámetros de medición: para temperatura se

consideró los rangos comprendidos entre 35-70° C y para acidez (pH) 6,5-7,5 sugeridos por Sztern y Pravia (1999).

Los parámetros del contenido nutricional fueron fijados por el Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial de la FCA-UNA, Campus San Lorenzo, indicando los rangos mínimos y máximos: N = 0,5- 5,0%; P = 0,08-1,5%; K = 0,2-10%; Ca = 0,05-2,5%; Mg = 0,02-1,5%; Cu = 10-30 mg kg⁻¹; Zn = 10-100 mg kg⁻¹; Mn = 20-1000 mg kg⁻¹; Fe = 20-1000 mg kg⁻¹; Na = 10-200 mg kg⁻¹.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se observa que en cuanto a las variaciones de la temperatura, entre el T₁, T₂ y T₃ a los 20 DDp de la aplicación de los tratamientos, no existen diferencias significativas. Sin embargo, a los 40 DDp se observa que el T₂ y T₃ no difieren entre sí, alcanzando una temperatura de 55,4 y 55,1°C respectivamente, pero difieren estadísticamente del T₁ que registró una temperatura de 52,9°C. Por último, a los 60 y a los 80 DDp, no se observan diferencias significativas.

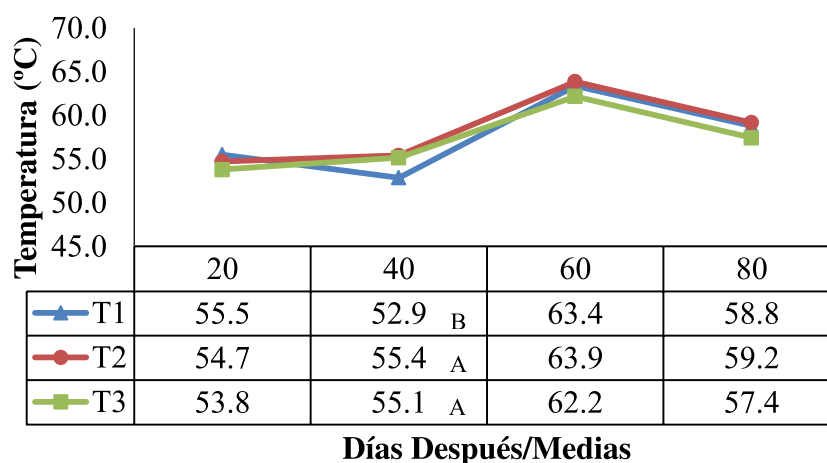


Figura 1. Variación de la temperatura de los diferentes tratamientos a los 20, 40, 60 y 80 días. FCA-UNA, Filial Santa Rosa-Misiones. Paraguay. 2015.

Los resultados se comparan con lo señalado por Román et al. (2013) en cuanto a las fases del compostaje, específicamente la Fase Termófila o de Higienización, que se instala a partir de los 20 días del proceso de compostaje y en la cual el calor generado de hasta 55°C destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichacoli*

y *Salmonella* spp. Por otra parte, ya que el compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, se deben tener en cuenta una temperatura adecuada comprendida entre 35 y 70°C, hallándose los resultados dentro del rango mencionado.

En la Figura 2 se observa que a los 20 DDp el T₂ y T₃ obtuvieron un pH de 6,8 respectivamente, pero sin diferencias significativas, difiriendo estadísticamente del T₁ que registró un pH de 6,5. No existen diferencias significativas entre el T₁, T₂ y T₃ a los 40, 60 y 80 DDp de la aplicación de los tratamientos.

Esta diferencia pudo deberse a que según Mayer citado por Walter y Rossato (2010), en los primeros días del proceso la cascarilla exhala un volumen elevado de metano (CH₄). De acuerdo a

Colmenares y Santos (2007) con el incremento de CH₄ el pH sube a valores más neutros, en el rango de 6,8 a 8, es decir se reduce la acidez. Por otro lado, las variaciones del pH observadas, pudieron verse comprometidas con las elevadas precipitaciones registradas durante el proceso de investigación (entre los meses de octubre del 2014 a enero del 2015), con un total de 845 mm según la Estación Meteorológica de la FCA/UNA, Filial Santa Rosa-Misiones, pues según afirma Ibáñez (2007) las condiciones de acidez se dan con mayor frecuencia en las regiones de alta pluviometría.

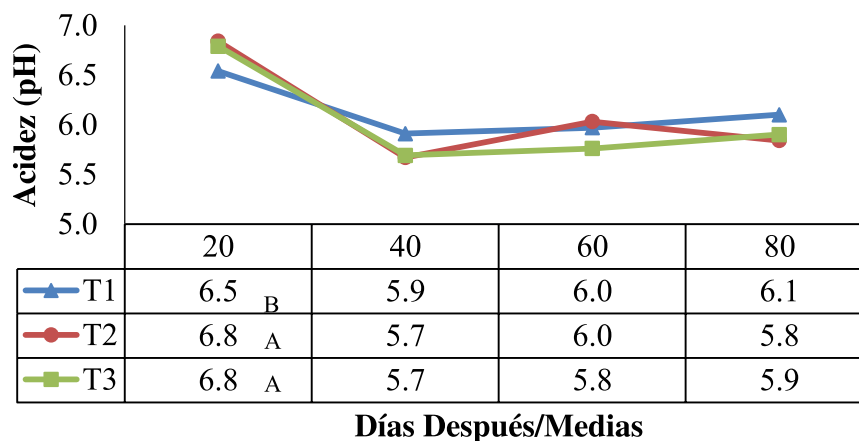


Figura 2. Variación de la acidez (pH) de los diferentes tratamientos a los 20, 40, 60 y 80 días. FCA-UNA, Filial Santa Rosa-Misiones. Paraguay. 2015.

En la Tabla 1 se observa que el contenido de macronutrientes principales: nitrógeno, fósforo, potasio, y macronutrientes secundarios: calcio y magnesio, es mayor en el T₁ respecto a los demás tratamientos, resaltando que estos valores se hallan dentro del rango óptimo indicado por el Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial de la FCA/UNA, Campus San Lorenzo.

En la Tabla 2, se observa que, el T₁, también muestra mayor contenido de micronutrientes respecto a los demás tratamientos, hallándose por encima de los límites establecidos por el Departamento de Suelos, exceptuando al Cobre (Cu) cuyo nivel se halla dentro de los límites determinados.

Estos resultados pueden haberse dado debido a la mayor proporción de estiércol presente en el T₁ (en un 75%), pues en una investigación realizada por PASOLAC (2005), menciona que el estiércol bovino, generalmente, contiene entre 1,1 – 3 % de N; 1,3 - 2,6 % de P y 0,4 – 2 % de K, rangos que también se asemejan a lo obtenido en este trabajo de investigación. Teniendo en cuenta, además, que Walter y Rossato (2010) aseguran que la cascarilla de arroz no posee muchos nutrientes en su forma natural. Sin embargo, la composta de estiércol mantiene una misma composición al estiércol sin compostar.

Tabla 1. Contenido de macronutrientes de los diferentes tratamientos a los 90 días después. FCA-UNA, Filial Santa Rosa-Misiones. Paraguay. 2015.

	Macronutrientes (%)				
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)
T ₁	1	3,1	0,4	0,7	0,7
T ₂	0,43	1,9	0,3	0,2	0,5
T ₃	0,37	1,1	0,2	0,2	0,4

Fuente: Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial - Campus San Lorenzo. 2015

Tabla 2. Contenido de micronutrientes de los diferentes tratamientos a los 90 días después. FCA-UNA, Filial Santa Rosa-Misiones. Paraguay. 2015

	Micronutrientes (mg kg⁻¹)			
	Cobre (Cu)	Zinc (Zn)	Hierro (Fe)	Manganeso (Mn)
T ₁	11	208	4.348	1.663
T ₂	9	188	1.035	416
T ₃	8	168	1.035	416

Fuente: Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial - Campus San Lorenzo. 2015

Conclusiones

Durante el lapso de tres meses, la temperatura para los tres tratamientos se han ajustado a los rangos comprendidos entre 52,9°C y 63,9°C considerados óptimos para el proceso. La acidez (pH) ha mantenido medias entre 5,7 a 8, óptimos para la mayoría de los grupos fisiológicos. Por último en cuanto al contenido nutricional, la mezcla de 2% de cascarilla de arroz + 75% de estiércol bovino, presentó niveles óptimos de macronutrientes principalmente, y conteniendo niveles elevados de micronutrientes como el Zinc, Hierro y Manganeso, exceptuando al Cobre.

Referencias bibliográficas

- Calderón Sáenz, F; Carrillo, RA; Medina Torres, JP; Medina Campos, W. 2002. Evaluación de diferentes métodos para determinar la humedad del sustrato en un cultivo hidropónico de clavel en la sabana de Bogotá mediante la utilización de 5 subsistemas de riego (en línea). Bogotá, CO. Consultado 15 set. 2014. Disponible en http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Guacari_1.pdf
- Colmenares Mayanga, W; Santos Bonilla, K. 2007. Generación y manejo de gases en sitios de disposición final (en línea). Ingeniería Química. Consultado 13 abr. 2015. Disponible en <http://www.ingenieriaquimica.org/system/files/relleno-sanitario.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, PY). 2012. Técnicas de compostaje: cambio climático y sostenibilidad ambiental. Paraguay. (42 diapositivas).
- Garibay Nieto, A; Murillo Amador, B; Troyo Diéguez, Enrique; Larrinaga Mayoral, JA; García Hernández, JL. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del Chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas (en línea). Interciencia 27(8):417-421. Consultado 25 Jul. 2014. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442002000800006&script=sci_ar_ttext
- Ibáñez, J. 2007. PH del suelo MIOD: un espacio para las ciencias y la tecnología (en línea, sitio web). Consultado 23 oct. 2015. Disponible en <https://propiedadesbiologicasdelsuelo.wordpress.com/ph/>

- OPS/OMS (Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud). 2001. Análisis sectorial de residuos sólidos en Paraguay. Paraguay. p. 1-10.
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 2005. Soporte técnico: guía técnica de conservación de suelos y agua (en línea). San Salvador, SV, New Graphic. Consultado 13 ago. 2014. Disponible en http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_49.pdf
- Planas Rosselló, J. 2002. Medida de temperaturas (en línea). USA. Consultado 20 set. 2014. Disponible en <http://www.mater.upm.es/Docencia/Materiales/Instrumentacion/Teoria/inst04.pdf>
- Porta, J; López-Acevedo, M; Poch, RM. 2013. Edafología: uso y protección de suelos. 3 ed. Madrid, ES, Mundi-Prensa. p. 295-299.
- Román, P; Martínez, M; Pantoja, A. 2013. Manual del compostaje del agricultor: experiencias en América Latina. Santiago, CL. 112 p.
- Sztern, D; Pravia, MA. 1999. Manual para la elaboración de compost: bases conceptuales y procedimientos (en línea). UY. Consultado 25 feb. 2015. Disponible en <http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf>
- Walter, JP; Rossato, MV. 2010. Destino do residuo casca de arroz na microrregião de Restinga Seca-RS: um enfoque á responsabilidade sócio ambiental. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão (Energia, Inovação, Tecnologia e Complexidade para a Gestão Sustentável). UFSM. Niterói, Rio de Janeiro, BR. 23 p.

Evaluación del primer año de corte del cultivo de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) con diferentes dosis y fertilizantes orgánicos

Luis Marcelo Moran Fariña^{1*}, Jimmy Walter Rasche Alvarez¹, Luis Santacruz²,
Marilia Araceli Salinas González¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

² Ingeniero Agrónomo, Trabajador autónomo. Paraguay

* Autor para correspondencia: marc_moran93@hotmail.com

Introducción

La moringa (*Moringa oleífera*) viene siendo estudiada en los últimos años por su alto potencial como forrajero y así como por su alto contenido de nutrientes y antioxidantes para la alimentación humana, además de aportar proteínas, carbohidratos, minerales y vitamina. La producción en cantidades suficientes de biomasa con adecuada calidad nutricional depende de factores de manejo como densidad de siembra, la frecuencia e intensidad de los cortes y la fertilización (González y Crespo 2016). Es una planta que produce gran cantidad de fitomasa, no obstante, extrae gran cantidad de nutrientes del suelo, por lo que se recomienda la fertilización de este cultivo. Los sistemas productivos, tanto agrícolas, como pecuarios, dan origen a varios tipos de residuos orgánicos, los cuales incorporados al suelo pueden mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, proporcionar nutrientes, aumentar el tenor de materia orgánica, mejorar la infiltración de agua, elevando el nivel de fertilidad. Existe experiencias que demuestra que la aplicación de enmiendas orgánicas permite el aumento de la altura de planta y rendimiento de hojas de la moringa, siendo estos aumentos inclusive mayor que cuando aplicado fertilizantes químicos, principalmente cuando se aplica estiércol vacuno (Lok y Suárez 2014).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de diferentes dosis y fertilizantes orgánicos en el cultivo de moringa (*Moringa oleífera* Lam.).

Metodología

El experimento se realizó en el Departamento de Cordillera, distrito de Piribebuy, compañía Colonia Pirareta, que se encuentra a 6 km del camino que une la ciudad de Paraguarí con Piribebuy por la ruta Rogelio R. Benítez. La parcela anteriormente estaba ocupada con cultivo orgánico de caña de azúcar.

El suelo del área experimental pertenece a un orden Ultisol de textura franco arcillosa, marrón rojizo oscuro de fertilidad media. (López et al. 1995), y las condiciones de clima de la zona presenta una temperatura media anual de 23°C y una precipitación media anual entre 1.400 a 1.600 mm (Mendonca et al. 1995).

El análisis químico del suelo la camada superficial de 0-20 cm realizado antes de la instalación del experimento presentaron los siguientes resultados pH: 5,0; materia orgánica: 1,4 %; P: 2,4 mg kg⁻¹, Ca, Mg, K, Na y Al de 2,79; 0,98; 0,04; 0,02 y 0,94 cmol_c kg⁻¹, respectivamente.

El experimento consistió en la utilización de estiércol bovino (5, 10 y 15 t ha⁻¹) y gallinaza (5, 10 y 15 t ha⁻¹) El diseño del cuasi-experimento fue el diseño con estructura anidada con seis tratamientos y tres repeticiones. Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 3 m de ancho por 3 m de largo, totalizando 9 m², en cada unidad experimental se encontraban 9 plantas, el distanciamiento entre plantas fue de 1,5 m en hileras y 1,5 m entre plantas alcanzando una densidad de 4.445 plantas por hectáreas aproximadamente. Para las evaluaciones de cada

parcela se tomaron 3 plantas en forma diagonal.

El pesaje de los fertilizantes orgánicos se realizó a través de una balanza convencional de acuerdo a cada tratamiento para luego ser aplicados en los hoyos en forma localizada.

La especie utilizada fue *Moringa oleifera* Lam., procedencia de semillas seleccionada dentro de la Finca Santacruz (Ygua).

Una vez culminada el tiempo de la germinación en el vivero, se procedió al trasplante de los plantines el 7 de Noviembre de 2015, se seleccionó un terreno plano con una pendiente próxima al 0%, sin sombra, homogéneo, de esta forma se redujo la probabilidad de error.

La cosecha se realizó a los 128, 187 y 377 días posteriores al trasplante de los plantines, defoliando las hojas verdes en forma manual y

pesando las mismas previas al secado de forma natural, para el pesado de las hojas se utilizó una balanza electrónica.

El control de malezas se realizó cada vez que fue necesario con carpida y pasada de monocultor por las melgas. No se realizó control de plagas y enfermedades durante el experimento ya que esto no fue necesario.

Todos los datos analizados se sometieron a análisis estadístico según el test de Tukey considerando 5% de error.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se observan los resultados obtenidos en el rendimiento de masa seca del cultivo sometido a diferentes niveles de abonado de estiércol vacuno y gallinaza, los cuales no fueron afectados significativamente, a pesar de

Tabla 1. Rendimiento de masa seca de *Moringa oleifera* en relación a la cantidad de estiércol vacuno y gallinaza aplicado por hectárea. Piribebuy, Compañía Colonia Pirareta, Paraguay, 2016.

Tratamiento	Masa seca (g pl ⁻¹)
T1: 5 toneladas de estiércol bovino por hectárea	178,90 ns
T2: 10 toneladas de estiércol bovino por hectárea	183,50
T3: 15 toneladas de estiércol bovino por hectárea	223,50
T4: 5 toneladas de gallinaza por hectárea	187,50
T1: 10 toneladas de gallinaza por hectárea	194,70
T1: 15 toneladas de gallinaza por hectárea	248,30

ns: no significativo al 5% de probabilidad de error, Test de Tukey

no ejercer un efecto significativo, la gallinaza fue el tratamiento que proporcionó el mayor incremento en la masa seca de la planta. En las Figuras 1 y 2, son presentados los valores de la masa seca, donde se observa las distintas dosis de cada tratamiento de fertilización, se verifica que a medida que aumenta la dosis por hectárea, también aumenta numéricamente el valor de la materia seca. De Souza et al. (2015), observó

un comportamiento semejante en función de la adición de estiércol bovino, donde el aumento en los niveles de fertilización orgánica adicionados al suelo proporcionaron un aumento significativo en la producción de masa seca de la parte aérea.

La falta de respuesta puede deberse principalmente a la alta precipitación durante el experimento, lo cual vuelve al cultivo más

propenso al ataque de enfermedades, esto concuerdan con Santacruz y Rasche (2015), quienes obtuvieron resultados semejantes en altura y rendimiento en condiciones similares. Sin

embargo, González y Crespo (2016), mencionan que obtuvieron diferencias significativas en el primer corte, observando mejores resultados en la fuente órgano-mineral.

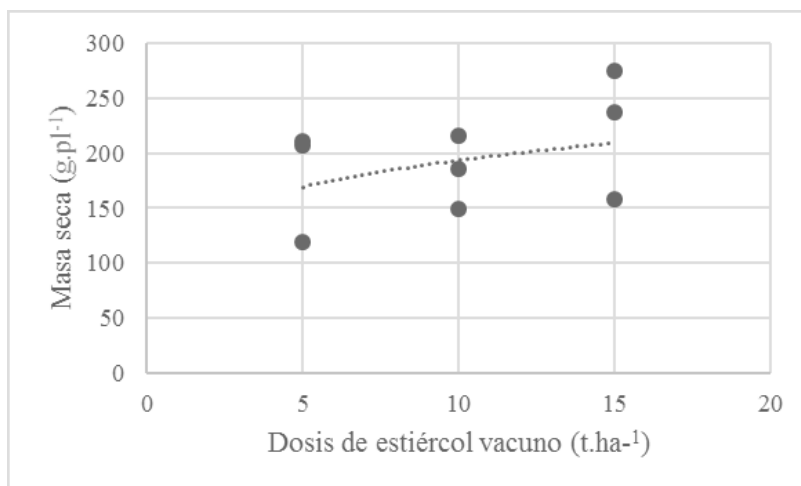


Figura 1. Resultados obtenidos para la variable de rendimiento de masa seca (g pl⁻¹) de *Moringa oleifera* Lam., en función a diferentes dosis de estiércol vacuno. Piribebuy, Compañía Colonia Pirareta, Paraguay. 2016.

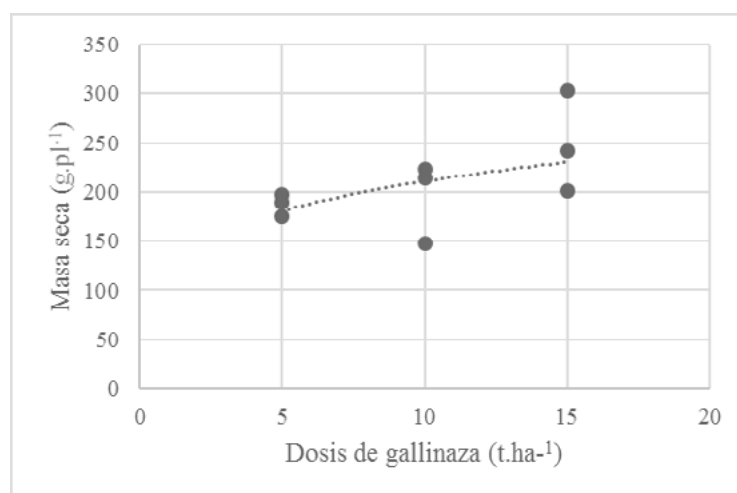


Figura 2. Resultados obtenidos para la variable de rendimiento de masa seca (g pl⁻¹) de *Moringa oleifera* Lam., en función a diferentes dosis de gallinaza. Piribebuy, Compañía Colonia Pirareta, Paraguay. 2016.

Conclusiones

No se observó diferencia significativa entre los distintos tipos de fertilizantes para los parámetros evaluados. La mejor respuesta numéricamente hablando a la aplicación de fertilizante se

observó con el tratamiento con gallinaza 15 ton ha⁻¹. Se concluye que la aplicación de diferentes fertilizantes orgánicos contribuye favorablemente al comportamiento productivo de *Moringa oleifera* para la producción de biomasa.

Referencias bibliográficas

- González, C, Crespo, G, 2016. Respuesta de *Moringa oleifera* Lam a estrategias de fertilización en suelo Ferralítico rojo lixiviado. Pastos y Forrajes 39(3):106-110.
- Mendonca, L, Fatecha, H, Insfran, O, Curiel, M, Burgos, S. 1995. Atlas ambiental de la Región Oriental de Paraguay. San Lorenzo, PY, CIF/FCA/GTZ. v 2, 33 p.
- Santacruz, L; Rasche, J. 2015. Fertilización orgánica en el cultivo de Moringa (*Moringa 10001 oleífera*) In I Congreso Paraguayo de Ciencia del Suelo y IV Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos. Sociedad Paraguaya de Ciencia del Suelo (SOPACIS). Asunción, Py.
- Suarez, Y, Lok, S, 2014. Effect of fertilizers on the biomass production of *Moringa oleifera* and on some soil indicators during the establishment. Cuban Journal of Agricultural Science 48(4):399-403.
- López, O; González, E; De Llamas, P; Molinas, A. 1993. Estudio de reconocimiento de suelos y de capacidad de uso de la tierra de la Región Oriental del Paraguay: proyecto de racionalización de la Tierra. Asunción, PY, SSERNMA/MAG/Banco Mundial. Mapa: 1:500.000.

Fertilización fosfatada de maíz (*Zea mays* L.) bajo siembra directa, en condiciones edafoclimáticas del distrito de Santa Rosa – Misiones

Waldir Vera Villalba^{1*}, Juan Daniel Avalos Añazco¹, Dolores Elizabeth Villalba¹,
María Olga Medina¹, Eugenio Amado Pérez¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Filial Santa Rosa Misiones, Paraguay.

*Autor para correspondencia: waldirv47@gmail.com

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es una planta anual perteneciente a la familia de las Poáceas, de gran importancia tanto para la alimentación humana como animal, además de ser materia prima para la obtención de un gran número de productos industriales. Tanto la degradación de suelos como las escasas informaciones en la zona representan el principal problema del bajo rendimiento en relación a su potencial de producción; para contrarrestar esta situación, se vienen implementando sistemas de manejo de suelo como la siembra directa y fertilización de los cultivos. Así mismo el fósforo (P) es uno de los nutrientes que limita la producción de cultivos; el buen manejo de éste nutriente requiere que el mismo sea proveído en cantidades adecuadas para optimizar la producción de las cosechas.

El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta del maíz a la fertilización fosfatada.

Metodología

La investigación fue realizada en el campo experimental ubicado en la localidad de Yacarey, Distrito de Santa Rosa, Departamento de Misiones comprendido entre la latitud 26°54'56,02" Sur 56°50'00,59" oeste, entre los meses de diciembre de 2015 a junio de 2016, la parcela utilizada ha sido manejada bajo el sistema de siembra directa durante 8 años; en el momento de la instalación del experimento la misma estaba en un periodo de reposo, infestada de malezas, en su mayoría de la familia de la gramíneas. Las condiciones climáticas presentadas durante el trabajo de investigación fueron en promedio 1.108 mm de

precipitación y 25° C de temperatura, el suelo fue caracterizado como franco arcillo arenoso con niveles bajos de materia orgánica, fósforo, potasio, Ca, Mg y Al +H, con un pH de 5,5.

Dicho experimento fue conducido sobre el delineamiento experimental de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 12 tratamientos y 3 repeticiones obteniéndose de esta manera 36 unidades experimentales, cada unidad experimental tuvo 30 m² y el área total fue de 1.420 m². La totalidad de la parcela útil recibió correctivo del suelo, siendo el encalante utilizado el hidróxido de calcio distribuyéndolo al voleo a razón de 1.640 kg ha⁻¹. Los tratamientos fueron designados en base al análisis de suelo y la tasa de extracción del nutriente establecido por Rodríguez (2002), y fueron aplicados durante la siembra posterior a una lluvia; en el mes de enero; en forma de súper fosfato triple (00-46-00) a excepción del testigo T₁ y T₂ acompañado de una dosis de 250 kg ha⁻¹ de N en forma de urea (45-00-00), 40% en la siembra y el 60% restante de cobertura luego de 45 días de la aplicación de la primera y de 170 kg ha⁻¹ de K₂O en forma de cloruro de potasio (00-00-60) depositando en hoyos localizados aproximadamente a cinco cm de la semilla, cada tratamiento consistió en diferentes dosis de P por hectárea desde 0 kg ha⁻¹ hasta 200 kg ha⁻¹, las cuales van aumentando en una proporción de 20 kg ha⁻¹ en cada tratamiento.

Las variables evaluadas fueron peso de 1.000 granos y rendimiento. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza ANAVA, las medias se compararon mediante el Test de Tukey al 5% de probabilidad.

Resultados y discusión

Se puede observar en la Tabla 1 que la mayor media arrojada en cuanto al peso de 1.000 semillas fue el del T₁₀ (160 kg ha⁻¹ de P₂O₅) con 410 g, presentando diferencia estadísticamente significativa con respecto al T₁ que obtuvo la menor media con 315 g (sin fertilización).

En cuanto al rendimiento se puede observar que la mejor media obtuvo el T₁₀ con 13.774 kg ha⁻¹ (160 kg ha⁻¹ de P₂O₅) seguido en orden decreciente por los T₈, T₁₂, T₁₁, T₆, T₇ y T₉ respectivamente sin ninguna diferencia estadísticamente significativa entre dichos tratamientos, pero diferenciándose estadísticamente entre los demás tratamientos restantes como los T₁, T₂, T₃, T₄, y T₅, arrojando la menor media el T₁ 7.258 kg ha⁻¹ (0 kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Tabla 1. Efecto de la fertilización fosfatada sobre el peso de 1.000 granos y rendimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays*). FCA - UNA, Filial Santa Rosa - Misiones, Paraguay, 2016.

Tratamientos (kg ha ⁻¹ de NPK)	Peso de 1.000 granos (gr)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
T ₁ (0-0-0)	315 b	7.258 d
T ₂ (250-0-170)	379 a	8.900 b d
T ₃ (250-20-170)	378 a	9.818 b c
T ₄ (250-40-170)	385 a	10.496 b c
T ₅ (250-60-170)	401 a	10.785 c
T ₆ (250-80-170)	397 a	13.180 a
T ₇ (250-100-170)	405 a	12.848 a
T ₈ (250-120-170)	396 a	13.389 a
T ₉ (250-140-170)	409 a	12.658 a
T ₁₀ (250-160-170)	410 a	13.774 a
T ₁₁ (250-180-170)	390 a	13.227 a
T ₁₂ (250-200-170)	387 a	13.263 a

*Medias con letras iguales sin diferencia significativa significativa según prueba de Tukey al 5% de probabilidad

Larios (1999) y García (1999), mencionan que el peso de la semilla está determinado por la variedad utilizada, por la materia orgánica fotosintetizada y las condiciones de traslado de materia orgánica a las semillas, lo que a su vez está determinado por la eficacia de los procesos desarrollados por las hojas, tallos; también por la nutrición mineral, así también como las condiciones hídricas.

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron superiores a lo expuesto por Rodríguez (2002) quien menciona que para obtener una producción de 4 toneladas de maíz por hectárea se requiere de 100- 20- 68 de N, P₂O₅, K₂O. Esto pudo haberse debido a la elevada densidad poblacional de plantas con que se contaba,

siendo la misma de 71.428 plantas por hectárea que según INTA (2008) el rendimiento es particularmente sensible a las variaciones en la población de plantas, bajo condiciones de riego y fertilización, reducciones de 75% en la densidad producen mermas de rendimiento cercanas al 50%, mientras que la duplicación de la densidad disminuyó el rendimiento solo en un 20%.

Del mismo modo puede ser atribuido al sistema de siembra utilizada, y al aumento de dosis de fertilizantes fosfatados aplicados al suelo, debido a que el fósforo en su carácter de elemento inmóvil en el suelo requiere de condiciones adecuadas para su aprovechamiento por parte de la planta, cuyo factor participo de manera positiva durante el periodo de investigación, lo

cual coincide con lo expuesto por Ruíz (2004) y Amado et al. (2006) quienes afirman que el éxito de la aplicación de fertilizantes fosfatados ha sido atribuido al incremento en la actividad radicular en esta zona de alta fertilidad debido al alto contenido de humedad del suelo bajo la capa de residuos vegetales y la adecuada lluvia recibida durante la estación de crecimiento; además Monsanto (2012) menciona que el aumento de dosis de fertilizantes, aumenta el rendimiento por hectárea, esto si las condiciones climáticas y de los suelos son favorables para la absorción de los nutrientes.

Para Britos (2012) y Cubilla (2005) afirman que el fósforo disponible para las plantas se encuentra en bajas concentraciones en la solución del suelo, esto se debe generalmente al nivel de acidez. Para su absorción, dependen no solo de los niveles de P sino también de la humedad del suelo, esto se consigue manteniendo una cobertura sobre la superficie del suelo.

Los rendimientos máximos de los cultivos dependen en su mayor parte de mantener en el suelo un nivel óptimo de fertilidad, es decir, para alcanzar el potencial total del rendimiento se debe satisfacer el requerimiento diario de P durante el ciclo del cultivo, por medio de aplicaciones de

fertilizante fosfatado, cuya afirmación lo realiza Escudero (2004) ya que este nutriente según Ferreira (2007) es el elemento que más limita la producción debido a que éste participa en la fotosíntesis, respiración, crecimiento celular y además es vital para la formación de semillas.

El coeficiente de determinación (R^2) de la ecuación presentada indica que el modelo ajustado explica 86,68% de la variabilidad de rendimiento, indicando una relación fuerte entre las variables. Los valores predichos para el rendimiento usando el modelo ajustado, se puede establecer de que la dosis de máxima eficiencia técnica es 140 kg ha^{-1} de P y la dosis de máxima eficiencia económica es de 80 kg ha^{-1} . (Figura 1.)

Se observa un aumento en el rendimiento al aumentar la dosis de P hasta alcanzar su nivel óptimo y luego decae, cumpliéndose así la ley de rendimientos decrecientes que según Piloña (2005) la producción tiende a crecer aceleradamente al principio pero, a medida que varía la cantidad agregada del factor variable combinado con un determinado factor fijo, la producción cambia el grado de rendimiento, alcanzando un máximo para luego comenzar a reducirse.

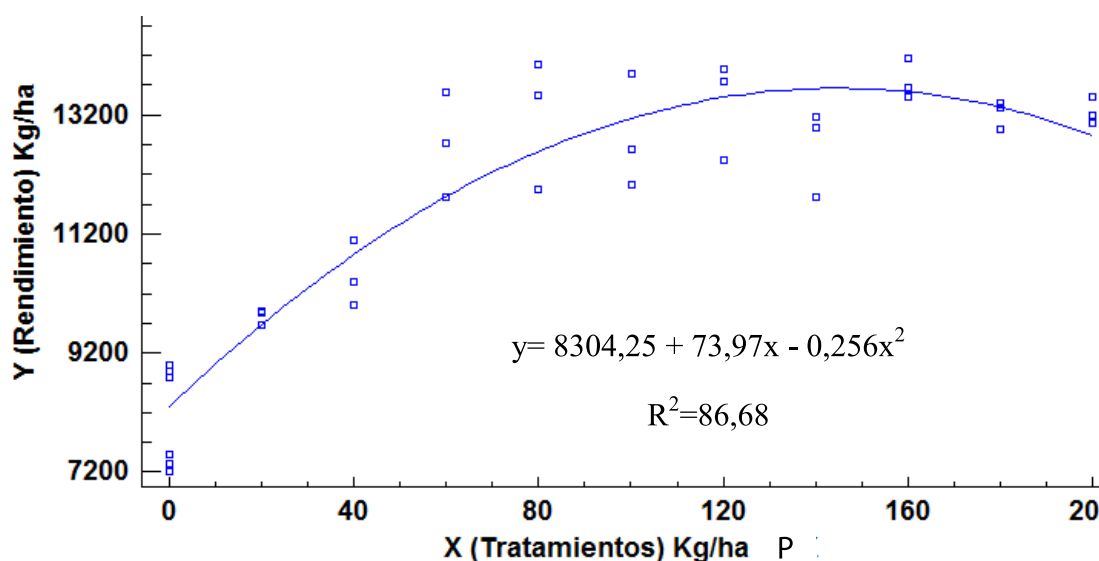


Figura 1. Relación entre la fertilización fosfatada y el rendimiento del maíz (*Zea mays*) expresado en kg ha^{-1} . FCA - UNA, Filial Santa Rosa - Misiones, Paraguay, 2016.

Conclusión

Bajo las condiciones edafoclimáticas presentadas durante el periodo de la investigación se concluye:

La utilización de un sistema de siembra directa produce cambios en la dinámica y distribución de nutrientes proporcionando las condiciones favorables para la adecuada absorción.

De acuerdo al resultado obtenido en el experimento se establece la aplicación de 250-80-170 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O para obtener aumento en los rendimientos del maíz con lo cual se llega a alcanzar 13.180 kg ha⁻¹ de granos producidos en condiciones edafoclimáticas del Distrito de Santa Rosa Misiones.

Referencias bibliográficas

- Britos, A. 2012. Optimización de la fertilización fosfatada para trigo, soja y maíz cultivados en siembra directa, en la región oriental del Paraguay. San Lorenzo, Paraguay. 35 p.
- Cubilla, M. 2012. Recomendaciones de fertilización para soja, trigo, maíz y girasol bajo el sistema de siembra directa en el Paraguay. Asunción, PY, CAPECO. 88 p.
- Ferreira, R. 2007. Fertilidade do solo. Viçosa – Minas Gerais, BR. 1017 p.
- INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria). 2008. Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de maíz (en línea, sitio web. San José, CR. Consultado 27 jul. 2015. Disponible en <http://intainforma.inta.gov.ar/?tag=maiz>
- Monsanto. 2012. Guía técnica Dekalb Zafriña 2012: propuesta de valor. Paraguay, Monsanto Technology LLC.
- Piloña Ortiz, GA. 2005. Manual básico de Introducción a la Economía: para universitarios no economistas. 7 ed. GP Editores, Guatemala. 200 p.
- Ruiz, L. 2004. Agricultura General. Asunción, PY. DEA-MAG. 77 p.
- Amado, J; Cubilla, MM; Schleindwein, JA; Santi, AL; Cubilla Ramos, LE. 2006. Manejo del suelo para la obtención de altos rendimientos en soja en el sistema de siembra directa en Paraguay y en el sur del Brasil. INPOFOS Informaciones Agronómicas 31:2-5.

Fertilización nitrogenada en maíz (*Zea mays* L.) bajo siembra directa en las condiciones edafoclimáticas de Santa Rosa – Misiones

Waldir Vera Villalba^{1*}, Cristian Andrés Britos Benítez, Lourdes Maggali Michel Pascua¹, Amado Eugenio Pérez Rodríguez¹, María Olga Medina¹, Juan Daniel Avalos Añazco¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Filial Santa Rosa Misiones, Paraguay.

*Autor para correspondencia: waldirv47@gmail.com

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.), es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen, pertenece a la familia de las Poáceae (Gramíneas); es una planta anual, de gran importancia en cuanto al aporte nutricional para la alimentación humana y animal (Bonilla 2008). En Paraguay, se convirtió en uno de los principales rubros de explotación agrícola y base para la alimentación de la población, tanto rural como urbana.

Es un interesante rubro para la diversificación de la producción, se desarrolla muy bien en nuestro clima, convirtiéndose así en una excelente opción para el pequeño productor. El potencial productivo de este cultivo está estrechamente relacionado al material genético empleado, mientras que el rendimiento físico depende de numerosos factores como las características edafoclimáticas de la zona del cultivo, época de siembra, sistema de siembra, entre otros.

Entre las principales causas del bajo rendimiento en la zona se puede mencionar la falta de incorporación de nuevas tecnologías al sistema de producción y el escaso conocimiento sobre la necesidad nutricional y en especial del nitrógeno para la planta de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas, por ello que esta investigación busca adecuar las recomendaciones de fertilización a base de nitrógeno en maíz cultivados en siembra directa, teniendo como objetivo general establecer la dosis ideal de fertilización nitrogenada para maíz cultivada en siembra

directa bajo condiciones edafoclimáticas del Distrito de Santa Rosa Misiones

Metodología

El experimento se llevó a cabo en la Compañía de Yacarey, Distrito de Santa Rosa Misiones, República del Paraguay, comprendiendo la latitud 26° 54' 56,02" Sur y longitud 56° 50' 00,59" Oeste, con altitud de 181 msnm, entre los meses de Diciembre del 2015 a Junio del 2016; al momento de la instalación del experimento la parcela estaba en un periodo de reposo, infestada de malezas, en su mayoría de la familia de gramíneas.

Las condiciones climáticas presentadas durante la experimentación, de acuerdo a los datos proporcionados por el centro meteorológico de la UNA/FCA, Filial Santa Rosa fue de 1.108 mm de precipitación, y en cuanto a las características edáficas de la parcela fueron estudiadas por el Departamento de suelo y ordenamiento territorial de la FCA/UNA casa matriz; caracterizándola con el tipo de suelo franco arcillo arenoso, pH 5,5; materia orgánica baja (0,8%); P 6,3 ppm, K⁺ 0,08 cmol kg⁻¹, Al⁺³+H⁺ 0,31 cmol_c kg⁻¹ Ca⁺² y Mg⁺² con 0,69 y 0,34 cmol_c kg⁻¹ respectivamente.

El delineamiento experimental utilizado fue de Bloques Completos al Azar, con 12 tratamientos y 3 repeticiones, totalizando 36 unidades experimentales.

Los tratamientos fueron establecidos según la tasa de extracción del maíz afirmado por Rodríguez 2002.

T₁: 00 – 00 – 00 kg ha⁻¹ de NPK
 T₂: 00 – 45 – 170 kg ha⁻¹ de NPK
 T₃: 100 – 45 – 170 kg ha⁻¹ de NPK
 T₄: 150 – 45 – 170 kg ha⁻¹ de NPK
 T₅: 200 – 45 – 170 kg ha⁻¹ de NPK
 T₆: 250 – 45 – 170 kg ha⁻¹ de NPK

T₇: 300 – 45 – 170 kg ha⁻¹ de NPK
 T₈: 350 – 45 – 170 kg ha⁻¹ de NPK
 T₉: 400 – 45 – 170 kg ha⁻¹ de NPK
 T₁₀: 450 – 45 – 170 kg ha⁻¹ de NPK
 T₁₁: 500 – 45 – 170 kg ha⁻¹ de NPK
 T₁₂: 550 – 45 – 170 kg ha⁻¹ de NPK

Los materiales utilizados fueron semillas de maíz híbrido DKB 390, fertilizantes (Urea 45% N, Superfosfato triple 00-46-00, Cloruro de potasio 00-00-60).

Se inició con el muestreo y análisis de suelo, se extrajeron muestras de suelos al azar de toda la parcela experimental, procediendo según Bissani et al. (2008), extrayendo 20 sub muestras a una profundidad de 10 cm y luego fueron mezclados, etiquetados, codificados, enviados y analizados en el Laboratorio de Suelos y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, Casa Matriz. Una vez culminada la extracción de muestras, cuarenta y cinco días antes a la siembra se procedió a la aplicación de un herbicida de acción total (Glifosato) con una dosis a razón de 3 L ha⁻¹.

El encalado se realizó en la totalidad de la parcela útil aplicando un calcítico (hidróxido de calcio) 30 días antes de la siembra, distribuyéndolo al voleo a razón de 1.640 kg ha⁻¹. La siembra se efectuó en el mes de enero del 2016, con una sembradora manual tipo matraca de doble tolva depositando una semilla por hoyo, con un marco de siembra de 70 cm entre hilera y 20 cm entre plantas, y una densidad de siembra de 71.429 plantas por hectárea; cabe destacar que según la recomendación del análisis de suelo y Rodríguez (2002), en la siembra se aplicó 45 kg ha⁻¹ de Fosforo (P₂O₅) y 170 kg ha⁻¹ de Potasio (K₂O), en hoyo localizado, a 5 cm de la semilla, en todos los tratamientos; excluyendo al testigo; así también durante la siembra según lo recomendado por Cubilla et al. (2012) inicialmente se aplicó el 30% de la dosis de Nitrógeno (N) de los diferentes

tratamientos, excepto en el T₁ y T₂, seguidamente transcurrido unos 40 días posteriores a la siembra se procedió a aplicar en cobertura el 70% de la dosis restante de N₂, el cual fue aplicado al voleo en forma manual.

Transcurridos 130 días después de la siembra se procedió a la cosecha manual de maíz, eligiendo al azar 15 plantas de las hileras centrales (2,1 m²), considerando el efecto borde, posteriormente se procedió a deschalar, desgranar, secar al sol por veinte días y posterior a todo esto se evaluaron las siguientes variables de investigación. De los granos cosechados se tomaron al azar 1.000 granos de cada tratamiento las cuales fueron llevados a una balanza de precisión para su pesaje. Del mismo modo, para el rendimiento; de los granos cosechados se efectuó el pesaje con la ayuda de una balanza de precisión, ajustando el resultado en kg ha⁻¹.

Después de obtener todos los datos de las variables de mediciones fueron ordenados y tabulados en planillas digitales de Microsoft Excel, luego fueron sometidas al análisis de varianza (ANAVA) y de regresión por medio del programa estadístico InfoStat, y en las diferencias significativas entre los tratamientos, las medias fueron comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad.

Resultados y discusión

En la Tabla 1, se observa el efecto de la fertilización nitrogenada para maíz en el sistema de siembra directa sobre el peso de 1.000 granos y el rendimiento del maíz. Con respecto al peso de 1.000 granos se observa que el tratamiento con

Tabla 1. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el peso de 1.000 granos y el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.). FCA – UNA, Filial Santa Rosa – Misiones, Paraguay. 2016

Tratamientos	Peso de 1.000 granos (g)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
T ₁	288 d	8.565 g
T ₂	345 c	10.036 f
T ₃	358 b c	11.009 e
T ₄	366 b c	11.567 d e
T ₅	368 b c	12.115 c d
T ₆	373a b c	12.567 c
T ₇	380a b	12.837 b c
T ₈	400 a	14.354 a
T ₉	365 b c	13.998 a
T ₁₀	374a b	13.891 a
T ₁₁	383a b	13.592 a b
T ₁₂	376a b	13.564 a b

*Medias con letras iguales sin diferencia significativa según prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

mayor peso es el T₈ con 400 g., seguido por T₁₁, T₇, T₁₂, T₁₀ y T₆ respectivamente, sin presentar diferencias significativas estadísticamente entre sí.

El T₁ con 288 g fue el que presentó la menor media, diferenciándose estadísticamente de todos los tratamientos, esto se aproxima con la investigación realizada con Monsanto (2012) y Encina (2013) quienes mencionan que en cuanto a las características de las 1.000 granos del híbrido DKB 390, el peso es de 358 a 414 g; a esto Larios (1999) y García (1999), añaden que el peso de la semilla está determinado por la variedad utilizada, por la materia orgánica fotosintetizada y las condiciones de traslado de materia orgánica a los granos, lo que a su vez está determinado por la eficacia de los procesos desarrollados por las hojas, tallos; también por la nutrición mineral así como las condiciones hídricas.

En cuanto al rendimiento se puede observar que el mayor rendimiento fue obtenido por el T₈ con 14.354 kg ha⁻¹ seguidas por T₉, T₁₀, T₁₁ y T₁₂ respectivamente y sin presentar diferencias significativas estadísticamente entre ellas, pero sí de los demás tratamientos. Sin embargo el T₁ obtuvo la menor media con 8.565 kg ha⁻¹ diferenciándose estadísticamente de todos los

tratamientos, estos altos rendimientos pueden ser atribuidos a que el nitrógeno es el principal elemento requerido para la producción de granos del maíz, ya que es uno de los nutrientes esenciales que más limita el rendimiento, ya que según Dotta (2009) afirma, que el nitrógeno es un macronutriente que participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda actividad metabólica de la planta.

Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de radiación fotosintética activa, lo cual coincide con Below (2002), que menciona que la capacidad fotosintética de las hojas disminuye con el envejecimiento y con esto también se reduce el suplemento de asimilados de la fotosíntesis y el rendimiento de granos.

Cuando existe deficiencia de N₂ esta reducción ocurre más rápidamente y en consecuencia se forman mazorcas más pequeñas con menos granos.

Por otra parte, el abastecimiento de N₂ para el maíz es de suma importancia, puesto que según Amado y Eltz, mencionados por Cubilla et al. (2012) explican de que el nitrógeno tiene una importancia económica y ambiental muy

significativa, por la alta probabilidad de respuesta a la aplicación con dosis elevadas. Normalmente es el mayor limitante de la productividad de cultivos no-leguminosas, ya que el N₂ ofrecido por el suelo no es suficiente para obtener rendimientos elevados.

En la Figura 1, se observa la regresión entre las variables de cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado por hectárea respecto al rendimiento del maíz.

Como se observa en la Figura 1, hay un aumento en el rendimiento del maíz relacionado en

forma proporcional al aumento de las dosis de N₂ aplicado, existiendo una relación directa. La existencia de esta relación indica que el contenido de nitrógeno en el suelo puede utilizarse como parámetro para estimar el rendimiento del maíz. El coeficiente de determinación (R²) de la ecuación de regresión presentada indica que el modelo ajustado explica 93,32% de la variabilidad en rendimiento. Se puede estimar que por kg ha⁻¹ de N aplicado se puede obtener un incremento en el rendimiento de 21 kg ha⁻¹ de granos de maíz.

Con los valores predichos para el rendimiento

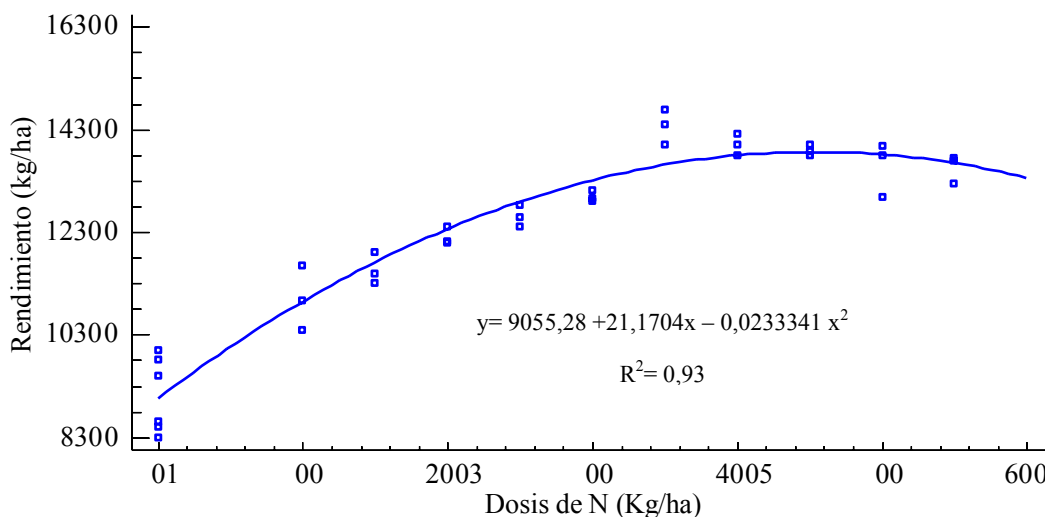


Figura 1. Regresión entre la fertilización nitrogenada por hectárea vs. Rendimiento del maíz (*Zea mays* L.). FCA – UNA – Filial Santa Rosa – Misiones, Paraguay. 2016.

usando el modelo ajustado, establece que la dosis de máxima eficiencia técnica es 460 kg ha⁻¹ de N con el cual es posible obtener el mayor rendimiento de granos de maíz y por encima a esta dosis el rendimiento decae; mientras que, la dosis de máxima eficiencia económica es de 100 kg ha⁻¹ de N.

Los resultados obtenidos en esta investigación tienen una tendencia del aumento del rendimiento del maíz al aumentar la dosis de N hasta alcanzar su nivel óptimo que luego va decreciendo a

medida que se aumenta la cantidad aplicada de la fertilización nitrogenada, por lo tanto corresponde a la ley de los rendimientos decrecientes, ya que según Samuelson y Nordhaus (sf), establece que a medida que añadimos una cantidad de un factor y mantenemos fijos los demás, obtenemos una cantidad adicional cada vez menor.

Conclusión

El uso del sistema de siembra directa con presencia de rastrojos en superficie aumenta la

precipitación efectiva y además, provoca una disminución en la evaporación quedando mayor agua disponible para el cultivo, posibilitando la acumulación de nitrógeno mineral en el suelo, generando una mejor condición física de la cama de siembra, por dicha razón se establece y recomienda la aplicación del T₃ con 100-45-170 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O en el sistema de siembra directa, ya que con dicha dosis se presenta rendimientos de 11.009 kg ha⁻¹ de maíz en condiciones edafoclimáticas del Distrito de Santa Rosa Misiones. El análisis de regresión revela la existencia una relación directa en un 93% entre la aplicación del N₂ y la variabilidad del rendimiento del maíz, siendo la dosis de máxima eficiencia técnica es 460 kg ha⁻¹ de N.

Referencias bibliográficas

- Below, F. 2002. Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada del maíz (en línea). *Informaciones Agronómicas* 54:3-9. Consultado 16 ago. 2016. Disponible en [http://projects.ppi-far.org/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/EED445602FD388C005256F34006A2495/\\$file/Fisiologia,+nutrici%C3%B3n+y+fertilizaci%C3%B3n+nitrogenada+del+ma%C3%ADz.pdf](http://projects.ppi-far.org/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/EED445602FD388C005256F34006A2495/$file/Fisiologia,+nutrici%C3%B3n+y+fertilizaci%C3%B3n+nitrogenada+del+ma%C3%ADz.pdf)
- Bissani, C; Gianello, C; Camargo, F; Tedesco, M. 2008. *Fertilidade dos solos e manejo da adição de culturas*. 4 ed. Porto Alegre, Metrópole, Biblioteca Setorial da Faculdade de Agronomia da UFRGS. 344 p.
- Bonilla, N. 2008. *Manual de recomendación técnicas: cultivo de maíz (Zea mays)*. San José, CR, INTA. 68 p.
- Cubilla, M; Wendling, A; Amado, T; Mielniczuk, J. 2012. *Recomendaciones de fertilización para soja, trigo, maíz y girazol bajo el sistema de siembra directa en el Paraguay*. Asunción, PY, CAPECO. 88 p.
- Dotta, C. 2009. *Fertilización en maíz (en línea)*. Argentina. Consultado 1 ago. 2015. Disponible en <http://www.corforiolorado.gov.ar/archivos/fertilizaciónmaíz.pdf>
- Encina, D. 2013. *Efecto de diferentes espaciamientos de siembra entre plantas e hileras sobre el rendimiento físico del maíz (Zea mays L.)*. Tesis Ing. Agr. Santa Rosa – Misiones, PY, CIA FCA UNA. 65 p.
- García, J. 1999. *Edafología y fertilización agrícola*. Barcelona, ES, Aedos Editorial. 246 p.
- Larios González, R; García Moraga, CM. 1999. *Evaluación de tres dosis de gallinaza, compost y un fertilizante mineral en el cultivo del maíz (Zea mays)*. Tesis de Grado. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional de Agraria. 92p.
- Monsanto. 2012. *Guía técnica Dekalb Zafriña 2012: propuesta de valor*. Paraguay, Monsanto Technology LLC.
- Rodríguez, H. 2002. *Métodos de análisis de suelos y plantas*. México, Trillas.
- Samuelson, P; Nordhaus, W. s.f. *Economía (en línea)*. 18 ed. México, Graw. Consultado en fecha 14 de mayo del 2016. Disponible en http://www.mtrocarlos_valero.com/foro/ECONOMIASAMUEL SONNORDHAUS.pdf

Continuidad espacial de la velocidad de infiltración del agua en el suelo de un campo deportivo

Manual Aramis Orrego¹, Juan José Bonnin^{1*}, Rubén Franco Ibars¹, Cristian Britos¹, Hugo Ocampos¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: jose.bonnin@hotmail.com

Introducción

La infiltración del agua en el suelo es un fenómeno físico, que consiste en la penetración del agua en forma vertical descendente, iniciándose en la superficie en forma elevada y disminuyendo con el tiempo hasta que se sature el suelo (Lima Filho y Da Costa 2015). La tasa de infiltración permite cuantificar el porcentaje de agua que infiltra en el suelo y su posible escurrimiento superficial, como también permite calcular el tiempo en que el agua permanecerá estancado en la superficie. Cuando la velocidad de infiltración del agua es muy baja, hay riesgo de erosión superficial.

La determinación de la variabilidad espacial de la velocidad de infiltración del agua en el suelo en el tiempo es de importancia para un manejo adecuado de un sistema de irrigación y drenaje, sobre todo cuando el área presenta un relieve plano e uniforme, como es el caso de un campo deportivo, que de acuerdo con Greco y Viera (2005), en estas situaciones, normalmente, de superficies planas y de poca extensión se ignoran o no se tiene en cuenta la dependencia espacial de las propiedades físicas del suelo. Para Silva Neto et al. (2011) la utilización de la geoestadística como herramienta válida para la determinación de la variabilidad espacial de las propiedades físico-hídricas del suelo es necesaria, ya que la estadística clásica asume que las observaciones son independientes espacialmente, o sea las variaciones de un lugar a otro son consideradas aleatorias, no se tiene en cuenta su posición geográfica.

Con base a lo expuesto anteriormente, este trabajo tuvo por objetivo principal la determinación

de la variabilidad espacial de la velocidad de infiltración del agua en el suelo de un campo deportivo.

Metodología

La investigación se realizó en el campo deportivo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Departamento Central, ubicado en la Latitud Sur 25°20'16" y longitud Oeste 57°30'51", con una altitud promedio de 118 m sobre el nivel del mar (WGS 84). El área de estudio cuenta con una superficie de 8.100 m². El campo deportivo fue construido a partir de un Ultisol, suborden: Udult, grande grupo: Paleudult, subgrupo: Rhodic Paleudult (López et al. 1995), que durante proceso de adecuación y nivelación fueron utilizados materiales de diferentes orígenes, con suelos de una predominancia de textura arenosa. Para la obtención de los datos necesarios para la determinación de la velocidad de infiltración (VI) del agua en el suelo fue utilizado un anillo de infiltración reducido (USDA 1999), con diámetro de 0,152 cm y una altura de 0,127 cm.

Se utilizó un muestreo en malla, de modo a proporcionar el mayor número de puntos posibles para la mejor caracterización del área de estudio, de forma a configurar una mejor distribución espacial de los puntos, totalizando así 35 puntos de muestreo. La localización y distribución geográfica de los puntos de muestreo fue realizado a través del software Fram Works™ Mobile (Trimble Navigation Limited), ejecutado a través de un receptor GNSS del tipo GPS Juno 3B de la marca Trimble.

Asimismo en los puntos en el que se determinaron la infiltración mm h^{-1} , se determinó también la textura o granulometría del suelo, en la profundidad de 0 a 0,20 m. Una vez recolectados todos los datos de campo, se realizaron los cálculos de la velocidad de infiltración en cada punto georreferenciado con base a la siguiente ecuación.

$$VI = I \times t^{-1} \quad (1)$$

Dónde: V: velocidad de infiltración (mm h^{-1});
I: lamina infiltrada (mm); t: tiempo de infiltración del agua en el suelo (h).

Para la determinación de los porcentajes de arena, limo y arcilla en el suelo, fue utilizado el método del hidrómetro de Bouyoucos. Posterior, a las determinaciones a campo y laboratorio se realizó un análisis exploratorio, sin considerar la posición geográfica de cada muestra extraídas, a través de un análisis estadístico descriptivo del conjunto de datos. El análisis espacial fue realizado sobre la óptica de la geoestadística, donde fue considerada la posición de cada muestra extraída en el campo.

En esta etapa se utilizó el software CR Campeiro-7, para identificar la estructura de

la dependencia espacial entre las muestras, a través del semivariograma o correlación de la caracterización espacial experimental ajustado. Seguido, fueron construidos los mapas temáticos de las variables analizadas.

Resultados y discusión

En la Tabla 1, se puede observar los valores de la tasa de infiltración del agua en el suelo, como también los porcentajes de granulometría del área de estudio. De acuerdo con el test de Shapiro-Wailks todos los datos presentaron una distribución normal. El valor promedio de la infiltración (VI) del agua en el suelo fue de $12,90 \text{ mm h}^{-1}$, que de acuerdo con la clasificación de USDA (1999) se puede decir que el área presentaba una infiltración lenta, con un coeficiente de variación de 64,74%, que de acuerdo con la clasificación de Warrick y Nielsen (1980) es alta. Es posible ver que se presentaron valores mínimos de infiltración del orden de 3 mm h^{-1} y en algunos puntos de muestreo se registraron valores de infiltración máxima de $36,29 \text{ mm h}^{-1}$, un valor muy elevado de acuerdo con la USDA lo que significa un infiltración rápida del agua en el suelo en esos puntos.

Tabla 1. Parámetros de la estadística descriptiva referente a la velocidad de infiltración del agua y la granulometría del suelo.

Variabes	Dist. Normal	Media	Min	Max	D.S.	CV (%)	Asimetría	Kurtosis
Arena (%)	Aceptada*	79,43	60,00	90,00	7,90	9,32	-0,88	-0,41
Limo (%)	Aceptada*	7,67	3,00	14,00	3,48	46,33	0,88	-0,79
Arcilla (%)	Aceptada*	12,66	6,00	18,00	3,48	27,50	0,41	-1,00
VI (mm h^{-1})	Aceptada*	12,90	3,44	36,29	8,35	64,74	1,11	0,31

*Shapiro-Wailks; VI: Velocidad de infiltración del agua en el suelo, DS: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación

El suelo del campo deportivo presentaba distribución granulométrica bien definida, con una predominancia de textura arenosa con 79,43% de arena, en cuanto que los porcentajes de limo fue de 7,67% y el contenido de arcilla fue de 12,66%.

En la Figura 1, se observa la relación existente entre la velocidad de infiltración y la granulometría del suelo, donde se puede ver un incremento en la velocidad de infiltración del agua con el aumento del contenido del porcentaje de arena en el suelo, en cambio con el aumento en el contenido de porcentaje de arcilla en el suelo la velocidad de

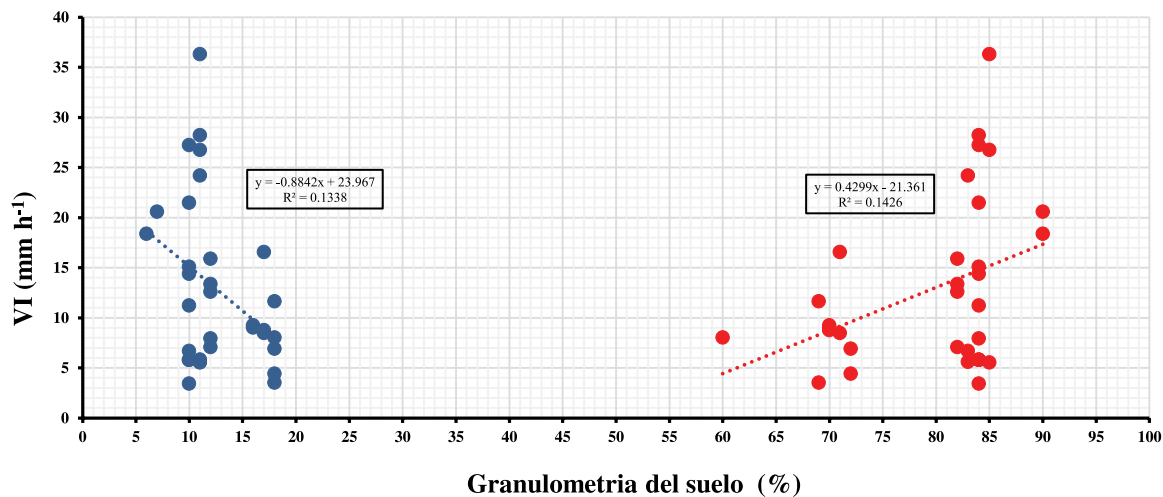


Figura 1. Velocidad de infiltración (VI) en función del porcentaje de arena y arcilla en el suelo.

infiltración del agua se reduce al punto de ser considerada una infiltración muy lenta (USDA 1999). Este efecto, podría estar explicado por el aumento de la cantidad de macroporos con el porcentaje de arena en el suelo.

La variabilidad espacial de los datos puede ser observado en la Tabla 2, donde se puede verificar que todas las variables analizadas presentaron una dependencia alta, excepto para el porcentaje

de arena en el suelo que presentó una dependencia espacial media, según la clasificación de Cambardella et al. (1994). Los valores del alcance (Ao) para todos los parámetros analizados, en general fueron mayores a la distancia entre los puntos de muestreo utilizados en el campo. Para las variables que presentaban continuidad espacial y meseta definida, fue realizada una interpolación por krigageado para luego ser generado los mapas temáticos de cada variable.

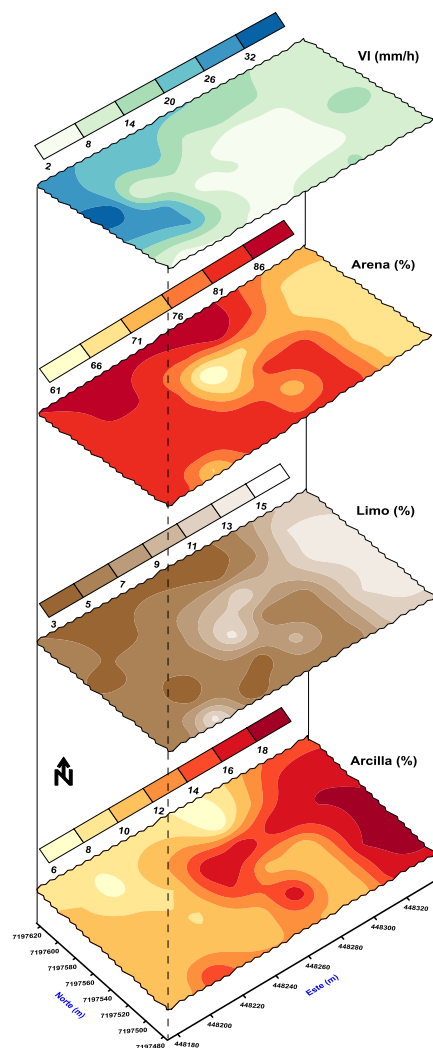
Tabla 2. Parámetros de los semivariogramas para los valores de velocidad de infiltración (VI) y la granulometría del suelo.

Variable	Modelo	Efecto pepita Co	Meseta C1 + Co	Alcance Ao (m)	Co/C1 + Co (%)	Depend. Espacial
Arena (%)	Linear	25,22	60,30	66,81	41,82	Media
Limo (%)	Esférico	0,01	11,78	37,20	41,82	Alta
Arcilla (%)	Exponencial	0,01	13,60	20,90	0,07	Alta
VI (mm h ⁻¹)	Esférico	21,40	106,35	108,20	20,12	Alta

En la Figura 2, se puede observar los mapas de cada uno de los parámetros analizados en el trabajo de investigación, donde podemos ver una serie de informaciones con relación a la velocidad de infiltración del agua y la granulometría del suelo del campo deportivo de la FCA/UNA.

Al analizar el mapa la distribución espacial de la velocidad de infiltración del agua en el

suelo, podemos destacar dos regiones de mayor representación, una con una velocidad de 2 a 8 mm h⁻¹ y otra de 8 a 14 mm h⁻¹, que correspondían al 42,42% y 24,24% del área respectivamente y sumadas representaban 66,66% de la superficie total. La mayor velocidad de infiltración del agua en el suelo registrada fue de 26 a 32 mm h⁻¹, que corresponde al 9,09% del área total.



Campo Deportivo de la FCA/UNA



Figura 2. Imagen aérea del campo deportivo de la FCA/UNA y mapas de velocidad de infiltración (VI) del agua y granulometría del suelo.

Como se puede observar en el área del campo deportivo donde presenta una infiltración lenta bien definida en casi toda el área al considerar el efecto espacial. Con relación a la granulometría podemos ver perfectamente que las regiones con mayor velocidad de infiltración del agua en el suelo están localizadas en las regiones donde hay mayor porcentaje de arena y contrario a esto, la velocidad de infiltración del agua disminuye en las regiones donde se presentan el mayor porcentaje de arcilla, lo cual se observa de una manera evidente en ambos mapas de la granulometría del suelo.

Conclusión

La velocidad de infiltración del agua en el suelo presentó una correlación espacial alta, con una tendencia lineal negativa con el porcentaje de arcilla y una tendencia lineal positiva con el porcentaje de arena. El 66,66% del área presentó una infiltración de 8 a 14 mm h⁻¹.

Referencias bibliográficas

Cambardella, CA; Moorman, TB; Novak, JM; Parkin, TB; Konopka, AE. 1994. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. *Soil Sci Soc Am J* 58(5):1501-1511.

- Grego, CR; Vieira, SR. 2005. Variabilidade espacial de propriedades físicas de solo em uma parcela experimental. *Revista Brasileira Ciência do Solo* 29:169-177.
- Lima Filho, AF; Da Costa, RS. 2015. Construção de um equipamento automático para determinação da infiltração da água no solo. XLIV CONBEA. São Pedro/SP/Brasil.
- López G, O; González E, E; De Llamas G, PA; Molinas, A; Franco S, ES; García S, S; Ríos A, E. 1995. Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay. Asunción, Paraguay, MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 246 p.
- Silva Neto, SP; Santos, AC; Leite, RL; Valdinéia, PD; Sôffa da Cruz, R; Pedrico, A; Nolasco das Neves Neto, D. 2011. Análise espacial de parâmetros da fertilidade do solo em região de ecótono sob diferentes usos e manejos. *Semina Ciências Agrárias Londrina* 32(2):541-552.
- USDA. 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Argentina.
- Warrick, AW; Nielsen, DR. 1980. Spatial variability of soil physical properties in the field. *Spatial variability of soil physical properties in the field*. New York, Academic Press.

Efecto de la variabilidad espacial de la compactación del suelo en la producción de materia seca del cultivo de avena negra (*Avena strigosa*)

Rafael Scherer Bispo¹, Juan José Bonnin^{1*}, Rubén Franco Ibars¹, Manuel Chamorro¹, Omar Paredes Martínez¹, Alba Peña Caballero¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: jose.bonnin@hotmail.com

Introducción

La estructura del suelo afecta el crecimiento de las plantas de varias formas, como el desarrollo y distribución del sistema radicular como uno de los efectos más claros y determinante sobre la habilidad de las raíces de extraer nutrientes y agua del suelo en cantidades adecuadas, donde podemos destacar cuando comparado el suelo como uno de los principales problemas que afecta a la estructura del suelo y por consiguiente la productividad del cultivo.

Müller et al. (2001) estudiaron el crecimiento radicular de cinco especies de abono verde de invierno para cobertura (arveja, lupino, nabo forrajero, avena negra y blanca) en función de la compactación del suelo, donde concluyó que solo el nabo y la avena negra no fueron afectadas por la resistencia mecánica a la penetración del suelo, sobre todo en la avena negra que no presentó disminución en la producción aérea de la plata.

El cultivo de avena negra es una alternativa muy utilizada en el Paraguay como abono verde de invierno, en rotación de cultivos como el caso de la soja y el maíz, donde es muy interesante para la producción de biomasa. De acuerdo con Amado et al. (2000) las principales ventajas del cultivo de avena como cobertura de suelo es el reciclaje de nutrientes, la movilización de cationes en el perfil, aumento del contenido de carbono orgánico, la reducción de la erosión, disminución del escurrimiento superficial y aumento de la infiltración del agua en el suelo. Floss et al. (2010) resaltan los beneficios positivos de este cultivo en las propiedades físicas, químicas y biológicas del

suelo, que da una sustentabilidad a los sistemas conservacionistas de suelos. Donde Carvalho et al. (2008) considera que el cultivo de avena se adapta perfectamente al sistema de siembra directa debido a su alto rendimiento de biomasa, facilidad de adquisición de semilla, implantación, rusticidad, rapidez de formación de cobertura y descomposición lenta. También como cultivo forrajero es bastante utilizado, debido a poseer menor restricciones en cuanto a la temperatura en el invierno, pudiendo ser utilizado como forraje verde para pastoreo y para la producción de heno o ensilado (Franco y Grau 2012).

El objetivo de este trabajo fue determinar la variabilidad espacial de la resistencia mecánica a la penetración del suelo (RMPS) con la producción de materia verde y seca del cultivo de avena negra.

Metodología

La investigación fue realizada en una superficie de 21,03 ha, perteneciente a la Agro-ganadera Querencia, localizada en el Distrito de Villeta, Departamento Central (Paraguay), cuyas coordenadas geodésicas son 25°33'23" S, 57°26'51" longitud O, con una altitud de 102 msnm (Datum WGS 84). El suelo del área experimental está clasificado como Ultisol, subordem: Udult, grande grupo: Paleudult, subgrupo: Rhodic Paleudult de acuerdo con López et al. (1995). El área experimental era utilizada bajo un manejo conservacionista (Sistema de Siembra directa) en los últimos cuatro años, con un cultivo de verano (Soja) de mayor renta y se alternaba con avena negra en el invierno, con el fin de mantener siempre con una

buena cobertura el área. Fue definida una malla regular de muestreo de 30 puntos, a través de un receptor tipo GPS Trimble Juno 3B y el software Farm Works™ Mobile.

Para la determinación de la RMPS a través del Índice de cono (IC), se utilizó un penetrómetro electrónico de la marca Eijkelkamp, en las profundidades de 0-100, 100-200, 200-300 y 300-400 mm. Durante el levantamiento de los datos de penetrometría también monitoreado el contenido de agua en el suelo. Luego se determinaron la producción de materia verde y seca de la avena (Método de la estufa).

Para el análisis de las variables, fue realizado, primeramente, un análisis exploratorio, con la finalidad de describir los parámetros estadísticos, que permitió identificar la tendencia, dispersión y distribución de los datos (Homogeneidad y normalidad), a través del software estadístico InfoStat Profesional. Para este análisis se asumió que las observaciones eran independientes espacialmente, o sea las variaciones de un lugar a otro son consideradas aleatorias, no se tiene en cuenta su posición geográfica. Posteriormente, se realizó un análisis de correlación entre las variables.

El análisis espacial fue realizado sobre la óptica de la geoestadística, donde se tuvo en consideración los vecinos más próximos, con sus respectivas coordenadas geográficas de cada una

de las muestras colectadas, para la generación de los semivariogramas y los modelos teóricos que mejor caracterizaba el fenómeno para el área experimental. Para la determinación de la estructura de la dependencia espacial de los datos se utilizó el software CR-Campeiro7.

Resultados y discusión

En la Tabla 1, se puede observar el análisis exploratorio (Estadística descriptiva) de las variables estudiadas, en el que se puede observar que todos los datos presentaban una distribución normal (Shapiro-Wilks). La asimetría dio positivo para mayoría de las variables, no así para los valores de IC 100-200 mm, que presentaron una asimetría negativa.

En cuanto al curtosis, la distribución de frecuencia predominante fue platicúrtica, curtosis mayor que cero (Negativo), con una menor concentración de datos en torno al promedio, solo los valores de materia seca presentaron una distribución leptocúrtica, curtosis mayor que cero (Positiva), lo que denota una tendencia de mayor homogeneidad de los datos, con mayor concentración en torno al promedio.

Con relación a la RMS, se pudo observar un aumento en los valores promedio de IC en función del aumento de la profundidad, registrándose una resistencia máxima de 3,15 MPa, en la profundidad de 300-400 mm y la

Tabla 1. Parámetros del análisis de la estadística descriptiva de la resistencia mecánica del suelo a través del Índice de Cono (IC) y del rendimiento de materia seca del cultivo de avena negra.

Variables	Profundidad de IC (mm)				Materia Verde kg ha ⁻¹	Materia Seca kg ha ⁻¹
	0-100	100-200	200-300	300-400		
Promedio (MPa)	1,48	2,22	2,34	3,15	3.450,00	978,33
Máximo (MPa)	2,54	2,88	3,16	5,13	7.571,00	2.350,00
Mínimo (MPa)	0,51	1,34	1,68	1,70	450,00	180,00
Desvió Estándar	0,53	0,36	0,42	0,87	1.625,70	476,97
CV (%)	35,73	18,07	16,44	27,67	47,12	48,75
Asimetría	0,02	-0,34	0,35	0,38	0,42	0,74
Curtosis	-0,63	-0,27	-1,01	-0,31	-0,17	0,49

CV: Coeficiente de variación.

menor resistencia registrada fue de 1,48 MPa, en la primera profundidad. La producción promedio de materia verde y seca fue de 3.450 y 978,33 kg ha⁻¹ respectivamente. El contenido de agua en el suelo promedio del área fue de 14,5%. En cuanto a los coeficientes de variación (CV) obtenidos para los valores de IC en función de las profundidades analizadas, donde presentaron un comportamiento diferente en cuanto a este parámetro estadístico, disminuyendo en la

medida que aumenta la profundidad, a excepción de la profundidad de IC 300-400 mm, que aumentó el CV, lo que podría deberse al efecto del manejo del suelo anteriormente utilizado en la parcela. Para los CV de materia verde y seca se pudo observar valores muy similares. Con base a los límites propuestos por Warrick & Nielsen (1980), todos los valores de IC y materia seca/verde registrados presentaron una variabilidad media ($12\% < CV < 60\%$).

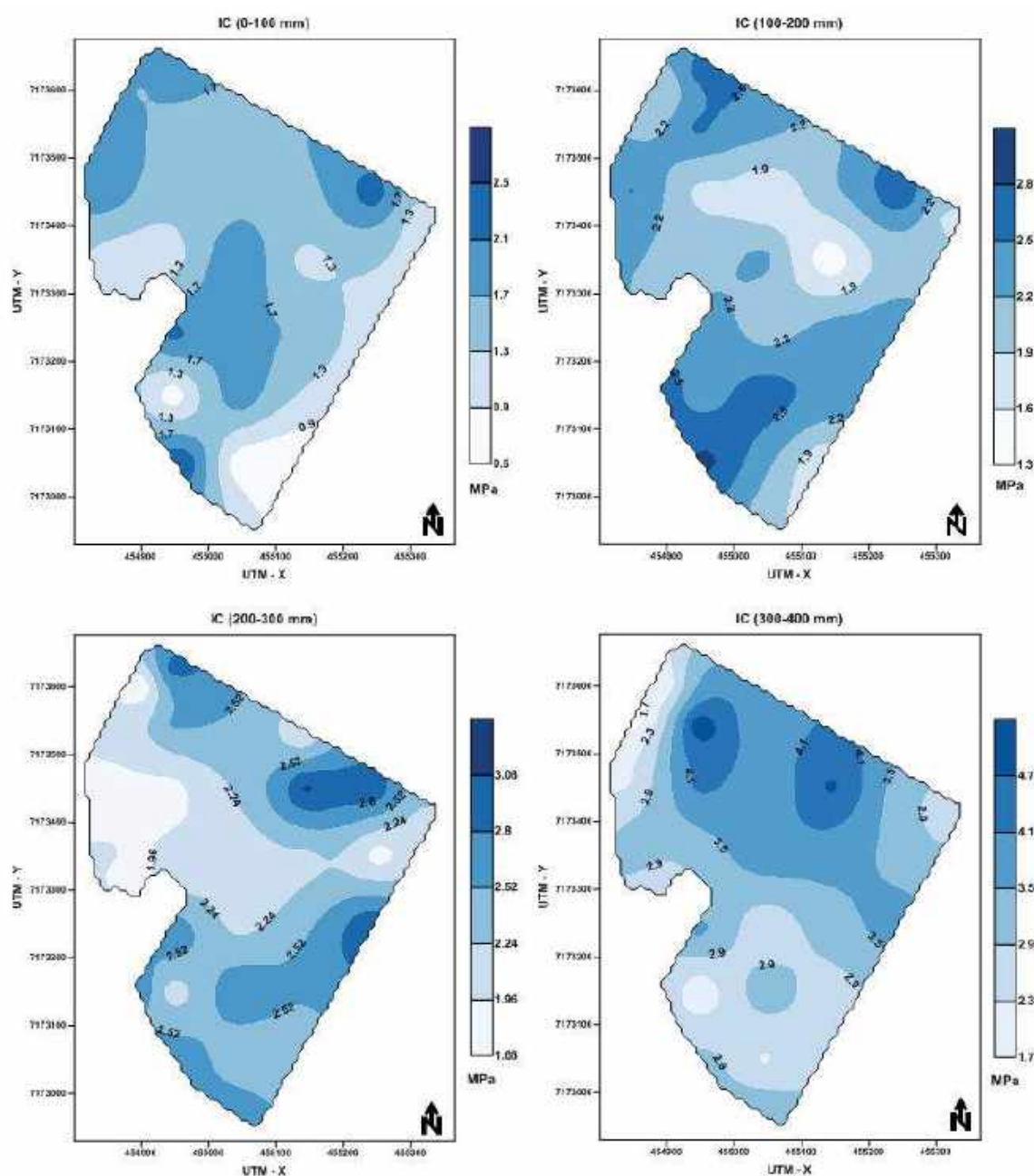


Figura 1. Mapas de la distribución espacial de la resistencia mecánica del suelo a través del Índice de cono (IC) por fajas de profundidad.

Para verificar la relación entre los parámetros estudiados, se realizó una matriz de correlación de Pearson entre los valores de IC y el rendimiento de materia verde/seca, sin embargo, no fue posible detectar una correlación entre las mismas, no así entre el rendimiento de materia verde y seca que si presentó una correlación alta y positiva (0,98).

Posteriormente, se realizó el análisis espacial de los datos a través de los semivariogramas, donde se puede determinar que todos los valores de IC presentaban una dependencia espacial baja, en cambio los rendimientos de materia verde y seca si presentaban una dependencia espacial alta, de acuerdo con la clasificación propuesta por Cambardella et al. (1994).

Los datos de penetrometria colectados en el área estudiada, presentaban una serie de informaciones importantes con relación a la RMS, que se pueden observar en los mapas de IC de la Figura 1, donde se puede verificar perfectamente un aumento

de la compactación del suelo en función de la profundidades analizadas.

Destacándose, que la última profundidad de 300-400 mm, fue la que registró los mayores valores de IC, del orden de 2,3 a 4,1 MPa, que corresponde al 71% del área total, que de acuerdo con, Merotto & Mundstock (1999) y Silva et al. (2002), suelos con IC por encima de 2 MPa indican una posibilidad de compactación, limitando el crecimiento radicular para la mayoría de los cultivos y requiere una descompactación.

En la Figura 2, se puede observar los mapas de materia verde y seca del cultivo de avena negra, donde se puede verificar visualmente la relación entre ambas. El área con mayor producción de materia verde produjo mayor materia seca, descartándose una producción de materia verde del orden 1.850 a 4.650 kg ha⁻¹, que produjo 580 a 1.380 kg ha⁻¹ de materia seca en 66% del área total.

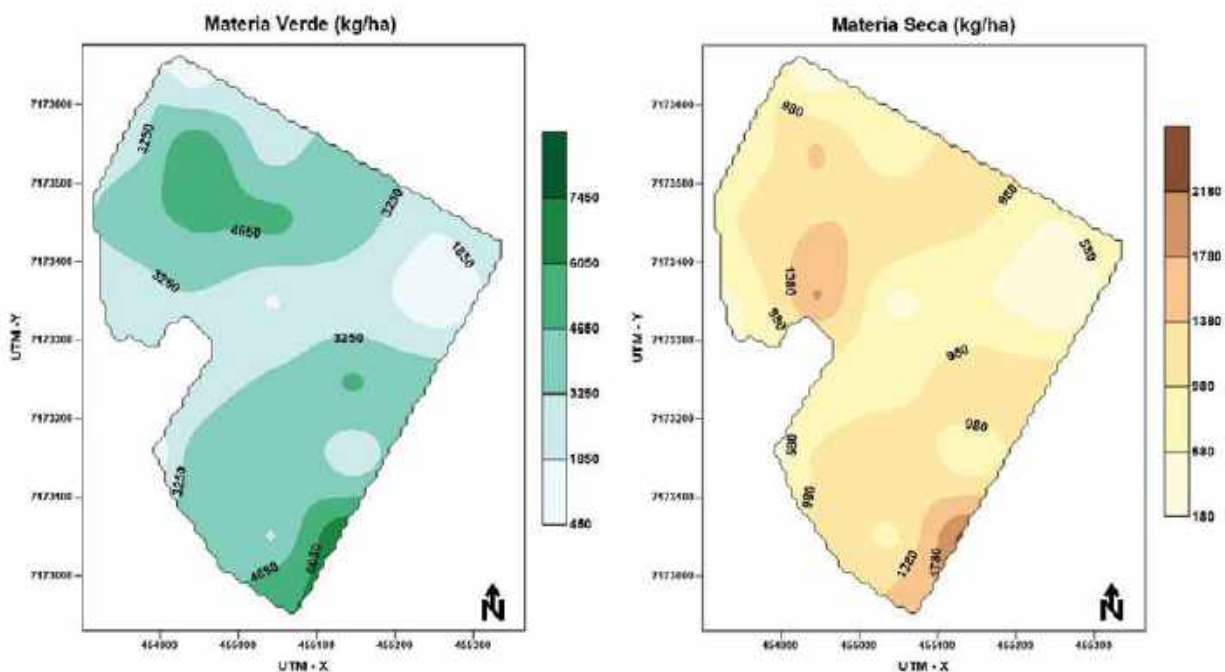


Figura 2. Mapa de materia verde y seca de avena negra

Conclusión

El análisis geoestadístico evidencia que los atributos estudiados presentaron dependencia espacial, a pesar que no fue detectado ningún efecto de la variabilidad de la RMS en la

producción de materia seca del cultivo de avena negra, mientras que el área si presento altos valores de IC, que requieren ser corregidos a través de una operación mecanizada de subsolado hasta la profundidad de 400 mm o realizar una descompactación biológica (Siembra de Nabo



forrajero) ya que el sistema de manejo adoptado en el área es conservacionista. La producción de materia verde presentó una correlación alta y positiva con la producción de materia seca.

Referencias bibliográficas

- Amado, TJC; Mielniczuk, J; Fernandes, SBV. 2000. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. R. Bras Ci Solo 24:179-189.
- Carvalho, DB; Bello, M; Moraes, A; Pelissari, A; Bona Filho, A. 2008. Desenvolvimento de pastagens em integração lavoura-pecuária na região de Guarapuava - PR. Revista Acadêmica Agrárias e Ambientais Curitiba 6(1):11-19.
- Cambardella, CA; Moorman, TB; Novak, JM; Parkin, TB; Konopka, AE. 1994. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. Soil Sci Soc Am J 58(5):1501-1511.
- Floss, EL; Véras, AL; Forcelini, CA; Goellner, C; Gutkoski, LC; Grando, MF; Boller, W. 2010. Programa de pesquisa de aveia da UPF "30 anos de atividades - 1977-2007" (em línea, sitio web). Consultado 13 dez. 2010. Disponível em www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=785
- Franco, RA; Grau, PR. 2012. X Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA. Londrina - PR, Brasil.
- Merotto, JRA; Mundstock, CM. 1999. Wheat root growth as affected by soil strength. Revista Brasileira de Ciência do Solo 23:197-202.
- Müller, M; Ceccon, G; Rosolem, C. 2001. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento de plantas de adubação verde de inverno. R Bras Ci Solo 25:531-538.
- López G, O; González E, E; De Llamas G, PA; Molinas, A; Franco S, ES; García S, S; Ríos A, E. 1995. Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay. Asunción, Paraguay, MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 246 p.
- Silva, RBS. 2002. Compressibilidade e resistência ao cisalhamento de um latos solo sob diferentes intensidades de uso. Lavras. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas), UEP.
- Warrick, AW; Nielsen, DR. 1980. Spatial variability of soil physical properties in the field. Spatial variability of soil physical properties in the field. New York, Academic Press.

Fuentes de nitrógeno, época de aplicación e inoculación con bacterias promotoras de crecimiento sobre el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en un suelo arenoso

Alejandro Inocencio Acosta Aguayo^{1*} y Jimmy Walter Rasche Alvarez²

¹Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional del Este, Sede Itakyry, Paraguay.

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: aleacosta_06@hotmail.com

Introducción

El cultivo de maíz es muy exigente en nutrientes, principalmente en nitrógeno (N), siendo su fertilización uno de los principales retos en la producción debido a su alta capacidad de pérdida (Costa et al. 2013); la principal fuente de N como fertilizante es la urea, pero si es aplicada en superficie puede presentar elevadas pérdidas, principalmente por volatilización ocasionando bajo desempeño productivo (González Villalba et al. 2014), principalmente en suelos arenosos y en años de alta precipitación pluviométrica (Fancelli 2010). Cantarella y Marcelino (2008) explican que se puede paliar esos problemas mediante el uso de fuentes alternativas de fertilizantes nitrogenados y otras prácticas sobre el manejo alternativo de estos fertilizantes, como también sobre la incorporación de microorganismos que puedan complementar su eficiencia por las plantas.

La época de aplicación de N también es importante en el manejo del mismo, Arévalos y Mendoza (2009) constataron que el manejo más eficiente del N es logrado con la aplicación del 30% en la siembra y el 70% en cobertura y Pagani et al. (2008), observaron que el estadio V6 es el momento apropiado para la fertilización nitrogenada en cobertura. La utilización de microorganismos caracterizados como biofertilizantes representa una importante alternativa tecnológica para la agricultura, pues influencia tanto en el desarrollo vegetativo de la planta como en el rendimiento del cultivo (Zankar et al. 2013).

El trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de dos fuentes de nitrógeno, en dos épocas de

aplicación e inoculación con PGPR sobre la altura de la planta del maíz y el rendimiento de los granos del maíz.

Metodología

El experimento fue conducido en la localidad de Caremaguazú, distrito de Itakyry, ubicado a 27 km de la súper carretera Itaipu, a 100 km de Ciudad del Este, Alto Paraná, Paraguay. El suelo predominante en el lugar donde se ubica la parcela corresponde a un Oxisol de textura franco arenosa (López et al., 1995), con las siguientes características químicas: pH=5,7, MO=19,50 g kg⁻¹, P=52,6 mg dm⁻³, K⁺=0,22 cmol_c dm⁻³, Ca⁺²=3,83 cmol_c dm⁻³, Mg⁺²=1,15 cmol_c dm⁻³, H+Al=4,61 cmol_c dm⁻³ y CIC de 9,81 cmol_c dm⁻³.

Fue utilizado el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial con diferenciación 2 x 2 x 2 incluyendo un tratamiento adicional sin la aplicación de nitrógeno y un testigo absoluto, dando 10 tratamientos con 5 repeticiones, totalizando 50 unidades experimentales. El F1 correspondió a la inoculación con bacterias promotoras de crecimiento del inoculante. 20 kg de semilla⁻¹ b) 0 mL del inoculante. El F2 correspondió a fuentes de nitrógeno, 120 kg N ha⁻¹ en la forma de a) Urea b) Sulfammo. El F3 a dos épocas de aplicación de los fertilizantes nitrogenados a) 100% de la dosis en la siembra 120 kg de N ha⁻¹, b) 30% en la siembra (36 kg de N ha⁻¹) y 70% en el estadio V6 del maíz (84 kg de N ha⁻¹).

Cada unidad experimental media 20 m² (5 m de ancho y 4 m de largo), la superficie total del ensayo fue de 1.617 m², con 33 m de ancho y

49 m de largo. Para el área útil fueron utilizadas 5 hileras centrales (2,5 metros de ancho) de cada unidad experimental por 2 metros de largo, totalizando un área de 5 m². El material genético utilizado fue el híbrido MAZPAR MP 970 a una densidad aproximada de 55.000 plantas ha⁻¹. Fueron aplicados fertilizantes de base (60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ en forma de SFT y 80 kg ha⁻¹ de K₂O en forma de KCl). La siembra fue realizada el 15 de febrero de 2016, en forma manual en siembra directa posterior a la cosecha de soja. El inoculante utilizado estuvo constituido aproximadamente por 3 x 10⁸ colonias de *Bradyrhizobium japonicum*, 5 x 10⁸ colonias de *Azospirillum brasilense* y 1 x 10⁹ colonias de *Pseudomonas fluorescens* por cada mililitro. Fueron realizados monitoreos constantes en todo el ciclo del cultivo; con la utilización de productos químicos recomendados utilizados para el control de plagas y enfermedades según la necesidad e incidencia de cada.

Fueron realizadas las mediciones promediando la altura de diez plantas al azar desde la base del tallo hasta el ápice de la inflorescencia con un flexómetro; el rendimiento se obtuvo mediante la cosecha manual de todas las plantas encontradas en la parcela útil (5m²) luego de alcanzar la madurez fisiológica, posterior al desgrane y a una corrección de la humedad al 13% fueron pesados en una balanza de precisión y expresados en kg ha⁻¹.

Los resultados se sometieron a análisis de varianza utilizando el programa ASSISTAT 2014, y cuando se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos se comparó por el test de Tukey al 1 y 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Los factores evaluados en forma individual, altura de la planta y rendimiento de granos del cultivo de maíz no presentaron diferencias significativas (Tabla 1).

Tabla 1. Nivel de significancia obtenido por el análisis de varianza para las características agronómicas del maíz sometido a las fuentes de nitrógeno, épocas de aplicación e inoculación. Itakyry 2016.

Fuente de variación	Altura de planta (cm)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
Inoculación (I)		
150 mL	227,3 ^{ns}	5.806 ^{ns}
0 mL	220,2	5.754
Fuentes de nitrógeno(FN)		
Urea	225,05 ^{ns}	5.734 ^{ns}
Sulfammo	222,40	5.827
Época de aplicación (EA)		
Siembra	220,25 ^{ns}	5.762 ^{ns}
Siembra + V6	227,20	5.798
Interacciones		
I x FN	ns	ns
I x EA	ns	ns
FN x EA	ns	*
I x FN x EA	ns	ns
Factorial x (Adicional + testigo)	223,7*	5.780**
	210	5.345
Adicional x testigo	220,4*	5.501*
	199,6	5.190
CV (%)	7,11	4,05

*significativo al nivel de 5% de probabilidad de error; **significativo al nivel de 1% de probabilidad de error; ns: no significativo; CV: coeficiente de variación.

Sin embargo, fueron constatadas diferencias entre factorial x (adicional + testigo) y en el adicional x testigo. Esto significa que la utilización de nitrógeno difirió de aquellos tratamientos en los que no fue aplicado dicho nutriente, independientemente de la fuente o de la época de aplicación; por su parte la utilización de inoculante PGPR en la semilla de maíz difirió del testigo (cero de N sin inoculación) (Tabla 1).

En la altura de las plantas del maíz, fueron verificados promedios de 223,7 cm en el factorial a 210 cm en el adicional + testigo con un aumento de 6% en la altura con la adicción del nitrógeno; en cuanto a la inoculación, el tratamiento adicional (cero N con inoculación) presentó mayor altura (220,4 cm) en comparación al testigo con 199,6 cm, registrándose un aumento de 10%. Este resultado disiente de lo encontrado por Cazado et al. (2012), quienes evaluaron el desempeño del maíz a través de distintas dosis de Sulfammo, no encontrando diferencias significativas sobre la altura en dicho cultivo.

La utilización del nitrógeno en el maíz demostró haber ocasionado aumento en el rendimiento en comparación a los tratamientos sin nitrógeno, tanto en el tratamiento inoculado (adicional) como en el testigo. Se encontraron diferencias altamente significativas entre el factorial y el adicional + testigo, aumentando de 5.345 kg ha⁻¹ a 5.780 kg ha⁻¹, con un aumento de 8% (435 kg ha⁻¹). Dicho resultado concuerda con lo encontrado por Martínez y Valdez (2015), quienes sin embargo encontraron diferencias mayores, obteniendo con la aplicación de 120 kg ha⁻¹ de N en el maíz aumentos en el rendimiento en un 29 % en relación al testigo sin aplicación de N y también con lo encontrado por Barraco

y Díaz-Zorita (2005), quienes en experimentos sobre suelos arenosos, obtuvieron los mayores rendimientos en el maíz con las aplicaciones de N, sin diferencias entre el momento de aplicación de N, siendo estas comparadas en la siembra y en el estadio V6 del cultivo. Tal vez debido al déficit de lluvia ocurrido durante el llenado de los granos no hubo respuesta entre las fuentes y las épocas de aplicaciones de N. Wendling (2005) afirma que respuestas a la aplicación de dicho nutriente son obtenidas en condiciones de buena distribución hídrica.

La inoculación proporcionó aumento del 6% en la producción de granos variando de 5.190 kg ha⁻¹ a 5.501 kg ha⁻¹ entre el testigo y el tratamiento adicional. Éste resultado concuerda con lo encontrado por Faggioli (2003), quien evaluando el comportamiento de cepas de *Azospirillum brasilense* + *Pseudomonas fluorescens* sobre la producción y los componentes del maíz encontró un incremento en la producción de granos de 12, 5% en relación al testigo.

Existe interacción entre las fuentes de nitrógeno y la época de aplicación de nitrógeno en la producción de granos, donde se verifico que cuando aplicado el 100% del fertilizante Sulfammo en la siembra, hubo mayor rendimiento (5.886 kg ha⁻¹) que cuando utilizada la urea (5.638 kg ha⁻¹), sin embargo cuando se aplicó en dos épocas (30% en siembra y 70% cobertura) no hubo diferencia entre las fuentes utilizadas (Tabla 2). Posiblemente cuando se realiza una sola aplicación en forma de urea en la siembra existe mayor pérdida de N, por lo que el N se vuelve un factor limitante que impide alcanzar los máximos rendimientos.

Tabla 2. Interacción entre las fuentes de nitrógeno y la época de aplicación de nitrógeno sobre la producción del maíz (kg ha⁻¹). Itakyry 2016.

Fuentes de nitrógeno	Épocas de aplicación	
	100% en la siembra	30% en siembra y 70% cobertura
Urea	5.638 bA *	5.829 aA
Sulfammo	5.886 aA	5.768 aA

*significativo al nivel de 1% de probabilidad de error; Letras mayúsculas corresponde a las líneas; Letras minúsculas corresponden a las columnas.

Conclusión

La aplicación de nitrógeno y de inoculante, promueve mayor altura de la planta de maíz y un aumento en el rendimiento, independientemente de la fuente y la época de aplicación, cuando se compara con el testigo sin aplicación de N.

Cuando aplicado el N solamente en la siembra es conveniente aplicar en la forma de Sulfammo que en la forma de Urea y en caso que la dosis sea parcelada el rendimiento no es afectado por la fuente de N.

Referencias bibliográficas

- Arévalos, T; Mendoza, F. 2009. Manejo de nitrógeno bajo fertilización con NPK aplicado en siembra y cobertura en cultivo de maíz (*Zea mays* L.). San Pedro. 1er Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos. Resúmenes Expandidos. p. 120.
- Barraco, M; Díaz-Zorita, M. 2005. Momento de fertilización nitrogenada de cultivos de maíz en hapludoles típicos. *Ci Suelo (Argentina)* 23(2):197-203.
- Cantarella, H; Marcelino, R. 2008. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. *Informações Agronômicas* 122:12-13. Simpósio discute sobre como utilizar insumos e recursos para otimizar a produtividade do milho.
- Cazado, J; Alenbrandt, R; Benetoli, T; Santos, J; Marcato, M. 2012. Utilização de diferentes doses de nitrogênio proveniente de fertilizante de liberação lenta em cobertura na cultura do milho. XXIX Congresso Nacional do milho e sorgo. Águas de Lindoia. Brasil, p. 1173-1176.
- Costa, C; Vitti, G; Abreu, L; Cerqueira, P; Latanze, F. 2013. Ammonia volatilization from coated urea forms: comissão 3.2 – corretivos e fertilizantes. *R Bras Ci Solo* 37:1057-1063.
- Faggioli, V; Cazorla, C; Vigna, A; Berti, M. 2003. Fertilizantes biológicos en maíz: ensayo de inoculación con cepas de *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens*. Chile, Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez INTA.
- Fancelli, A. 2010. Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho. *Informações Agronômicas* 131:5-11.
- González Villalba, H; Otto, R; Leite, J; Trivelin, P. 2014. Fertilizantes nitrogenados: novas tecnologias. *Informações Agronômicas* 148:13-18.
- López, O; González, E; de Llamas, P; Molinas, A; Franco E; García S; Ríos, E. 1995. República del Paraguay: mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental. Asunción-Paraguay. Esc. 1:500.000. Color.
- Martínez, D; Valdez, A. 2015. Fuentes de nitrógeno aplicados en cobertura en el cultivo de maíz. San Pedro. I Congreso Paraguayo de Ciencia del Suelo. IV Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación del Suelo. Resúmenes expandidos, p. 91.
- Pagani, A; Echeverría, H; Sainz, H; Barbieri, P. 2008. Dosis óptima económica de nitrógeno en maíz bajo siembra directa en el sudeste bonaerense. *Ci Suelo (Argentina)* 26(2):183-193.
- Wendling, A. 2005. Recomendação de nitrogênio e potássio para trigo, milho e soja sob sistema plantio direto no Paraguai. Tesis de Maestría. Santa María-Brasil. p. 12-42.
- Zankar, G; Abarza, S; Altamirano, F; Boccoardo, R; Puca Saavedra, C; Britos, J. 2013. Biofertilizantes como promotores del rendimiento en maíz. Jujuy, Argentina. Fac de Ciencias Agrarias, UNJU. 43 p.

Utilización de un polímero absorbente (hidrogel) en un suelo franco arenoso

Irma Alexandra Britos, Ángela Mancuello Sandoval^{1*}, Rubén Franco Ibars¹, Juan José Bonnin¹,
Ulises Riveros¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: amancuello@gmail.com

Introducción

La humedad del suelo depende en gran medida de la propiedades físicas del suelo, como su textura, granulometría, estructura y su porosidad, cuanto mayor es el tamaño de las partículas más rápida es la infiltración y menor es el agua retenida por los suelos. De acuerdo con Foth (1987), la capacidad de un suelo para retener agua está relacionada tanto con el área superficial de sus partículas, como con el volumen de espacio poroso. El tamaño relativo de las partículas se expresa en el término textura, la cual define una manera más específica la proporción relativa de arena, limo, y arcilla. La tasa de evaporación del agua en el suelo puede ser agrupada en diferentes estadios.

El primer estadio puede durar de uno a tres días conforme a la magnitud de la tasa evaporativa, que en esta fase depende de las condiciones atmosféricas externas, en el segundo estadio, con la superficie del suelo seca, la evaporación es dependiente de los parámetros físicos del suelo y en la fase tres, el suelo está suficientemente seco para que haya crecimiento y desarrollo del cultivo (Freitas et al. 2004). Ortiz et al. (2006), señalan que los hidrogeles tienen la capacidad de absorber grandes cantidades de disolvente causando

cambios macroscópicos en las dimensiones del polímero; la propiedad más importante que presentan es su grado de hinchamiento, además de su capacidad de absorción y su permeabilidad para disolver diferentes solutos. Los hidrogeles se pueden utilizar para evitar el estrés hídrico (Nissen y Obando 1999).

El objetivo general de la investigación fue determinar el efecto de los polímeros absorbentes sobre el contenido de humedad de un suelo de textura Franco arenosa.

Metodología

El trabajo fue desarrollado en el Área de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. La fase experimental del trabajo se dividió en 2 etapas, la primera del 30 de mayo al 12 de julio (Otoño-Invierno) y la segunda del 26 de setiembre al 29 de octubre (Primavera) del 2016, durante el periodo de Junio a Octubre del año 2016, el diseño experimental fue completamente al azar con 4 tratamientos y 6 repeticiones.

En la Tabla 1 se puede observar los tratamientos con las dosis respectivas de hidrogel que fueron aplicadas.

Tabla 1. Detalle de los tratamientos

Tratamientos	Dosis de Hidrogel (%)	g kg ⁻¹ de suelo
T (Testigo)	0%	0,00
T1	75% de la dosis recomendada	2,75
T2	100% de la dosis recomendada	3,00
T3	125% de la dosis recomendada	3,15

El suelo utilizado fue recolectado del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias el análisis granulométrico arrojó la siguiente proporción de partículas, contenido de arena de 82%, contenido de limo igual a 10% y 8% de arcilla, lo que clasifica al suelo como Franco arenoso. Luego se procedió al cargado de las macetas considerando 7 kg de suelo seco al aire para cada unidad experimental, posteriormente se aplicó el hidrogel y se adicionaron 2 L de agua por cada unidad experimental, este procedimiento se realizó solo una vez en cada periodo de evaluación.

Las lecturas de humedad se realizaron diariamente durante 29 días durante la temporada de invierno y 18 días durante la temporada de primavera por medio del equipo electrónico HidroFarm HFM2010 FALKER la unidad de medida que nos da el equipo es la humedad volumétrica del suelo expresado en porcentaje (%), es decir el volumen de agua contenida en determinado volumen de suelo. Para evitar el efecto de precipitaciones sobre el contenido de agua las macetas fueron cubiertas por un film plástico

transparente los días en que hubo pronóstico de lluvia, la evapotranspiración de referencia (ET_o) fue calculada por el método de Hargreaves (Allen et al. 2006).

Los valores promedio de humedad volumétrica fueron sometidos a un análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, utilizando el programa Infostat.

Resultados y discusión

Durante el primer periodo del experimento hubo una mayor duración del experimento porque hubo menor evapotranspiración y en consecuencia menor pérdida de agua difiriendo del segundo periodo que presentó mayor evapotranspiración y por ende menor duración.

En la Figura 1 se observa la Evapotranspiración de referencia (ET_o) diaria para el primer periodo de levantamiento de datos, la ET_o acumulada fue de 101,56 mm, la mínima fue de 0,59 mm día⁻¹, la máxima de 3,41 mm día⁻¹ y el promedio de 2,36 mm día⁻¹.

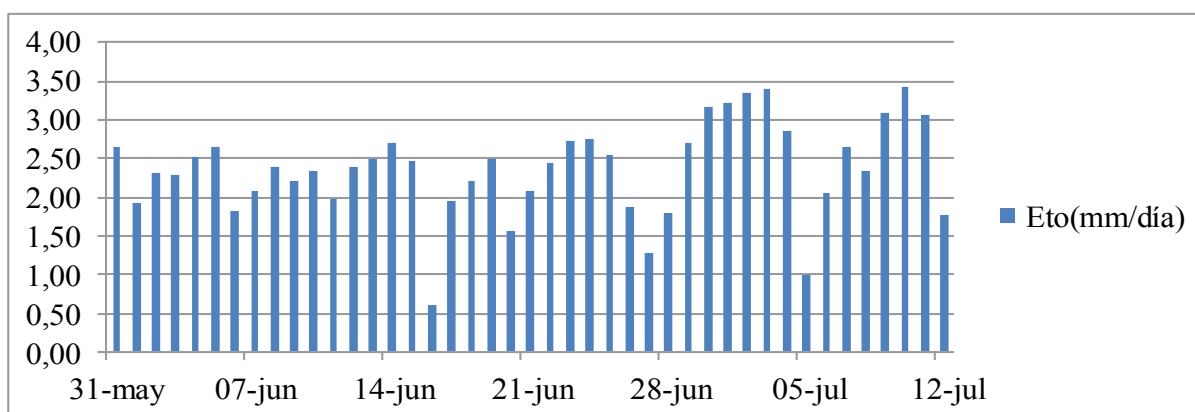


Figura 1. Evapotranspiración diaria (mm/día) calculada por el método de Hargreaves, 31/05/2016 a 12/07/2016

Los valores presentados en la tabla 2 muestran que existe una diferencia entre la humedad promedio del testigo que no recibió dosis de hidrogel y la humedad del suelo que recibió hidrogel (T1, T2 y T3), la prueba Tukey evidenció que no existe diferencia estadística entre estos promedios.

De acuerdo con Freitas et al. (2004) en la segunda fase de la evaporación, que se inicia después de un periodo de uno a tres días, son determinantes las propiedades físicas del suelo el uso del hidrogel modifica dichas propiedades por lo que un suelo (Franco arenoso) con baja capacidad de retención de agua alcanza promedios de entre 21 y 26% de humedad volumétrica.

Tabla 2. Humedad volumétrica en un suelo franco arenoso con tres niveles de hidrogel. Durante el primer periodo realizado del 31/05/2016 a 12/07/2016.

Tratamientos Dosis de Hidrogel (%)	Porcentaje de humedad (%)	
0 (Testigo)	10,71	A
100 (T2)	21,06	B
75 (T1)	22,60	B
125 (T3)	26,26	B

Para la segunda etapa de levantamiento de datos, la ETo acumulada fue de 160,60 mm, la mínima

fue de 2,10 mm día⁻¹, la máxima de 5,25 mm día⁻¹ y el promedio de 4,72 mm día⁻¹ (Figura 2).

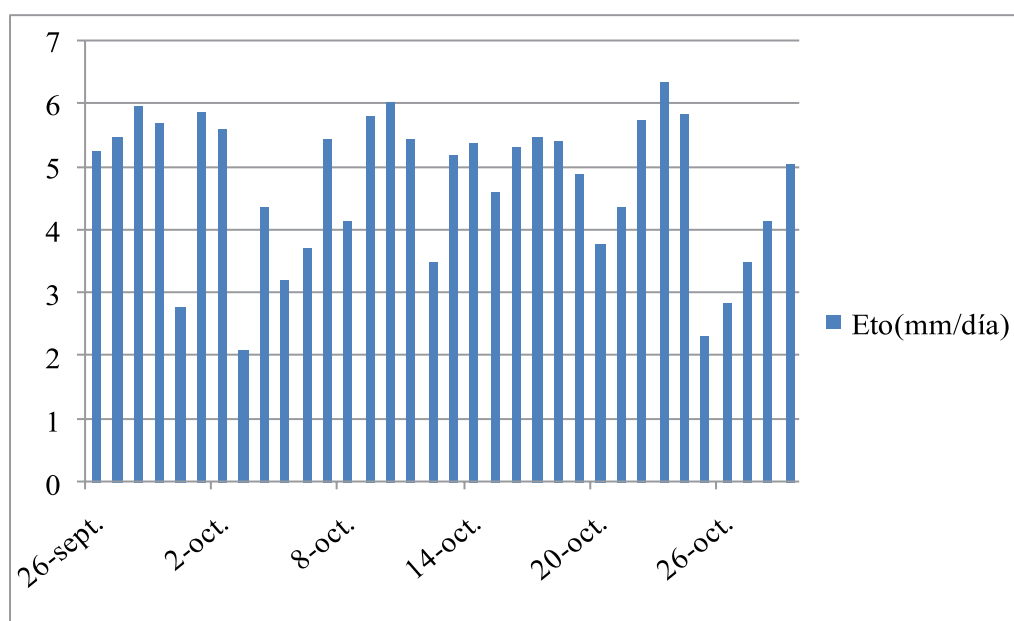


Figura 2. Evapotranspiración diaria (mm día⁻¹) calculada por el método de Hargreaves, 26/09/2016 a 29/10/2016.

En Tabla 3 se puede observar las medias de humedad volumétrica por efecto de los tratamientos. El mayor contenido de humedad se aprecia en el tratamiento tres (T3) con una media de 26,32 % superando 21,12% al tratamiento testigo (T) que presentó el menor porcentaje de humedad. El análisis de datos muestra que los tratamientos T1 y T2 son similares estadísticamente y diferentes a los otros dos tratamientos.

A diferencia de la temporada de invierno el segundo periodo del experimento fue realizado durante 18 días(11/10/2016-29/10/2016) esto puede estar explicado por el aumento de la evapotranspiración, también esto pudo haber afectado la reducción en el contenido promedio de humedad del suelo sin hidrogel, que fue solo de 5,2 % una reducción de aproximadamente 50% considerando el promedio del periodo anterior, el efecto es observado en menor medida en el promedio de humedad de suelo que recibieron el T1 y T2.

Tabla 3. Humedad volumétrica en un suelo franco arenoso con tres niveles de hidrogel. Durante el primer periodo comprendido del 11 de octubre al 29 de octubre.

Tratamientos (Dosis de Hidrogel %)	Porcentaje de humedad (%)	
0 (Testigo)	5,20	A
75 (T1)	13,83	B
100 (T2)	17,02	B
125 (T3)	26,32	C

Promedios seguidos de la misma letra, en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

Conclusión

Para el periodo Otoño-Invierno la aplicación de hidrogel en cualquiera de las dosis evaluadas aumentó el contenido de humedad del suelo, no observándose diferencia por el efecto de las diferentes dosis pero si presentaron diferencia con respecto al suelo sin hidrogel.

Durante el segundo periodo del experimento (primavera) también se observó un incremento de humedad en el suelo por efecto de los tratamientos con hidrogel en relación al testigo, pero la dosis mayor tuvo un efecto diferenciado con respecto a las otras dos.

Referencias bibliográficas

Allen, RG; Pereira, LS; Raes, D; Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO, Roma, Estudio FAO riego y Drenaje 56. 298 p.

Freitas, PSL; Mantovani, EC; Sedyama, GC; Costa, LC. 2004. Efeito da cobertura de resíduo da cultura do milho na evaporação de água do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 8 (1): 85-91.

Foth, H. 1987. Fundamentos de la ciencia del suelo. México, MX, Continental. 433 p.

Ortiz, E, Antonio, R, Cruz, J, Mendoza, A, Morales, A. 2006. Síntesis y caracterización de hidrogeles obtenidos a partir de acrilamida y metilcelulosa. Revista Latinoamericana de Polímeros 7 (4): 247 – 253.

Nissen, J, Obando, C. 1999. Efecto de un hidrogel humectado aplicado a las raíces de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) oerst. y *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) oerst. durante su trasplante. Agro Sur 27 (2): 48 – 58.

Efecto de la fertilización mineral sobre la productividad del maíz (*Zea mays* L.) con riego, en el distrito de Santa Rosa Misiones

Rubén Darío López¹, Juan Daniel Avalos Añazco^{1*}, María Olga Medina Giménez¹,
Waldir Vera Villalba¹, Julio Ramón Salas Mayeregger¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Filial Santa Rosa Misiones, Paraguay.

*Autor para correspondencia: j.daa82@hotmail.com

Introducción

En nuestro país, el maíz es el segundo grano más producido con 3.200.000 toneladas con una superficie de 800.000 ha, en el periodo 2013/2014. Misiones es uno de los departamentos de menor superficie cultivada de maíz, con un área de 9.482 hectáreas y un promedio general de 3.218 kg ha⁻¹. La Dirección General de Encuestas, Estadísticas y Censo - DGEEC y el Censo Agropecuario Nacional - CAN (2015), en el distrito de Santa Rosa se obtiene en una superficie de 987 hectáreas obteniendo una producción de 3.174 toneladas con promedio de 3.215 kg ha⁻¹ en zafra normal, en zafriña se obtiene 114 toneladas en una superficie cultivada de 89 ha con promedio de 1.280 kg ha⁻¹.

El maíz absorbe el 43% de sus requerimientos de N, durante los primeros 50 días. Es durante esta época las hojas se desarrollan y la planta está formando la espiga y las futuras mazorcas pero antes de la formación de grano y espiga definitivo. La tasa de absorción de N es máxima alrededor de los 40 días después de la emergencia siendo una tasa de absorción de 4 kg/ha/día. Posteriormente, durante la formación de la espiga son necesarios los restantes 57% del N para completa lo requerido por la planta. El fósforo es absorbido del suelo por las raíces y desde allí, distribuido a todas las células de la planta. Los órganos reproductores alcanzan una concentración mayor: una semilla debe contener el suficiente fósforo y demás compuestos vitales para abastecer la plántula hasta que se hayan formado raíces capaces de aprovisionarse del suelo. La planta de maíz absorbe cerca de 30% de sus requerimientos de K₂O durante los

primeros 50 días. La tasa de absorción de potasio es máxima a los 5 kg/ha/día durante el segundo periodo de crecimiento temprano, absorbiendo el 75% del total de Potasio antes de la época de formación de mazorca (Quintana 2012).

Los aumentos de los rendimientos por hectárea son el resultado de la aplicación de tecnologías, tal es así la importancia del uso de las mismas son indispensables hoy día para lograr buenos resultados como la productividad, más aun en suelos degradados como los que se tiene en Santa Rosa Misiones.

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo general evaluar el efecto de la fertilización en la productividad del maíz (*Zea mays* L.) en suelos pobres en el Distrito de Santa Rosa Misiones.

Metodología

La investigación se realizó en la parcela experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, Filial Santa Rosa, cuyas coordenadas son latitud sur 26°52'16" y longitud oeste 56°51'07", con una altitud de 142 msnm, en el Distrito de Santa Rosa del Departamento de Misiones.

Material biológico: semilla de maíz híbrido DEKALB 7910. Es un híbrido especialmente para zafriña que se cultiva desde enero hasta la segunda quincena de febrero, se adapta muy bien a espaciamiento reducido, posee excelente desarrollo de tallo y raíz, tolerante al tumbamiento. La característica de altura puede llegar a los 1,80 m con una inserción de espigas a los 0,90 m además posee una excelente calidad

de grano semiduros anaranjados. Tiene un potencial de productividad de grano promedio de 6.000 – 8.000 kg ha⁻¹, en superficies del territorio nacional (Monsanto 2015). El delineamiento experimental utilizado en el experimento fue el Diseño de Bloques Completo al Azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones.

Tratamientos

T₁: Testigo más riego

T₂: 700 kg ha⁻¹ de carbonato de calcio + riego

T₃: N-P₂O₅-K₂O (57,5-55-45) en kg ha⁻¹ + riego

T₄: N-P₂O₅-K₂O (115-110-90) en kg ha⁻¹ + riego

T₅: N-P₂O₅-K₂O (172,5 -165-135) en kg ha⁻¹ + riego

T₆: 700 kg ha⁻¹ de carbonato de calcio + N-P₂O₅-K₂O (115-110-90) en kg ha⁻¹ + riego

Para la aplicación de los fertilizantes y de la cal agrícola se tuvo en cuenta los resultados de análisis de suelo; la cal agrícola (calcáreo de ostra), el superfosfato triple y el cloruro de potasio se aplicaron el 100% a los 15 días pos-siembr. La urea se aplicó en dos momentos; 30% fue aplicada a los 15 días después de la siembra y el 70% restante 45 días después de la siembra. Las mismas fueron aplicadas en forma manual realizando pequeños hoyos con la ayuda de un palo, colocado a 5 cm de la semilla en los tratamientos correspondientes.

Las variables evaluadas fueron: número de espigas, transcurrido los 115 días se seleccionaron 10 plantas al azar de las hileras centrales de cada unidad experimental procediendo al conteo de número de espigas por planta. Altura de la planta, transcurrido 140 días se seleccionaron 10 plantas al azar de las hileras centrales de cada unidad experimental procediendo a medir la altura de las plantas con una cinta métrica desde la base del tallo hasta el punto de inserción de la panoja, el resultado fue expresado en metro.

Rendimiento, a los 155 días después de la siembra, una vez que haya alcanzado su madurez comercial, se seleccionaron 10 plantas, se cosecharon en forma manual las espigas que se encuentren dentro de las hileras centrales del área útil, luego se procedió al deschale, posteriormente al desgrane, luego fue secado al

sol hasta llegar a una humedad de 14% de los granos, y por último se realizó el pesaje en una balanza electrónica que fue expresado en kg ha⁻¹. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA), y al detectar diferencias significativas entre los tratamientos, las medias fueron comparadas por el test de Tuckey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

No se registraron diferencias estadísticas significativas en cuanto a la cantidad de espiga donde todos los tratamientos presentaron una sola espiga por planta. Este resultado coincide con lo expresado por Monsanto (2015), que menciona que el factor genético del maíz viene codificado en cuanto a la cantidad de espigas, siendo que el híbrido DEKALB 7910 de acuerdo a sus características tiene la particularidad de producir una espiga por planta y en forma eventual dos espigas. En la Figura 1 se puede observar la altura de la planta (metros) de los distintos tratamientos.

En cuanto a la altura de la planta se puede observar que el T₆ obtuvo la mayor altura (1,72m) el cual no presenta diferencias estadísticas significativas respecto al T₅ (1,66m) T₄ (1,67m), T₃ (1,61m), T₂ (1,5m), pero si con el T₁ (1,45m). Este resultado pudo haberse debido a que la altura de la planta es influenciada por el nivel adecuado de N-P-K aportados al suelo y de la disponibilidad de las mismas (Navarro 2003). INPOFOS (2011), el nitrógeno es elemento primario para el crecimiento vegetativo y aplicando de manera secuencial y en cantidad suficiente, las plantas lo aprovechan casi en su totalidad.

En la Figura 2 se puede observar el rendimiento (kg ha⁻¹) de los distintos tratamientos. El T₆ obtuvo el mayor rendimiento medio (7.484,75 kg ha⁻¹) el cual presenta diferencias estadísticas significativas respecto al T₅ (6.114,5 kg ha⁻¹), T₄ (5.365,25 kg ha⁻¹) T₃ (4.098,75 kg ha⁻¹), T₂ (4.216 kg ha⁻¹), y T₁ (3.754,25 kg ha⁻¹), mientras que el T₅ y T₄; T₃, T₂ y T₁ no difieren entre sí, significativamente. Esto se puede deber a que; el T₆ recibe una dosis media (encalado 700 kg ha⁻¹ +

Nivel medio de N-P₂O₅-K₂O (115 -110-90) en kg ha⁻¹ + riego con la adición de calcáreo de ostra, lo cual estos elementos funcionan de la mejor manera y hacen que las plantas lo aprovechen de manera muy eficiente. Este resultado concuerda con los rangos de productividad de acuerdo a lo mencionado por Monsanto (2015), que sostiene que las características del híbrido DEKALB 7910 posee la potencialidad de llegar a una productividad promedio de 6.000 – 8.000 kg ha⁻¹.

número final de granos logrados por unidad de superficie, el cual es función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del periodo de floración.

Otros factores que influyen directamente en el rendimiento del maíz es el contenido de materia orgánica en el suelo y la acidez del mismo y su interacción con los macroelementos incorporados al suelo (Silvia, citado por Alvarez et al. 2002).

Andrade et al. (1996), mencionan que el rendimiento de maíz está determinado por el

Según CFA (2014), un buen rendimiento de maíz requiere que el suelo este bien suplido de

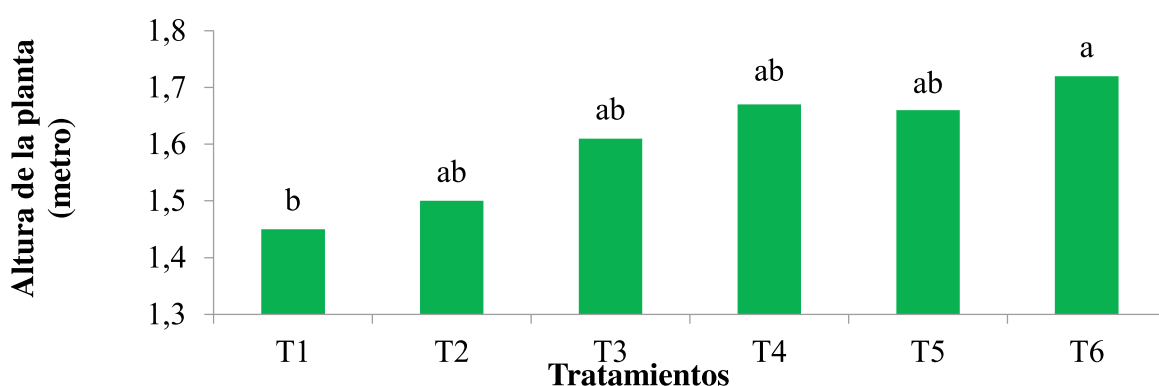


Figura 1. Altura de la planta de maíz (m) a niveles de fertilización (N-P-K) con riego. F.C.A. – U.N.A. Filial Santa Rosa – Misiones, Paraguay. 2016.

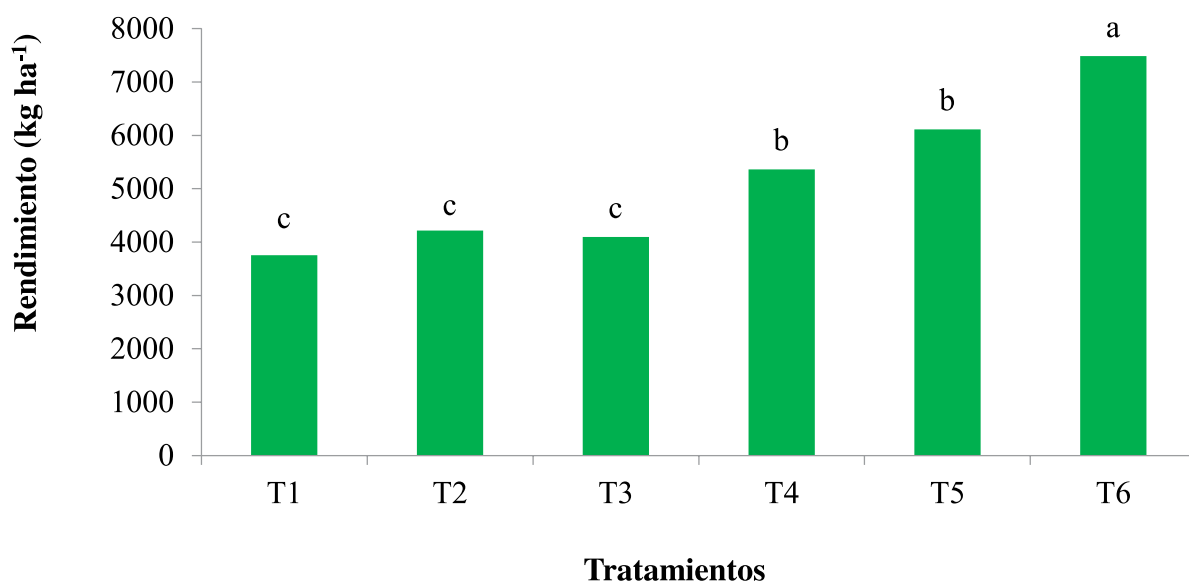


Figura 2. Rendimiento de granos de maíz (kg ha⁻¹) a niveles de fertilización (N-P-K) con riego. F.C.A. – U.N.A. Filial Santa Rosa – Misiones, Paraguay. 2016.

elementos nutritivos y con buenos correctivos de pH así como la cal agrícola para la mejor asimilación de dichos elementos. Para esto es necesario utilizar un buen programa de fertilización balanceada de N-P-K en tiempo y momento propicio. Según Eyherabide (2012), el rendimiento es altamente dependiente de la disponibilidad hídrica durante la floración principalmente a través de sus efectos sobre el número de granos.

El número de granos logrados en el cultivo está directamente asociado con el consumo de agua durante esa etapa registrándose un aumento de 18 a 20 kg ha⁻¹ de granos por cada 1mm adicional de agua.

Las condiciones de pluviometría registrada durante el periodo de ejecución del trabajo comprendido desde el mes de febrero hasta el mes de julio del 2016 fueron de 851 mm más 75 mm aplicados por sistema de riego (Estación de Meteorología de la Facultad de Ciencias Agrarias-Santa Rosa-Mnes), las cuales fueron muy propicias para el desarrollo y crecimiento de la planta y de esta manera fueron necesarias para obtener buenos resultados.

Conclusión

Con la adición de 700 kg ha⁻¹ de carbonato de calcio + 115 N - 110 P₂O₅ - 90 K₂O kg ha⁻¹ se obtuvo mayor peso medio de masa seca (8.701,75 kg ha⁻¹) y mayor rendimiento con una media de (7.484,75 kg ha⁻¹).

Referencias bibliográficas

Andrade, F; Cirilo, A; Uhart, S; Otegui, M. 1996. Maíz en sistemas de alta producción. En: Ecofisiología del cultivo de maíz. Cap 9: 255- 269.

Alvarez, R., Steinbach, H.S., Alvarez, C.R. y Grigera, S. 2003. *Matéria orgânica y fertilidad de los suelos en La Pampa Ondulada*. Publicado en *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*, N° 14.

CFA (California Fertilizer Association). 2014. *Manual para fertilizantes para horticultura*. 1 ed. Limusa. México. 297 p.

Eyherabide, G. H. 2012. *Bases para el manejo del cultivo de maíz*. Bs. As., Ar. Ediciones INTA. 297 p.

INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fosforo). 2011. *Manual Internacional de la Fertilidad de Suelos* (en línea). Consultado el 2 de sep 2015. Disponible en <https://ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/.../Publicaciones+de+INPOFOS.pdf>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). DGP (Dirección General de Planificación) UEA (Unidad de Estudios Agroeconómicos). 2015. *Zonificación agroecológica de rubros agropecuarios del Paraguay zafra 2013/2014*. Asunción – PY. 58 p.

Monsanto. 2015. *Guía Técnica DEKALB Zafriña 2015* (en línea). Consultado el 12 de ago 2015. Disponible en <http://www.monsanto.com/globalpyproductosdocumentsguia-tecnica-zafriña-2012.pdf>

Navarro, G. 2003. *Química Agrícola: El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. 2 ed. Madrid, ES, Mundi – Prensa. 487 p.

Quintana, O. 2012. *Evaluación de fertilización nitrogenada en diferentes momentos fenológicos del maíz híbrido Decalb 350 (Zea mays)*. Tesis presentada a la FCA, UNA, Filial Santa Rosa Misiones. Paraguay. 40 p.

Efecto de la fertilización mineral sobre la productividad del maní (*Arachis hypogaea*) en el distrito de Santa Rosa-Misiones

Ana Fernández Contreras¹, Juan Avalos^{1*}, María Olga Medina¹, Julio Salas¹, Waldir Vera¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: j.daa82@hotmail.com

Introducción

El Maní (*Arachis hypogaea* L.), es de origen sudamericano y pertenece a la familia Fabaceae que comprende varias especies económicamente importantes. Es un cultivo con alto contenido de aceite en sus semillas, característica por la cual ha sido considerado un cultivo oleaginoso. Benglino (2015), menciona que el maní ha sido ampliamente difundido con una producción mundial de maní con cáscara de 45.654 toneladas. El principal país productor es China (37%), seguido por India (20%), Nigeria (6,6%) y Estados Unidos (4,1%).

En el Paraguay es cultivado, principalmente, por los departamentos de Boquerón, Presidente Hayes, Caaguazú, San Pedro y Paraguari respectivamente, siendo el rendimiento promedio nacional de 1.000 kg ha⁻¹, con un total de 25.000 ha cultivadas. Sin embargo en el departamento de Misiones el rendimiento es de 682 kg ha⁻¹ con un total de 318 ha cultivadas (Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG, Dirección General de Planificación-DGP, Unidad de Estudios Agronómicos-UEA 2015). El maní presenta exigencias, tales como suelos con un buen contenido nutricional residual, principalmente en potasio, calcio y fósforo, ya que el nitrógeno lo obtiene mediante fijación biológica. Además, requiere de un control oportuno de malezas, plagas y enfermedades, todo ello con el objeto de obtener mayores rendimientos.

La cantidad de nutrientes requeridos para una producción de 2 t de granos es de 150 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 18 kg ha⁻¹ de fósforo y 70 kg ha⁻¹ de potasio (Bertsch, citado por Pérez 2007).

El objetivo general del trabajo de investigación fue evaluar el efecto de la fertilización química

sobre el rendimiento del maní en el distrito de Santa Rosa – Misiones. La hipótesis planteada fue de que la fertilización química del cultivo de maní arroja un rendimiento mayor al promedio nacional (1.000 kg ha⁻¹), en comparación al testigo.

Metodología

El experimento fue llevado a cabo en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias/UNA, Filial Santa Rosa Misiones, República del Paraguay; ubicada en las coordenadas geográficas: 26° 52' 18,57" latitud Sur y 56° 51' 07,53" longitud Oeste, con una altitud de 165 msnm. La investigación fue realizada entre los meses de diciembre del año 2015 a abril del año 2016.

El diseño experimental utilizado fue el de Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA), con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Cada bloque conto con 6 unidades experimentales, cada unidad experimental tuvo una dimensión de 5 m de ancho por 5 metros de largo, es decir 25 m². La superficie total que ocupó el experimento fue de 805 m².

Los tratamientos fueron: (T₁) testigo, (T₂) 175 kg ha⁻¹ de calcáreo de ostras, (T₃) 00 kg ha⁻¹ N - 35 kg ha⁻¹ P - 25 kg ha⁻¹ K, (T₄) 00 kg ha⁻¹ N- 70 kg ha⁻¹ P - 50 kg ha⁻¹ K, (T₅) 00 kg ha⁻¹ N - 140 kg ha⁻¹ P - 100 kg ha⁻¹ K, (T₆) 00 kg ha⁻¹ N- 70 kg ha⁻¹ P - 50 kg ha⁻¹ K + 175 kg ha⁻¹ de calcáreo de ostras. Se realizó el muestreo de suelo utilizando la metodología de Scott y Cool (1971).

La preparación del suelo se realizó conforme al sistema convencional, con el paso de un rastrón y se delimitaron las 24 unidades experimentales. La siembra se realizó de forma manual abriendo

hoyos a una profundidad de 4 cm utilizando un distanciamiento de 0,6 cm entre hileras y 0,3 cm entre plantas y se depositó 1 semilla por hoyo, obteniendo así una densidad poblacional de 55.550 plantas por hectárea. La aplicación del P_2O_5 en forma de superfosfato triple, K_2O en forma de cloruro de potasio y el Ca en forma calcáreo de ostras se realizó el 100% a los 15 días DDS y fueron colocados de forma manual, en forma de bandas superficiales, a 5 cm al costado de las plántulas, en los tratamientos correspondientes. Para el control de malezas se efectuó 4 carpidas.

La primera a los 8 días después de la siembra, la segunda a los 22, la tercera a los 29 y la cuarta a los 40 días DDS. Posteriormente se aplicó herbicida cuyo ingrediente activo fue ácido aloxyfop para el control de gramíneas a los 80 DDS. Se efectuó la pulverización del cultivo a los 48 días después de la siembra y se utilizó mancozeb de forma preventiva. Posteriormente se realizó una segunda pulverización transcurridos 15 días. El aporcado se efectuó a los 60 DDS. La cosecha se realizó de forma manual cuando las vainas presentaron manchas marrones en la pared interna de las mismas, lo cual fue indicador de la madurez fisiológica para lo cual se tuvo en cuenta 10 plantas de las 4 hileras centrales de cada unidad experimental. Posteriormente se evaluaron las siguientes variables: Cantidad de vainas: se cuantificó el número de vainas de las 10 plantas utilizadas como muestra y se obtuvo el promedio por cada tratamiento. Longitud de vainas: por medio de un calibrador vernier se midió las longitudes de 10 vainas que se tomaron al azar

de cada tratamiento y repetición, y se obtuvo el promedio por cada tratamiento y los resultados se expresaron en centímetros. Cantidad de semillas: las vainas utilizadas en la determinación de longitud de vainas fueron descascaradas y se contabilizó la cantidad de semillas presentes en cada una. Se obtuvo el promedio y los resultados se expresaron en unidades. Masa seca: de cada tratamiento y de cada repetición se sometieron 2 plantas a estufa a una temperatura de 105°C por 24 hs. Posteriormente, por medio de una balanza de precisión se obtuvieron los promedios de masa seca y los resultados se expresaron en $kg\ ha^{-1}$. Peso de 100 semillas: después de la cosecha, descascarado y secado se pesaron 100 semillas de cada tratamiento y repetición. Se pesaron en una balanza de precisión y los resultados fueron expresados en gramos. Rendimiento: Posterior al descascarado, se pesaron las semillas de cada tratamiento y de cada repetición en una balanza de precisión, expresando el resultado en $kg\ ha^{-1}$. Los resultados obtenidos fueron procesados a través del análisis de varianza y las medias fueron comparadas entre sí mediante el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se observan los resultados de cantidad de vainas por planta expresados en unidades, longitud de vainas en centímetros y número de semillas por vaina en unidades, correspondientes a los tratamientos aplicados al cultivo de maní (*Arachis hypogaea*) en el distrito de Santa Rosa Misiones.

Tabla 1. Cantidad de vainas por planta, longitud de vainas y cantidad de semillas por vaina de los diferentes tratamientos. FCA-UNA, Filial Santa Rosa-Misiones, Paraguay. 2016.

Tratamientos	Cantidad de vainas/planta*	Longitud de vainas(cm)*	Cantidad de semillas/vaina*
T1	43	3,18	3,00
T2	38	3,16	2,75
T3	36	3,10	3,00
T4	37	3,15	2,50
T5	43	3,00	2,75
T6	40	3,42	3,00

*Diferencias no significativas. TT: Test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

El análisis de varianza de los datos reportó que no existió diferencia significativa entre las medias de cada una de las variables mencionadas en la tabla 2 por cada tratamiento. Se observó que el T₁ y T₅ presentaron mayor valor numérico de cantidad de vainas por planta con 43 vainas, seguido de los tratamientos T₆, T₂, T₄ y T₃ con 40, 38, 37 y 36 vainas, respectivamente. El mayor valor numérico de longitud de vainas con 3,42 cm correspondió al T₆, seguido de los tratamientos T₁ con 3,18 cm, T₂ con 3,16 cm, T₄ con 3,15 cm, T₃ con 3,10 cm y T₅ con 3 cm, respectivamente. Así también, el mayor valor numérico de cantidad de semillas por vaina con 3 unidades correspondió tanto al T₁, al T₃ como al T₆, seguido de los tratamientos T₂ y T₅ con 2,75 unidades.

El menor valor numérico correspondió al T₄ con 2,5 unidades. Estos resultados coinciden con lo expresado por Bogado (2011), lo cual menciona que los cultivares tipo valencia se caracterizan por presentar entre uno a cuatro semillas por vaina y la longitud de vaina de 3,3 cm. Así también, Pedelini (2008) menciona que los suelos sueltos favorecen a la penetración de los clavos y por ende, un buen crecimiento de las vainas. Por lo tanto, los ginóforos encontraron una menor resistencia mecánica debido a la textura arenosa y al buen contenido de materia orgánica de la parcela, lo que permitió el adecuado desarrollo de las vainas.

En la Tabla 2 se observan los resultados de masa seca en kg ha⁻¹, peso de 100 granos en g y rendimiento en kg ha⁻¹, correspondientes a los tratamientos aplicados al cultivo de maní (*Arachis hypogaea*) en el distrito de Santa Rosa Misiones.

Tabla 2. Masa seca, peso de 100 granos y rendimiento de los diferentes tratamientos. FCA-UNA, Filial Santa Rosa-Misiones, Paraguay, 2016.

Tratamientos	Masa seca (kg ha ⁻¹)*	Peso de 100 granos (g)*	Rendimiento (kg ha ⁻¹)*
T1	3.828	36	2.052
T2	3.690	38	1.750
T3	3.157	39	1.756
T4	3.440	38	1.753
T5	3.497	35	1.964
T6	3.784	40	2.058

*Diferencias no significativas. TT: Test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

El análisis de varianza de los datos reportó que no existe diferencia significativa entre las medias de cada una de las variables mencionadas en la tabla 3, por cada tratamiento. El mayor valor numérico de masa seca con 3.828 kg ha⁻¹ correspondió al T₁, seguido de los tratamientos T₆, T₂, T₅, T₄ y T₃ con 3.784, 3.690, 3.497, 3.440 y 3.157 kg ha⁻¹ respectivamente. El mayor valor numérico peso de 100 semillas con 40 gr correspondió al T₆, seguido de los tratamientos T₃, T₂, T₄, T₁ y T₅ con 39, 38, 38, 36 y 35 gr respectivamente. Se observó que el mayor valor numérico en cuanto al rendimiento con 2.058 kg ha⁻¹ es el T₆, seguido de los tratamientos T₁ y T₅ con 2.052 y 1.964 kg

ha⁻¹ respectivamente. Los menores rendimientos corresponden a los tratamientos T₄, T₃ y T₂ con 1.756, 1.750 y 1.753 y kg ha⁻¹.

Los resultados obtenidos podrían deberse a que, la presencia de *Crotalaria juncea* como abono verde precesor al cultivo de maní por un periodo de dos años, proporcionó al suelo un adecuado contenido de materia orgánica, lo cual mejoró las características físicas del suelo y también se tradujo en una fuente de nitrógeno que asociada a la condición de leguminosa del maní y a que el nitrógeno es el nutriente de mayor demanda por parte del cultivo, se logró obtener los resultados



mencionados. Esto concuerda con lo expresado por Melgar y Díaz (2008), quienes mencionan que el maní se autoabastece de casi la totalidad del nitrógeno requerido mediante bacterias específicas del género *Bradyrhizobium* y cuya demanda aumenta en el estadio reproductivo.

Según Melgar y Díaz (2008), el cultivo de maní responde mejor a la fertilidad residual que a la aplicación directa de fertilizantes, siendo importante programas de rotación y fertilización de cultivos que lo preceden. Según el MAG/DGP/UEA (2015) el rendimiento promedio nacional es de 1.000 kg ha⁻¹ y en esta investigación se alcanzó 2.058 kg ha⁻¹, lo cual pudo verse favorecido por los antecedentes de la parcela y por las abundantes precipitaciones durante todo su ciclo lo cual facilitó la continua absorción de los nutrientes disponibles.

Conclusión

Bajo las condiciones en que se realizó el experimento se concluye que la aplicación de fertilizantes no tuvo influencia sobre el rendimiento del maní por lo cual se rechaza la hipótesis planteada de que la fertilización mineral del cultivo de maní arroja un rendimiento mayor al promedio nacional (1.000 kg ha⁻¹), en comparación al testigo. Esto demuestra el alto potencial de autoabastecimiento de nutrientes por parte del maní, sin embargo hacen falta investigaciones a largo plazo teniendo en cuenta el balance de nutrientes en el sistema.

Referencias bibliográficas

- Benglino, C. 2015. Maní: informe sectorial N° 2 (en línea). AR. Consultado 26 oct. 2015. Disponible en <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/.../sectores/.../SECTORIAL%2...>
- Bogado, E. 2011. Agricultura familiar: Proyecto de caracterización de semillas de cultivares y variedades de maní (*Arachis hypogaea* L.). Capitán Miranda-PY. S.e.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). DGP (Dirección General de Planificación) UEA (Unidad de Estudios Agroeconómicos). 2015. Zonificación agroecológica de rubros agropecuarios del Paraguay zafra 2013/2014. Asunción, PY. 58 p.
- Melgar, R; Díaz, M. 2008. Fertilización de cultivos y pasturas. 2 ed.. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur.. 569 p.
- Pedelini, R. 2008. Maní: guía práctica para su cultivo. General Cabrera, Córdoba, AR, Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, INTA. 20 p. (Boletín de divulgación técnica no 1).
- Pérez, H. 2007. Efecto de la fertilización química sobre el rendimiento y calidad del grano del maní (*Arachis hypogaea* L.), en la Aldea las Cruces, la Libertad, Petén. Tesis (Ing Agr). Perén, GT. IIA/FCA/USCG. 56 p.

Aplicación de dosis de nitrógeno, fósforo y potasio en fertirriego por aspersión en sandía (*Citrullus lanatus*) variedad Crimson sweet

Derlys Fernando Lopez Avalos^{1*}, Modesto Osmar Da Silva Oviedo¹, Hugo Nicasio Rodríguez Espinola¹, Amilcar Isidro Servin Niz¹, Wilfrido Daniel Lugo¹, Florencio David Valdez Ocampo¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay.

*Autor para correspondencia: derlysfernando@hotmail.com

Introducción

La importancia de un adecuado suministro de agua y de elementos nutritivos a las plantas tiene la finalidad de mantener un eficiente nivel de producción de las mismas.

La sandía tiene su producción comprometida cuando el déficit hídrico ocurre en el periodo de fructificación hasta el inicio de la maduración; en el periodo de maduración hasta la cosecha, la exigencia hídrica es bien menor, en cuanto hay exceso de agua esta ocasiona rajadura de los frutos y presencia de frutos insípidos y podridos (Casali et al. 1982).

El cultivo de sandía es una de las cucurbitáceas más exigentes en nutrientes y también se destaca por exportar grandes cantidades de los nutrientes acumulados al largo de su ciclo, mediante la cosecha de sus frutos (Grangeiro y Cecílio Filho 2002), a ejemplo de otras hortalizas tienen en la nutrición mineral uno de los factores que contribuyen directamente en la productividad y en la calidad de los frutos (Rodríguez 1982).

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general determinar cuál de las combinaciones de nitrógeno, fósforo y potasio mejoran la producción del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), y por ende genera los siguientes objetivos específicos: comparar el diámetro ecuatorial de los frutos y producción de masa fresca de los frutos.

Metodología

El experimento se instaló en condiciones de

campo; en la parcela experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado en el Campus Universitario de la Universidad Nacional de Concepción, distante a 2 km de la ciudad, con una elevación de 200 msnm. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (DBCA), dispuesto en parcelas, compuesto por cuatro tratamientos y cuatro repeticiones totalizando 16 unidades experimentales (UE).

Los tratamientos aplicados al cultivo de sandía fueron 0; 50; 100 y 150 kg ha⁻¹ de nitrógeno, fósforo y potasio. Las dosis fueron establecidas de acuerdo el análisis químico del suelo. Los métodos de determinación fueron diámetro frutos las frutas fueron medidas con cinta métrica de 100 cm y los resultados obtenidos se expresaron en cm., masa fresca de los frutos: Las mismas frutas utilizadas para la obtención del diámetro de frutos fueron utilizadas para la determinación, utilizando balanza digital de 30 kilogramos de precisión y los resultados expresados en kilogramos fruta⁻¹, clasificación de frutos por su peso: la misma fue realizada teniendo en cuenta la totalidad de los frutos obtenidos de la área útil (9 m²), y se utilizó la clasificación de Alvarenga y Resende (2002).

Los resultados obtenidos para cada determinación fueron sometidos a Análisis de Varianza (ANAVA) y fueron comparadas las medias de los tratamientos aplicando el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Los resultados de la comparación de media para la determinación diámetro ecuatorial de fruto

influenciado por cuatro combinaciones de N, P y K después de la primera cosecha, así como los resultados del Test de Tukey al 5% efectuado (Tabla 1).

El T₄ fue el que presentó mejor resultado en relación al diámetro ecuatorial del fruto, entre tanto, teniendo en cuenta el análisis no difiere estadísticamente del T₃, pero es superior al T₂ y T₁. Los valores obtenidos son superiores a

los obtenidos por Ramos et al. (2009) quienes trabajando con seis variedades y diferentes espaciamientos obtuvieron como media general de diámetro 18,82 cm, la superioridad estaría asociada a la cantidad, forma y momento de aplicación de los niveles de fertilizantes, ya que la sandía como hortaliza necesita de grandes cantidades de nutrientes en estados de desarrollo determinado: floración (Fl) y fructificación (Fr), lo que fue respetado en el presente experimento.

Tabla 1. Media de diámetro ecuatorial de frutos en función a diferentes niveles de N, P y K, aplicados en fertirriego, Concepción, 2015.

Tratamientos	Descripción kg ha ⁻¹ de N, P y K	Diámetro ⁽¹⁾ (cm)
4	150 – 150 – 150	20,46 a
3	100 – 100 – 100	19,69 a b
2	50 – 50 – 50	18,74 b
1	0 – 0 – 0	18,47 b

Media General: 19,34

DMS (Tukey): 1,56

Coefficiente de variación: 3,65

(1) Medias seguidas por letras iguales no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5%, DMS: Diferencia mínima significativa

Valores similares a los obtenidos por Salaya et al. (2002), que son de 17,40 cm fueron obtenidos en el presente experimento, los autores realizaron la aplicación de 20 – 20 – 20 de N, P y K en el agua de riego, realizando la siguiente distribución 20% en estado vegetativo, 20% en el estado de floración y 60% en el estado de fructificación, para su mejor aprovechamiento por el cultivo. Principios respetados en la presente investigación en vista a que solo 1/3 del fertilizante aplicados al suelo son aprovechados por la planta en cambio aplicados en forma de fertirriego esas pérdidas pueden ser reducidas considerablemente. Las medias de masa de frutos obtenidas con la aplicación de las combinaciones de los niveles de N, P y K en agua de riego, además de Test de Tukey al 5% efectuado (Tabla 2).

Agronómicamente analizando el T₄ es el de mejor para masa fresca entre los tratamiento, en cambio, realizando el análisis estadísticos de los resultados se observa que el T₄ y T₃ son

similares entre sí a nivel estadístico, continuando el análisis el T₃, T₂ y T₁ son similares entre sí a nivel estadístico, mientras que estos dos últimos tratamiento son inferior estadísticamente al T₄. Comparando el T₄ con la clasificación del SENAVE (2011) las frutas obtenidas son pequeñas, mientras que comparando con Alvarenga y Resende (2002) las frutas están en el rango medio y refrendan la descripción realizada por PROMOSTA (2005) que las clasifican como frutos medios a la variedad Crimson Sweet.

Los resultados obtenidos por Santos et al. (2007) trabajando con diferentes dosificaciones de potasio aplicados vía agua de riego presentaron sus mejores resultados 6,08 kg fr⁻¹ para el nivel de 50 kg ha⁻¹, valores de masa fresca similares a los obtenidos en la presente investigación 5,45 kg fr⁻¹. Grangeiro y Cecilio Filho (2004) afirman que cuanto menor sea la cantidad de potasio en el suelo, mayor debe ser la dosis aplicada a la misma debido a que es el nutriente más utilizado por la

Tabla 2. Media de masa fresca de frutos en función a diferentes niveles de N, P y K, aplicados en fertirriego, Concepción, 2015.

Tratamientos	Descripción kg de N, P y K	Masa ⁽¹⁾ (kg fr ⁻¹)	
4	150 – 150 – 150	5,45	a
3	100 – 100 – 100	4,98	a b
2	50 – 50 – 50	4,22	b
1	0 – 0 – 0	3,79	b

Media General: 4,61

DMS (Tukey): 1,20

Coefficiente de variación: 11,74

(1) Medias seguidas por letras iguales no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5%, DMS: Diferencia mínima significativa

sandía en el momento de la fructificación ya que intensifica el transporte de los fotoasimilados al fruto.

Salaya et al. (2002) obtuvieron como mejor resultado 3,80 kg fr⁻¹, resultados inferiores a los presentados en la Tabla 2, la diferencia podría estar relacionada con la combinación de niveles bajo que usaron los autores, mientras que en el presente trabajo fueron usados niveles superiores teniendo en cuenta el análisis de suelo y el requerimiento del cultivo según MAG, DGP, GTZ (2007). Ramos et al. (2009) en obtuvo una media general de 3,82 kg fr⁻¹, resultados inferiores a los obtenidos en el presente trabajo, observados en la Tabla 2.

La diferencia pudo estar asociada que a los autores aplicaron 60 – 120 – 120 de N, P y K al suelo en forma localizada, mientras que en la investigación las combinaciones fueron aplicadas vía agua de riego en diferentes estadios de desarrollo del cultivo, lo que proporciona la maximización de los rendimientos al incrementar la eficiencia de uso de los fertilizantes.

Conclusiones

Con la aplicación de fertilizantes vía riego se mejora la producción de sandía, en vista a que en todas las determinaciones los tratamientos T₂, T₃ y T₄ fueron superiores al testigo T₁; para las determinaciones realizadas (diámetro, masa de

fruto, clasificación según peso de fruto) el T₄ fue el tratamiento que presentó mejores resultados.

Referencias bibliográficas

- Alvarenga, MAR; Resende, GM. 2002. Cultura da melancia. Lavras: Editora UFLA (UFLA, Textos Acadêmicos, 19). 132 p.
- Casali, VWM; Sonnenberg, PE; Pedrosa, JF. 1982. Melancia: cultivares e métodos culturais. Informe Agropecuario 8 (85): 29-32.
- Grangeiro, LC; Cecilho Filho, AB. 2002. Exportación de nutrientes por los frutos de sandía en función de épocas de cultivo, fuentes y dosis de potasio. Revista Horticultura Brasileira 22 (4):740 -743.
- Grangeiro, L. C; Cecílio Filho, AB. 2004. Exportação de nutrientes pelos frutos de melancia em função de épocas de cultivo, fontes e doses de potássio. Horticultura Brasileira 22 (4): 740-743.
- MAG, DGP, GTZ (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Planificación y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. 2007. Sistemas de producción para los principales cultivos agrícolas de los Departamentos de Concepción, Amambay y la región norte del Departamento de San Pedro. Asunción, PY, 194 p.



- PROMOSTA (Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola). 2005. El cultivo de la sandía. Consultado 14 oct. 2014. Disponible en <http://www.zamorano.edu/gamis/frutas/sandia.pdf>.
- Ramos, A RP; Dias R, CS; Aragao, CA. 2009. Avaliação de produtividade de melancia de frutos pequenos no Submédio do São Francisco, em função da densidade de plantio. *Revista Horticultura Brasileira* 27: S2189-S2195.
- Rodriguez, AO. 1982. Importância do potássio em citricultura. *In: Yamada, T. Potássio na agricultura brasileira*. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato. p. 507-513.
- Salaya D, JM; Carrillo A, E; Palacios, VOL; Aceves, NLA; Juarez L, JF. 2002. Respuesta del cultivo de sandía (*Citrullus vulgaris* Schrad) al potencial del agua en el suelo. *Rev Fitotec Mex* 25(2):127-133.
- Santos, GR.; Leao, EU; Goncalces, CG y Cardon, CH. 2007. Manejo de la fertilización potásica y de la irrigación en progreso de enfermedades fungicas y productividad de la sandía. *Revista Horticultura Brasileira* 31:8.
- SENAVE (Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas). 2011. Dirección de Calidad, Inocuidad y Agricultura Orgánica Reglamento técnico para la fijación de identidad y calidad de la sandía (*Citrullus vulgaris*). Asunción, PY. p. 7.

Efecto de la fertilización química en el cultivo de poroto *Vigna unguiculata* L. en el distrito de Santa Rosa-Misiones

P. B. Quiñonez Martínez¹, J. D. Avalos Añazco¹, M. O. Medina Giménez¹, J. L. Quiñonez Martínez^{1*}, J. R. Salas Mayeregger¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Filial Santa Rosa Misiones, Paraguay.

*Autor para correspondencia: jlqm_22@hotmail.com

Introducción

En Paraguay, el poroto *Vigna unguiculata* L. es un cultivo de gran importancia en la alimentación humana, principalmente debido a sus propiedades nutritivas. Los granos de poroto son muy apreciados por el elevado contenido en proteínas, razón por la cual constituye una fuente de alimentos muy importante para el consumo humano, ya sea en forma de grano fresco o seco. Además de su elevado contenido en proteínas (23 a 25%), posee carbohidratos, alto tenor de fibras alimentarias, vitaminas, minerales y un bajo porcentaje de lípidos (2%); así también, la planta fija una importante cantidad de nitrógeno en el suelo.

El sistema de producción tradicionalmente utilizado en nuestro país se caracteriza por el poco uso de la tecnología; los agricultores lo consideran un rubro recuperador de suelos pobres, con este sistema de producción llegan a obtener un rendimiento medio de 859 kg ha⁻¹, siendo su potencial productivo de 1.500 a 2.000 kg ha⁻¹. Hoy en día el uso de la tecnología en la agricultura es de gran importancia; uno de los factores que limita altos rendimientos en la producción es la fertilidad del suelo, esperándose que con el uso de fertilizantes se puede aumentar el rendimiento del cultivo. Los principales nutrientes extraídos por el poroto, en orden de importancia, son el potasio, nitrógeno, calcio, magnesio y fósforo.

El objetivo de este trabajo de investigación es evaluar el efecto de la fertilización química en el rendimiento del cultivo de poroto.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, Filial Santa Rosa, ubicada en el Distrito de Santa Rosa, Departamento de Misiones, República del Paraguay entre los meses de diciembre 2015 a abril del 2016. Dicho lugar presenta las siguientes características edáficas: textura del suelo es franco arenosa, nivel bajo de materia orgánica, muy bajo nivel de fósforo (P) y bajo nivel de potasio (K); y pH 5,40 según el resultado de análisis de suelo. Se utilizó semilla de la variedad Pyta í.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales. Cada una tuvo una dimensión de 12 m², con un espaciamiento entre bloques y unidades experimentales de 1 m, ocupando una superficie total de 747,5 m². Los tratamientos fueron establecidos como sigue T₁: Testigo; T₂: 1,2 t ha⁻¹ de cal agrícola; T₃: 10-20-20 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O; T₄: 20-40-40 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O; T₅: 40 80-80 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O; T₆: 1,2 t ha⁻¹ de cal agrícola + 20-40-40 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O 20-40-40.

La siembra se realizó en forma manual, depositando 2 semillas por hoyo, a una profundidad de 3 cm, con un distanciamiento de 25 cm entre plantas y 60 cm entre hileras. La cal agrícola, el superfosfato triple y el cloruro de potasio se aplicaron el 100% al momento de la siembra, depositando a 5 cm de la semilla, y aproximadamente a 5 cm de profundidad. La urea se aplicó en dos momentos: 30% en el momento de

la siembra y el 70% restante 30 DDS, colocadas a 5 cm de la semilla en hoyos de 5 cm de profundidad en los tratamientos correspondientes

La cosecha de las vainas secas de cada unidad experimental se realizó en forma manual y depositadas en bolsas arpilleras, cosechando las plantas de las hileras del medio y dejando sin efecto las hileras del borde para evitar el efecto borde, esta actividad se realizó a los 85 días después de la siembra. La cosecha se realizó en las 2 hileras centrales de cada unidad experimental, a los 85 y a los 100 días después de la siembra, tomándose en consideración la cantidad de vaina seca que se encontraba en la planta. En la primera cosecha 40% de las vainas secas y en la segunda cosecha el 60% restante; el secado de las vainas se obtuvo exponiendo al sol durante 2 días; posteriormente se realizó la trilla de forma manual separando los granos de las vainas, para su correspondiente medición.

Para la determinación de los resultados se seleccionaron al azar 10 plantas de las hileras centrales de las cuales se procedieron a contabilizar la cantidad total de vainas maduras presentes en cada planta cosechada y se expresó en cantidad de vainas por planta; en cuanto a la variable peso de 100 granos, se seleccionaron al azar 100 granos

y fueron pesados con una balanza de precisión, luego el resultado se expresó en gramos

Para la determinación de rendimiento se procedió al trillado y secado al sol de los granos de todas las vainas cosechadas de las 10 plantas seleccionadas hasta reducir al 13% el contenido de humedad; posteriormente se pesaron con la ayuda de una balanza electrónica expresando el valor en kg ha^{-1} para cada tratamiento.

Las variables estudiadas fueron sometidas a análisis de varianza utilizando el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo et al. 2008) y cuando el valor de F fue significativo, las medias que presentaron diferencias estadísticas fueron sometidas al test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

En cuanto a cantidad de vainas por planta se demuestra que la fertilización compuesta (N-P-K) tuvo influencia en el aumento de la cantidad de vainas, observándose que el T₆: 1,2 t ha^{-1} de cal agrícola + 20-40-40 kg ha^{-1} de N-P₂O₅-K₂O 20-40-40 arrojó el mayor número de vainas el cual difiere estadísticamente con los demás tratamientos.

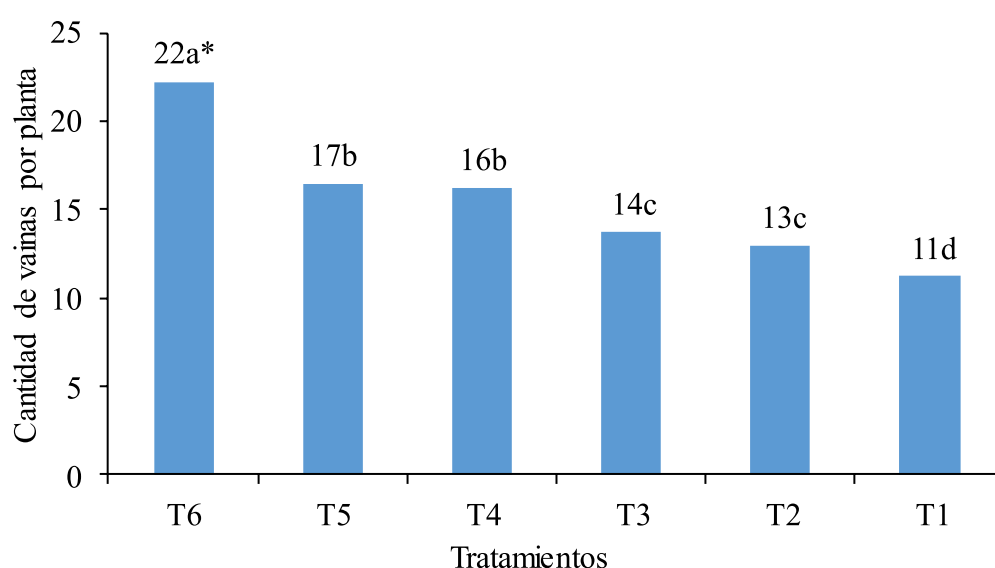


Figura 1. Número de vainas por planta de poroto por efecto de diferentes niveles de fertilización química. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA. Filial Santa Rosa – Misiones, Paraguay. 2016.*Medias seguidas por la misma letra minúscula, no difieren estadísticamente por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Bajo las condiciones edafo-climáticas en el que se desarrolló el experimento se demuestra que la fertilización química (N-P-K) tuvo una influencia en el aumento de la cantidad de vainas, teniendo en cuenta que el promedio de vainas por planta. Según Bogado (2006) éste es de 16 a 24 vainas por planta para la variedad Pyta'i.

Estrada y Peralta (2004), mencionan que en cuanto a los macronutrientes esenciales el cultivo de la habilla requiere mayor cantidad de fósforo en el momento de la formación de vainas, y además los factores ambientales como temperatura, viento y agua influyen significativamente en la cantidad de vainas producidas por la planta. En este trabajo se pudo comprobar esta situación por medio del aumento significativo de la cantidad de vainas de los tratamientos fertilizados respecto al testigo.

Estos resultados demuestran que la fertilización compuesta (N-P-K) más el uso de cal agrícola, influye de manera significativa aumentando el rendimiento de granos. Márquez, citado por Chavarría y Escoto (2003), menciona que el rendimiento del poroto está en función a varias características anatómicas y morfológicas que tienen que ver con el número de vainas por planta, número de semillas por vaina y el peso de la semilla.

Este resultado coincide con lo expresado por Martínez y Ruíz (2004) quienes mencionan que, el peso de grano está relacionado con la fertilidad del suelo y en especial con el contenido fósforo y potasio; estos nutrientes ayudan a mejorar la calidad y el peso del grano. La planta respondió favorablemente a la aplicación del fertilizante, entendiéndose esto mediante la ley de los rendimientos físicos decrecientes. En este caso, se puede observar que se encuentra en la fase I, donde la tasa de absorción de nutrientes es creciente presentando el cultivo una respuesta directa a las dosis aplicadas. El mismo menciona que el P y K son nutrientes inmóviles en el suelo, su eficiencia aumenta si se colocan cerca de las raíces para que éstas los intercepten y por ende reducir su fijación; la aplicación de estos elementos en hileras ha incrementado más el rendimiento.

En cuanto a las condiciones ambientales (Bayer, citado por Torres 1983) señala que el rendimiento del cultivo depende fundamentalmente de la humedad del suelo, energía solar y la temperatura, durante el ciclo fenológico del cultivo y produce un efecto en el rendimiento final. Reyes (1985) menciona que los suelos contienen todos los elementos esenciales que la planta requiere para su desarrollo y reproducción, pero en la mayoría

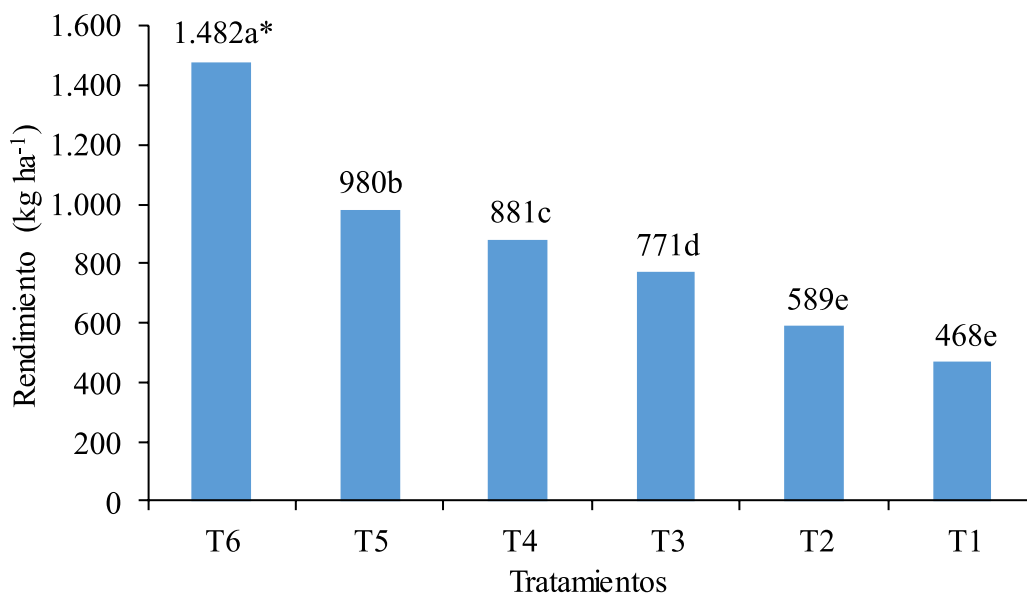


Figura 2. Rendimiento de granos en kg ha⁻¹ de poroto por efecto de diferentes niveles de fertilización química. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA. Filial Santa Rosa – Misiones, Paraguay. 2016. *Medias seguidas por la misma letra minúscula, no difieren estadísticamente por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

de los casos no en las cantidades suficientes para obtener rendimientos altos y de buena calidad por lo que hoy en día el uso del fertilizante se ha vuelto indispensable.

Navarro (2003), reportó que en la región Oriental del Paraguay los suelos presentan pH entre 4,5 y 5,9, cuando no son corregidos, lo cual indica que los suelos son ácidos, y que existe la necesidad de neutralizar la acidez para elevar el rendimiento de los cultivos. Además, en el mismo estudio se estimó la necesidad de aplicar de 1,5 a 2,6 toneladas por hectárea de calcáreo. Por lo tanto, es importante corregir el pH de los suelos en la región oriental del Paraguay para que el fertilizante aplicado sea aprovechado por la plantas.

Conclusión

La aplicación de 20-40-40 kg ha⁻¹ de (N-P-K) más 1.200 kg ha⁻¹ de cal agrícola, arrojó el mayor rendimiento (1.482 kg ha⁻¹) del cultivo del poroto Pyta'í.

Referencias bibliográficas

- Bogado, E. 2006. Producción, utilización e investigación de poroto *Vigna unguiculata* L. en el Paraguay (en línea). Brasil, EMBRAPA. Consultado 22 set. 2016. Disponible en www.cpamn.embrapa.br/anaisconac2006/Palestras/PalestrasEABOGADO.pdf
- Chavarría, EJ; Escoto, EF. 2003. Evaluación de variedades de poroto (*Vigna unguiculata*) en época de postrera (en línea). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, CIA, FA, UNA. 39 p. Consultado 6 may. 2016. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30ch512e.pdf>
- Estrada, ME; Peralta, JR. 2004. Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) y un mineral en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común *Vigna unguiculata* L. variedad DOR – 364 (en línea). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, CIA, FADPV, UNA. 44 p. Consultado 6 oct. 2016. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04e82.pdf>
- Di Rienzo, JÁ; Casanoves, F; Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2008. InfoStat versión 2008 (en línea). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Consultado 6 oct. 2016. Disponible en <http://www.InfoStat.com.ar>
- Martínez, NT; Ruíz, IF. 2004. Efecto del revestimiento de la semilla con fósforo sobre el crecimiento y rendimiento de tres variedades de frijol común *Vigna unguiculata* L. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, CIA, FSDPV, UNA. 43 p.
- Navarro, S. 2003. Química Agrícola del Suelo y los elementos químicos esenciales para la vida de los vegetales. 2 ed. Madrid, España, Mundi prensa.
- Reyes, FG. 1985. Uso de fertilizantes. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (en línea). Consultado 26 sep. 2015. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/U>
- Torres, RE. 1983. Agrometeorología (en línea). México, DF, Editorial Diana. 150 p.. Consultado 17 abr. 2016. Disponible en http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible6/61/37.pdf

Formas de fósforo en el sedimento del fondo del lago Ypacaraí, Paraguay

Angélica María Acosta González^{1*}, Ricardo Manuel Barboza Guerreño¹, Jimmy Walter Rasche Alvarez¹, Amado Insfrán Ortíz¹, Higinio Moreno Resquín¹, Ruth Noemí Ojeda Maciel¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: angieacosta.py@gmail.com

Introducción

La presión que el hombre ejerce sobre los recursos hídricos es tal que la humanidad se enfrenta al deterioro de un recurso de vital importancia, como lo es el agua, a nivel mundial. El crecimiento poblacional en todo el mundo es proporcional al crecimiento de los usos de los recursos hídricos disponibles, eso conlleva a la sobreexplotación de los mismos superando sus capacidades de autorregulación, causando el enriquecimiento excesivo con nutrientes de origen orgánico como el Fósforo y el Nitrógeno de las aguas superficiales, fenómeno llamado eutrofización. Si bien este proceso se produce de forma natural (Sierra 2011), generalmente el aporte de nutrientes está asociado a fuentes antrópicas.

El Fósforo es considerado como el principal responsable de la eutrofización en aguas dulces de lagos y embalses, mientras que el Nitrógeno, es el elemento limitante en otras aguas de carácter abierto, aguas marinas e incluso dulces, al menos temporalmente (Orozco et al. 2008). El estudio de las formas del Fósforo y la transferencia de Fósforo de los suelos a los cursos hídricos y a través de ellos a los sedimentos del fondo de los mismos, es de sumo interés, debido a la clara relación entre el uso del suelo y la calidad de los cuerpos de agua, tales como arroyos, ríos o lagos. Respecto al último caso, el Lago Ypacaraí, en la Región Oriental del Paraguay, presenta una fuerte influencia de sustancias contaminantes provenientes de fuentes puntuales y difusas (Barboza 2000), entre las cuales el Fósforo y sus diferentes formas se presentan como parte importante del problema.

El objetivo del trabajo fue analizar la predominancia de fracciones de Fósforo extraídas por diferentes extractores en el sedimento de fondo del Lago Ypacaraí.

Metodología

La presente investigación forma parte del proyecto “Aspectos cuali-cuantitativos de fósforo en sedimentos de la cuenca del Lago Ypacaraí” aprobado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través de la Resolución N° 437/2014. Se estudió el sedimento del fondo del Lago Ypacaraí, del que se tomaron muestras compuestas en 20 locales, a las profundidades de 0-5 y 5-10 centímetros. Para cada local se contó con tres repeticiones, totalizando 120 muestras de sedimento de fondo analizadas. Dichos locales fueron distribuidos de manera a que el área total del lago sea abarcado, a distancias aleatorias respecto a las costas. Las muestras del sedimento de fondo colectadas fueron secadas, luego tamizadas y sometidas al fraccionamiento químico de Fósforo por el método de Hedley et al. (1982) modificado por Rheinheimer (2000). Las sustancias químicas utilizadas como extractores para la extracción secuencial de formas de fósforo fueron las siguientes: 1. Resina de intercambio aniónico (RIA) (AMI 7001S); 2. Bicarbonato de sodio (NaHCO_3) 0,5 mol L⁻¹, 3. Hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 mol L⁻¹, 4. Ácido clorhídrico (HCl) 1,0 mol L⁻¹, 5. Hidróxido de sodio (NaOH) 0,5 mol L⁻¹

Todos los extractores permanecieron en contacto con las muestras durante 16 horas en el agitador tipo “end-over” (33 rpm) con posterior

centrifugación a 2.510 de gravedad por 20 minutos. En los extractos alcalinos de la solución de Bicarbonato de Sodio e Hidróxido de sodio se determinó el Fósforo disponible por el método de Dick y Tabatabai (1977) modificado por He y Honeycutt (2005). En los extractos alcalinos de la solución de Bicarbonato de Sodio e Hidróxido de Sodio, se determinó el Fósforo total de esa fracción, realizando la extracción por digestión con Persulfato de Amonio y Ácido Sulfúrico en autoclave a 121°C (Unites States Environmental Protection Agency, US-EPA 1971) y posteriormente determinado por el método de Murphy y Riley (1962). El residuo (sedimento) fue secado y molido en un mortero, a partir del cual, posteriormente se extrajo el Fósforo residual por el método de $H_2SO_4 + H_2O_2 + MgCl_2$ (Olsen y Sommers, 1982) y determinado por el método de Murphy y Riley (1962). Posteriormente se clasificó como Fósforo lábil al extraído por RIA y $NaHCO_3$, como Fósforo moderadamente lábil al extraído por $NaOH$ 0,1 M, como poco lábil al extraído por HCl y $NaOH$ 0,5 M y como no lábil al extraído por $H_2SO_4 + H_2O_2 + MgCl_2$.

En cada fracción se realizó el análisis estadístico considerando como un experimento completamente al azar con dos tratamientos 0-5 cm y 5- 10 cm de profundidad y 20 repeticiones

por tratamiento. Cuando hubo diferencia significativa, se aplicó el test de Tukey al 5% de probabilidad de error. También se aplicó la correlación simple de Pearson entre los valores de las diferentes fracciones de Fósforo obtenidas de la camada de sedimento de 0-5 y 5-10 centímetros.

Resultados y discusión

No se observa diferencia en relación a las formas de Fósforo ente las dos camadas de sedimento (Tabla 1). El alto coeficiente de variación existente demuestra que hay mucha variabilidad en la cantidad de Fósforo entre los diferentes locales colectados, sin embargo, en el mismo local no hay diferencia entre la camada de 0-5 y 5-10 centímetros. No obstante se nota que en todas las formas de Fósforo, en la camada de 0-5 centímetros el valor numérico es mayor que en la camada de 5-10 centímetros, lo que demuestra que existe una tendencia de aumento del nivel del elemento en todas sus formas en la camada superficial.

El Fósforo lábil es el que se encuentra en menor cantidad entre las diferentes formas en el sedimento de fondo, no habiendo diferencia entre la camada de 0-5 y 5-10 centímetros (Tabla 1).

Tabla 1. Valores promedio de las formas de Fósforo de acuerdo a su labilidad y a su forma orgánica e inorgánica, en el sedimento de fondo de la camada de 0-5 y 5-10 centímetros, en el Lago Ypacaráí.

	Formas de Fósforo									
	Lábil		Moderadamente lábil				Poco lábil		No lábil	
	RIA	$NaHCO_3$	$NaOH$ 0,1 M		HCl 1 M	$NaOH$ 0,5 M		Residual		
P_i	P_i	P_o	P_i	P_o	P_i	P_i	P_o	P_i		
	-----mg kg ⁻¹ -----									
SF ₀₋₅	6,9 ^{ns}	9,2 ^{ns}	32,1 ^{ns}	38,7 ^{ns}	27,2 ^{ns}	33,5 ^{ns}	14,8 ^{ns}	31,6 ^{ns}	141,5 ^{ns}	
SF ₅₋₁₀	5,3	6,9	26,6	31,9	22,7	24,9	14,0	25,2	124,3	
DMS	3,2	2,7	10,7	9,6	13,1	9,4	6,3	9,9	47,9	
CV	82,8	52,1	57,1	42,6	62,5	50,2	68,7	54,8	56,3	

^{ns}: No significativo según el test de Tukey al 5%, cuando comparado la camada de 0-5 cm y 5-10 cm. DMS: Diferencia media significativa; CV: Coeficiente de variación. Lábil: RIA + $NaHCO_3$; Moderadamente lábil: $NaOH$ 0,1 M; Poco lábil: HCl 1 M + $NaOH$ 0,5 M; No lábil: Residual

Queda evidenciado que sólo un mínimo porcentaje (15% de P_i extraído) de Fósforo lábil en el sedimento de fondo del Lago Ypacaraí es necesario para mantener al mismo en las categorías más altas dentro de los niveles de eutrofización. Lo cual guarda relación con las características del lago, al ser éste extenso y poco profundo. Los lagos eutróficos se caracterizan por ser sistemas con alta productividad, concentraciones altas de nutrientes y bajos niveles de oxígeno, se trata de lagos extensos y pocos profundos (Kiely 1999).

El aumento de las intervenciones antrópicas dentro de las cuencas hidrográficas, supone de la misma forma un aumento en las fracciones lábiles (disponibles) en los sedimentos (Schenato 2009). Actualmente, dicho fenómeno afecta al contenido de Fósforo lábil dentro del Lago Ypacaraí, debido al aumento de las cargas contaminantes aportadas por sus afluentes, las cuales provienen principalmente de fuentes

difusas.

Entre el Fósforo orgánico e inorgánico, se observa que predomina la forma orgánica entre las formas extraídas por NaHCO_3 y por NaOH 0,5 M, sin embargo en la forma de Fósforo extraído por NaOH 0,1 M abunda la forma inorgánica, tanto en la camada de sedimento de fondo de 0-5 como de 5 - 10 centímetros (Tabla 1).

Cuando se agrupan las formas de Fósforo de acuerdo a su labilidad, se observa que del Fósforo total, el lábil representa apenas el 14,5% y 13,1% en la camada estudiadas. Sin embargo el Fósforo moderadamente lábil, que representa el 19,6% en la camada de 0-5 centímetros y 19,7% en la camada de 5-10 centímetros, puede pasar a la forma lábil fácilmente y estar disponible a los organismos acuáticos en caso necesario. Ambas fracciones representan aproximadamente el 34% del Fósforo total (Tabla 2).

Tabla 2. Promedios generales de las concentraciones de las fracciones de Fósforo del sedimento de fondo del Lago Ypacaraí en ambas camadas de profundidad

	Fracciones de Fósforo				P Total
	Lábil	Moderadamente lábil	Poco lábil	No lábil	
	-----mg kg ⁻¹ -----				
SF ₀₋₅	48,1 ^{ns}	65,9 ^{ns}	80,2 ^{ns}	141,5 ^{ns}	336 ^{ns}
SF ₅₋₁₀	36,2	54,6	64,1	124,3	277
DMS	12,3	22,0	23,6	47,9	84,6
CV (%)	45,5	57,0	51,1	56,3	42,9

^{ns}: No significativo según el test de Tukey al 5%, cuando comparado la camada de 0-5 cm y 5-10 cm.
DMS: Diferencia media significativa; CV: Coeficiente de variación

Considerando que el sedimento de 0-5 centímetros se depositó por último, era de esperarse mayor cantidad de Fósforo en la camada superficial, ya que en los últimos años existe un aumento de la carga de Fósforo vertida a los afluentes del lago Ypacaraí, principalmente proveniente de la expansión de la población urbana, como de la expansión de áreas de horticultura con fertilización fosfatada en la cuenca, lo que aumenta la entrada de Fósforo a los cursos hídricos y también al sedimento de fondo.

Las formas menos lábiles también se ven

afectadas por la unión del fosfato a los compuestos férricos, la cual es particularmente fuerte (en ambientes anóxicos los iones férricos se reducen a ferrosos debilitando dicha unión), creando una barrera en la difusión del Fósforo desde los sedimentos, previniendo que éste pueda difundirse libremente al alcanzar la columna de agua. El Fe^{+3} se vuelve así un elemento limitante (Correll 1999 y Delgado et al. 2013).

La fracción de Fósforo no lábil, con aproximadamente el 42,3% del Total extraído del SF del Lago Ypacaraí, puede representar

algún riesgo latente de liberación de Fósforo al agua, ya que aún eliminando el aporte externo al mismo, si se dieran las condiciones favorables (cambios en el pH, en la cantidad de OD, en el contenido de Fósforo en el agua, entre otros), el Fósforo no disponible (no lábil) pasaría a estar disponible (lábil). Con esto, se destaca la importancia de los sedimentos como fuente interna de contaminantes.

El aporte de Fósforo por parte los afluentes del Lago Ypacaraí, es la principal causante de

los altos valores de Fósforo encontrados en el sedimento de fondo del lago.

Existe alta correlación entre las diferentes fracciones de Fósforo en la camada de 0-5 y 5-10 centímetros en los locales de muestreo, observándose que, si existe alto valor de Fósforo en cualquiera de sus fracciones en la camada de de 0-5 cm, también existirá alto valor de Fósforo en cualquiera de sus fracciones en la camada de 5-10 cm (Tabla 3).

Tabla 3. Correlación simples de Pearson entre los valores promedio de las formas de fósforo de acuerdo a su labilidad y a su forma orgánica e inorgánica, en el sedimento de fondo, cuando comparado la camada de 0-5 cm y 5-10 cm, en el Lago Ypacaraí.

	Formas de fósforo								
	Lábil		Moderadamente lábil			Poco lábil		No lábil	
	RIA P _i	NaHCO ₃ P _i	NaOH 0,1 M P _i P _o		HCl 1 M P _i	NaOH 0,5 M P _i P _o		Residual P _i	
	-----mg kg ⁻¹ -----								
SF ₀₋₅	6,9 ^{ns}	9,2 ^{ns}	32,1 ^{ns}	38,7 ^{ns}	27,2 ^{ns}	33,5 ^{ns}	14,8 ^{ns}	31,6 ^{ns}	141,5 ^{ns}
SF ₅₋₁₀	5,3	6,9	26,6	31,9	22,7	24,9	14,0	25,2	124,3
DMS	3,2	2,7	10,7	9,6	13,1	9,4	6,3	9,9	47,9
CV	82,8	52,1	57,1	42,6	62,5	50,2	68,7	54,8	56,3

^{ns}: No significativo según el test de Tukey al 5%, cuando comparado la camada de 0-5 cm y 5-10 cm.
DMS: Diferencia media significativa; CV: Coeficiente de variación

Conclusión

El rango de distribución de las formas de Fósforo presentes en el sedimento de fondo del Lago Ypacaraí fue el siguiente: P no lábil > P poco lábil > P moderadamente lábil > P lábil.

No existe diferencia entre los niveles de Fósforo en la camada de 0-5 y 5- 10 centímetros de profundidad.

Referencias bibliográficas

Barboza, MC. 2000. Estructura institucional para la gestión integrada de la cuenca del Lago Ypacaraí (en línea). Asunción, PY. 113 p. Consultado 3 jun. 2015. Disponible en <http://www.geam.org.py/v3/uploads/2011/10/>

Estructura-Institucional-para-la-Gestion-Integrada-de-la-Cuenca-del-lago-Ypacarai.pdf

Correll, DL. 1999. Phosphorus: a rate limiting nutrient in surface waters. *Poultry Science* 78 (5):674-682.

Delgado, M; Flores, F; Cáceres, D; Facetti-Masulli, JF. 2013. Estudios hidroquímicos en el río Paraguay. *Revista Sociedad Científica del Paraguay* 18:79-96.

Dick, WA; Tabatabai, MA. 1977. Determination of orthophosphate in aqueous solutions containing labile organic and inorganic phosphorus compounds. *Journal of Environmental Quality* 6(1):82-85.

- He, Z; Honeycutt, CW. 2005. A modified molybdenum blue method for orthophosphate determination suitable for investigating enzymatic hydrolysis of organic phosphates. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 36 (9-10) :1373–1383.
- Hedley, MJ; Stewart, JWB; Chauhan, BS. 1982. Changes in the inorganic and organic phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubation. *Soil Science Society of American Journal* 46 (5):970-976.
- Kiely, G. 1999. Ingeniería ambiental: fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Gran Canaria, ES, Mc Graw Hill. 1309 p.
- Murphy, J; Riley, JP. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta* 27:31-36.
- Olsen, SR; Sommers, LE; 1982. Phosphorus. In: Page, AL.; Miller, RH; Keeney, QR (eds.) *Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties*. 2 ed. S.I, SSSA. Madison, p. 403-430.
- Orozco, C; Pérez, A; González, MN; Rodríguez, FJ; Alfayate, JM. 2008. *Contaminación ambiental: una visión desde la química*. Madrid, ES, Paraninfo. 651 p.
- Rheinheimer, DS. 2000. *Dinâmica do fósforo em sistemas de manejo de solos*. Tesis Doctorado. Porto Alegre, BR, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 210 p.
- Schenato, RB. 2009. *Dinâmica do fósforo de sedimentos de uma pequena bacia hidrográfica de cabeceira*. Tesis Mag, Sc. Santa Maria, BR, Universidade Federal de Santa Maria. 105 p.
- Sierra, CA. 2011. *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico*. Medellín, CO. 453 p.
- US-EPA (Unites States Environmental Protection Agency, USA). 1971. *Methods of chemical analysis for water and wastes*. Cincinnati, USA, US, US-EPA. 312 p.

Aprovechamiento del nitrógeno por el maíz *Zea mays* L. transgénico RR2 con la aplicación de inoculante *Azospirillum brasiliense* en el Departamento de Concepción

Modesto Osmar Da Silva Oviedo^{1*}, Alvaro Huerta Maciel¹, Lider Ayala Aguilera¹,
Amilcar Servín Niz¹, Florencio Valdez Ocampo¹, Wilfrido Daniel Lugo Pereira¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay.

*Autor para correspondencia: dasilva_oviedo@hotmail.com

Introducción

El crecimiento y desarrollo vegetativo de los cultivos pueden estar influenciados por diversos factores, entre ellos la aplicación de fertilizantes, dosis utilizada, etc., por lo tanto, para una producción sustentable se requiere de una mayor eficiencia del cultivo en la utilización de los fertilizantes aplicados, minimizando las pérdidas que pudieran ocurrir (Holguín et al. 2003). El *Azospirillum brasiliense* es uno de los microorganismos más utilizados para la fabricación de inoculantes utilizados mayormente en gramíneas, el mismo tiene la capacidad de fijar nitrógeno y promover el crecimiento vegetal (Da Silva et al. 1999).

El cultivo de maíz es uno de los rubros de mayor importancia en el Paraguay debido a su uso en la alimentación humana y animal, además de ser la fuente de ingresos principal para pequeños y grandes productores (DEAG/MAG 2011). Uno de los nutrientes esenciales en el cultivo de maíz es el nitrógeno, que tiene gran influencia en el desarrollo de la planta y en el rendimiento final del cultivo. Gran parte del nitrógeno aplicado a las plantas se pierde por lixiviación o por volatilización debido a diversas causas como la mala aplicación de los fertilizantes, el lento aprovechamiento por parte de las plantas o la dificultad de las raíces para absorber los nutrientes en el suelo (Coelho y França 1995).

La inoculación con *A. brasiliense* puede ser una alternativa que aumente la eficiencia en el uso de nutrientes por el cultivo de maíz. La inoculación incrementa la producción de granos, en el desarrollo radicular y biomasa aérea del maíz.

El presente trabajo tiene como objetivo general, evaluar el aprovechamiento del nitrógeno por el maíz transgénico RR2 con la aplicación de inoculante *Azospirillum brasiliense*.

Metodología

El experimento fue realizado en la parcela experimental de la Escuela Agrícola de Concepción, circunscrita entre las coordenadas geográficas de latitud S 23° 25' 40,3" y longitud O 57° 20' 00,2" con altitud de 242 msnm. Los tratamientos consistieron en la aplicación de inoculante y diferentes dosis de nitrógeno. Las dosis de nitrógeno estudiadas fueron 0 kg ha⁻¹; 47,5 kg ha⁻¹; 95 kg ha⁻¹, teniendo en cuenta siempre el análisis químico del suelo. La dosis de inoculante aplicada fue 5 mililitros por kilogramo de semillas (mL kg⁻¹). En forma uniforme se aplicaron 90 kg ha⁻¹ de SPT y 66 kg ha⁻¹ de KCl en forma incorporada para todas las unidades experimentales (UE). El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar (DBCA), dispuesto en un arreglo factorial 2x3 (inoculantes y dosis de nitrógeno), compuesto por 6 tratamientos y 4 repeticiones totalizando 24 unidades experimentales, con una superficie de 36 m² por cada UE. Luego de la aplicación de los tratamientos se realizó la siguiente determinación a los 40 (V7), 50 (V12) y 60 (V14) días después de la siembra (DDS), altura de la planta utilizando una regla y una cinta graduada en cm, desde el cuello de la raíz hasta la parte superior o de mayor longitud (desde la base del suelo hasta el ápice). Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA) y las que presentaron diferencias estadísticas significativas fueron comparadas entre sí por el Test de Tukey al 1 y 5% de probabilidad de error.

Tabla 1. Características físicas y químicas del suelo utilizado en el experimento, Concepción, 2016.

Prof. (cm)	pH	M. O %	CIC μmol LS ⁻¹	H + Al			Mg	P mg LS ⁻¹	V (%)
	CaCl ₂			K Ca					
				μmol LS ⁻¹					
0-30	5,8	1,05	4,27	1,88	0,10	1,53	0,76	0,13	55,9 8

Resultados y discusión

Con respecto a la altura, las plantas evaluadas a los 40, 50 y 60 días después de la siembra (DDS) se vieron afectadas positivamente con la aplicación del inoculante (Factor A), presentando diferencias altamente significativas en comparación a aquellas que no fueron inoculadas.

Al analizar la Tabla 2, se observa que la diferencia de altura entre las plantas a los 40 DDS fue de 21,9 % y a los 50 DDS 21,65 % a favor de las plantas inoculadas. La mayor altura media se alcanzó a los 60 DDS con un valor de 82,98 cm; marcándose una diferencia de 12,79 cm, equivalente a 18,22% más en comparación a las plantas no inoculadas, cuya mayor altura media fue de 70,19 cm.

Los resultados obtenidos en el estudio son similares a los observados por García et al. (2010), quienes en su investigación sobre la caracterización de cepas nativas de *Azospirillum* spp. y su efecto en el desarrollo de *Oryza sativa* L., encontraron que hubo un incremento en la altura de las plantas de arroz que fueron inoculadas con cepas de *Azospirillum* spp. y fertilizadas con 60 kg ha⁻¹ de urea a los 70 DDS de ser evaluadas;

los valores en altura oscilaron entre 84,57 y 64,63 cm; encontrando diferencias altamente significativas con respecto al testigo absoluto. Lo que confirma el enunciado de Bashan et al. (2004), sobre los efectos positivos de *A. brasilense* en diversos cultivos, referidos principalmente al mejoramiento en el desarrollo de la raíz y al incremento subsecuente de la tasa de asimilación de agua y la utilización de minerales del suelo por la planta, produciendo un mayor crecimiento en el tallo y follaje.

Las medias de la altura de las plantas de maíz obtenidas con la variación de dosis de Nitrógeno (Factor B) se observan en la Figura 1. Además, se presentan las ecuaciones de regresión seleccionadas posterior al análisis de varianza y el coeficiente de determinación (R²) correspondiente a la regresión lineal de primer grado. El análisis de varianza para la variable altura con la aplicación de diferentes dosis de N proveniente de la fuente Urea demostró que existen diferencias altamente significativas entre dosis a los 40, 50 y 60 DDS.

Con la aplicación de dosis crecientes de N se obtuvieron medias de 38,26; 41,97 y 49,08 cm de altura por planta a los 40 DDS; 42,52; 45,42

Tabla 2. Altura de plantas de maíz sometidas a inoculación con *A. brasiliense*. Concepción, 2016.

Inoculante	Altura (cm) ¹					
	Días Después de Siembra					
	40		50		60	
Con inoculación	47,36	a	51,12	a	82,98	a
Sin inoculación	38,85	b	42,02	b	70,19	b
Media General	43,11		46,57		78,58	
Coefficiente de variación	2,70 %		4,47 %		3,52 %	
DMS (Tukey)	1,01		1,80		2,34	

⁽¹⁾ Medias seguidas por letras iguales no difieren entre sí por el Test de Tukey al 1 y 5% de probabilidad.

DMS: Diferencia mínima significativa.

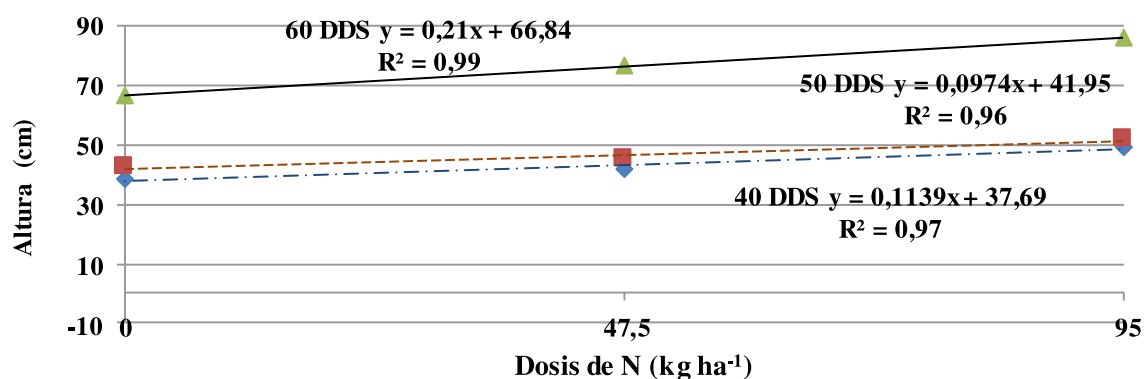


Figura 1. Variación de la altura de la planta con la aplicación de diferentes dosis de fertilizante nitrogenado.

y 51,77 cm a los 50 DDS y 66,83; 76,61; 86,32 cm de altura a los 60 DDS con dosis de 0, 47,5 y 95 kg ha⁻¹ respectivamente. Se obtuvo respuesta positiva en el aumento de la altura hasta la dosis de 95 kg ha⁻¹.

La dosis de máxima eficiencia técnica se obtendría con dosis mayores a las utilizadas en este trabajo. Mayores incrementos para altura de planta se dieron con la utilización de las mayores dosis de nitrógeno, estos resultados son similares a lo reportado por González et al. (2011), quienes mencionan que con la fertilización nitrogenada ocasionaron incrementos en la altura de la planta con respecto al testigo no fertilizado, afirmando que el incremento en la altura de la planta está relacionado con las cantidades de nitrógeno que se aplicaron, que fueron de 0 a 90 kg ha⁻¹.

Conclusión

En las condiciones del experimento se concluye que la inoculación de semillas de maíz con *Azospirillum brasiliense* favorece notablemente el crecimiento vegetativo en altura, área foliar total hasta los 60 DDS y la acumulación de masa seca de la raíz y parte aérea de la planta hasta los 65 DDS.

La aplicación de dosis crecientes de Nitrógeno hasta los 95 kg ha⁻¹ propicia el aumento del crecimiento vegetativo del maíz en altura.

Referencias bibliográficas

- Bashan, Y.; Holguin, G.; De Bashan, L. 2004. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997–2003). *Can J Microbiol* 50: 521–577.
- Coelho, A.; França, G. 1995. *Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação*. Informacoes Agronomicas, Piracicaba, n°71. *Arquivo do Agrônomico*, Piracicaba, 2:1-9.
- Da Silva, P. M.; Tsai, S. M.; Bonetti, R. 1999. Respuesta a la inoculación y a la fertilización nitrogenada para incrementar la producción y la fijación biológica de nitrógeno en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). En: Peña, J. J.; Zapata, F. (Eds.). *Aumento de la fijación biológica del nitrógeno en el frijol común en América latina*. Arreglos regionales Cooperativos para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nuclear en América Latina y el Caribe. p. 137-144.
- DEAG (Dirección de Extensión Agraria, Py) / MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Py). 2011. *Guía técnica de rubros agropecuarios* (en línea). San Lorenzo, PY Consultado el 27 de febrero del 2016. Disponible en <http://www.mag.gov.py/guía>.
- González, A.; Pérez, D.; Franco, O.; Balbuena, A.; Gutiérrez, F.; Romero, H. 2011. Respuesta de tres cultivares de maíz a la inoculación con *Azospirillum brasilense* bajo cuatro diferentes

dosis de nitrógeno. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. *Ciencia Ergo Sum*, 18 (1): 51-58.

García, F.; Muñoz, H.; Carreño, C.; Mendoza, G. 2010. Caracterización de cepas nativas de *Azospirillum* spp. y su efecto en el desarrollo de *Oryza sativa* L. “arroz” en Lambayeque / *Scientia Agropecuaria* 1: 107 – 116.

Holguin, G.; Bashan; M. E.; Puente, E.; Carrillo, A.; Bethlenfalvay, G.; Rojas, A.; Vázquez, P.; Toledo, G.; Bacilio, M.; Glick, B.; González De-Bashan, L.; Lebsky, V.; Moreno, M.; Hernández, P. 2003. Promoción del crecimiento en plantas por bacterias de la rizósfera: avances de investigación (en línea). *Rev. Agric. Técnica (MX)*. 29 (2): 201 - 211. Consultado el 17 de febrero del 2016. Disponible en www.redalyc.org/pdf/608/Resumenes/Resumen_60829210_1.pdf

Uso de *Azospirillum brasiliense* en el pasto *Brachiaria brizantha* en periodo invernal

Héctor Enmanuel Franco Benítez¹, Alba Liz González^{1*}, Ángel Iribas¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: alizgon@gmail.com

Introducción

La fertilización de las pasturas para el aumento de la productividad ha sido viable desde el punto de vista fisiológico, desarrollándose con los fertilizantes químicos de una manera significativa pero su principal inconveniente es el costo económico, lo que obliga a indagar con otras alternativas que permitan dejar un mayor margen de ganancias sin disminuir la productividad, siendo la inoculación con bacterias generalmente de costos más bajos que el empleo de fertilizantes químicos una de ellas, además de generar un menor impacto ambiental.

La asociación de inoculantes con fertilizantes nitrogenados contribuye a promover una reducción en las dosis de nitrógeno necesarias y aun así, obtener los mismos niveles de productividad. La inoculación con *Azospirillum* promueve el crecimiento radicular en numerosas especies vegetales permitiendo aumentar la tasa de absorción de agua y minerales de suelo debido a la proliferación de la raíz, la planta tiene una mayor capacidad de exploración de los nutrientes del suelo evitando que estos, al ser solubilizados en el agua, se vayan perdiendo (Punos et al. 2006)

Britez (2013) menciona que los beneficios de la inoculación con *Azospirillum spp.* han sido demostrados en numerosas oportunidades, sin embargo, la respuesta en condiciones de campo a menudo es poco consistente, por tal motivo la inoculación con esta bacteria está asociada a resultados impredecibles e inconstantes.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la inoculación con *Azospirillum*

brasiliense sobre parámetros productivos en el pasto *Brachiaria brizantha* en condiciones de campo.

Metodología

Esta investigación se llevó a cabo en una parcela situada en la ciudad de San Estanislao departamento de San Pedro latitud 24°37'31.75"S y longitud 56°32'2.47"O. Durante el periodo comprendido entre mayo a agosto de 2015, correspondiente a la estación invernal.

El clima es húmedo y lluvioso, humedad relativa del 70 al 80%. La temperatura media es de 23°C, la máxima en verano es de 35°C y la mínima de 10°C. Las lluvias se distribuyen en todas las estaciones, con un promedio mensual de precipitaciones de 129 mm, salvo en los meses invernales, durante los cuales la media baja a 52,2 mm.

El diseño experimental fue el de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos (T1= 0; T2= 312; T3= 625 y T4= 937 mL de inoculante ha⁻¹) y cuatro repeticiones, totalizando diez y seis unidades experimentales (UE). Cada UE con dimensiones de 4 m x 4 m totalizando 16 m² y separados entre sí por 1,5 m y 2 m entre bloques.

Fue utilizado un inoculante en base a *Azospirillum brasiliense* aplicado en las parcelas diluido en agua según cada tratamiento. La aplicación se realizó en una sola ocasión en el momento de inicio del experimento y las muestras fueron extraídas cada 45 días después de la aplicación de los tratamientos para su posterior registro.

Las variables evaluadas fueron materia seca, número de macollos y porcentaje de proteína bruta.

Para la determinación de la producción forrajera, los cortes se realizaron con desmalezadora a 7 cm del suelo, utilizando además un marco de 1 m² que fue el área de corte y de donde se extrajeron las muestras. Estas muestras fueron pesadas con balanza de precisión, para posteriormente obtener la producción de materia seca (kg ha⁻¹).

Para el número de macollos, se tomaron registros de las unidades más representativas de las parcelas, la proteína bruta se cuantificó por el análisis de Kjeldahl que consiste en el análisis químico para la determinación del contenido de nitrógeno, utilizado para estimar el contenido de proteínas en los alimentos y el resultado es expresado en porcentaje.

Para la determinación del efecto de los tratamientos sobre las variables en estudio, se aplicó el análisis de varianza (ANAVA), y la comparación de medias por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error utilizando el programa estadístico Infostat (Di Rienzo et al. 2015)

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en la producción de materia seca de la *Brachiaria brizantha* cv. MG4, pulverizadas con diferentes dosis de inoculante biológico *Azospirillum brasiliense* en dos periodos diferentes. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos aplicados en ambos periodos de cortes.

Tabla 1. Producción de materia seca de *Brachiaria brizantha* cv. MG4 sometidas a tratamientos con *Azospirillum brasiliense*. San Pedro, 2015.

Tratamientos	Dosis (ml ha ⁻¹)	Materia Seca (kg ha ⁻¹)	
		1° Corte	2° Corte
1	0	521,0	462,5
2	312	403,5	437,5
3	625	766,0	312,5
4	937	603,3	375,0
Promedio		573,4	396,8
CV (%)		35,1	21,8
DMS (p<0,05)		ns	ns

CV: Coeficiente de Variación; DMS: Diferencia Mínima Significativa; ns: no significativo.

El promedio general del primer periodo fue de 573,4 kg ha⁻¹, siendo que el testigo obtuvo 521,0 kg ha⁻¹ y los valores de los diversos tratamientos oscilaron entre 403,5 a 603,3 kg ha⁻¹. El promedio general del segundo periodo fue de 396,8 kg ha⁻¹, siendo que el testigo obtuvo 462,5 kg ha⁻¹ y los valores de los diversos tratamientos oscilaron entre 312,5 a 437,5 kg ha⁻¹. Esto indica que en las condiciones que se desarrolló el estudio no influyó sobre la producción de materia seca comportamiento que fue similar al obtenido por Ikezoe (2013) quien realizó la combinación del inoculante *Azospirillum* spp. con fertilizantes químicos en cultivo de gramíneas, en que tampoco encontró diferencias entre los tratamientos

aplicados. Por su parte Dávalos (2013) en un experimento en el que evaluó el efecto de la inoculación con bacterias *Azospirillum* spp. en la producción de maíz (*Zea mays* L.) tampoco obtuvo diferencias significativas en el rendimiento.

La disminución de la producción para el segundo corte se presentan también como consecuencia de los factores ambientales condicionantes del crecimiento dada la culminación del otoño e inicio del invierno momento en que se realizó el experimento, lo que da como resultado, menores alturas y esto se traduce en menor producción de biomasa y por ende menor producción de materia seca.

Los resultados referentes a número de macollos de *Brachiaria brizantha* cv. MG4, pulverizadas con tratamientos con diferentes dosis de inoculante biológico *Azospirillum brasiliense* se muestran en la Tabla 2. Tampoco se encontró

diferencias estadísticas significativas por efecto de tratamientos aplicados, lo que indica que la aplicación de *Azospirillum* no influyó sobre el número de macollos en ambos periodos.

Tabla 2. Número de macollos, de *Brachiaria brizantha* cv. MG4 sometidas a tratamientos de *Azospirillum brasiliense*. San Pedro, 2015.

Tratamientos	Dosis (ml ha ⁻¹)	Número de Macollos m ⁻²	
		1° Corte	2° Corte
1	0	2.601	2.669
2	312	2.500	2.601
3	625	1.681	1.600
4	937	1.544	1.600
Promedio		2.081,5	2.117,5
CV (%)		20	14
DMS (p<0,05)		ns	ns

*CV: Coeficiente de Variación; DMS: Diferencia Mínima Significativa; ns: no significativo.

El promedio general de número de macollos para el primer periodo fue de 2.081,5, siendo que el testigo obtuvo 2.601 macollos m⁻² y los valores de los diversos tratamientos oscilaron entre 1.544 a 2.500 macollos m⁻². El promedio general de número de macollos para el segundo periodo fue de 2.117,5, siendo que el testigo obtuvo 2.669 macollos m⁻² y los valores de los diversos tratamientos oscilaron entre 1.600 a

2.601 macollos m⁻². Comportamiento similar fue reportado por Ojuez et al. (2005) en cultivo de gramíneas con promedios de 2.000 macollos m⁻².

En la Tabla 3 se muestran los resultados del contenido proteico de la *Brachiaria brizantha* cv. MG4, sometidas a tratamientos con diferentes dosis de inoculante biológico *Azospirillum brasiliense*. En el primer corte se obtuvo diferencias

Tabla 3. Porcentaje de Proteína Bruta de *Brachiaria brizantha* cv. MG4 sometidas a tratamientos con *Azospirillum brasiliense*. San Pedro, 2015.

Tratamientos	Dosis (ml ha ⁻¹)	% Proteína Bruta	
		1° Corte	2° Corte
1	0	10,81 ab	11,17
2	312	11,89 a	11,24
3	625	9,16 b	11,58
4	937	11,31 ab	11,58
Promedio		10,79	11,39
CV (%)		10,01	5,61
DMS (p<0,05)		2,38	ns

*CV: Coeficiente de Variación; DMS: Diferencia Mínima Significativa; ns: no significativo

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p < 0,05).

estadísticas que favoreció a la dosis menor que resulta igual al testigo y a la dosis mayor pero diferente a la dosis recomendada. No se observan respuestas por efecto de los tratamientos ya que no hay diferencias estadísticas en el 2° corte.

El promedio general de la variable para el primer periodo fue de 10,79, siendo que el testigo obtuvo 10,81 % y los valores de los diversos tratamientos oscilaron entre 9,16 a 11,89 % PB.

El promedio de los dos cortes es ligeramente superior a los resultados obtenidos por Espínola (2010) que observó diferencias significativas en el primer periodo pero estos datos no son concluyentes, debido a que no existen diferencias entre el testigo y la dosis mayor lo que permite deducir que los efectos se debieron a otros factores que permitió que algunas parcelas tuvieran más o menos porcentaje de proteína bruta y no por efecto de los tratamientos.

En cuanto a la diferencia de resultados heterogéneos para un periodo y homogéneos para el otro periodo puede ser como consecuencia de las condiciones climáticas de la época y no precisamente del efecto de los tratamientos aplicados, donde el crecimiento estival de la pastura permite que la concentración de proteína bruta sea diferente en un mismo lapso de tiempo pero en diferentes estaciones, ya que es sabido que a un mayor crecimiento vegetativo disminuye el nivel de proteína bruta en las hojas, coincidiendo con (Jiménez et al. 2010) donde obtuvo mayores porcentajes de proteína bruta en épocas invernales.

Conclusión

No se observó la influencia del *Azospirillum* en los parámetros productivos evaluados solo en la cantidad de proteína encontrada en el primer corte por lo que se necesitan de otras evaluaciones con otras dosis y en otras épocas del año sobre todo en la estival donde existe mayor crecimiento y desarrollo de las pasturas.

Referencias bibliográficas

- Britez, AS. 2013. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de inoculante a base de *Azospirillum brasiliense* en maíz (*Zea mays* L.) Var. Karape pytâ. Tesis de grado. San Lorenzo PY, FCA. 47 p.
- Dávalos, D. 2013. Efecto de la inoculación con bacterias *Azospirillum* en la producción de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de grado. San Pedro del Ycuamandyyú PY, FCA. 43 p.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2015. Infostat versión 2015. Grupo Infostat. Universidad Nacional de Córdoba, AR. 336 p.
- Espínola, CJ. 2010. Establecimiento, determinación de rendimiento y calidad forrajera de diferentes especies del genero *Brachiaria*, en suelos granito. Tesis de Grado. San Lorenzo PY, FCA. 51 p.
- Ikezoe, AA. 2013. Efecto de la combinación de inoculante (*Azospirillum spp.*) con fertilizantes químicos en el rendimiento de sorgo. Tesis de grado. San Lorenzo PY, FCA. 33 p.
- Jiménez, OMM; Granados, L; Oliva, J; Quiroz, J; Barrón, M. 2010. Calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola* con fertilización orgánica e inorgánica en suelos ácidos. (en línea). Archivo zootécnico, Córdoba. v.59: 561-570 p. Consultado 18 de ene. de 2016. Disponible en <http://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v59n228/art9.pdf>
- Ojuez, C; Lauric, A; Siolotto, R; Ferraris, G. 2005. Efecto de la Fertilización Fosforada y la utilización de *Azospirillum* sobre el rendimiento del cultivo de Trigo. Campaña 2004-05. (en línea). Bolivia, INTA. Consultado el 01 de dic. 2015, Disponible en http://www.nitrasoil.com.ar/docs/trigo/inta_bolivar_04.pdf
- Punos, LM; Iglesias, MC; Sotelo, C. 2006. Utilización de inoculantes conteniendo *Azospirillum* en el cultivo de sorgo granífero. (en línea). Corrientes, AR. Consultado 08 de ago. 2014. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-agricultura/maiz/articulos/utilizacion-inoculantes-conteniendo-azospirillum-t2340/417-p0.htm>

Fertilización nitrogenada y su efecto en el pasto Tifton 85 (*Cynodon* spp.)

Marcos Aurelio Melgarejo Ledesma¹, Alba Liz González^{1*}, Jorge Daniel Caballero¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: alizgon@gmail.com

Introducción

La fertilización en pasturas busca aumentar su productividad y calidad, así como la capacidad de carga y la producción por animal. Se enfatiza la aplicación del nitrógeno debido al alto requerimiento de las especies forrajeras y por la limitante de este elemento en condiciones tropicales, tanto la aplicación líquida como sólida de este elemento solo se diferencia en la uniformización de la aplicación puesto que el proceso metabólico para la absorción es el mismo en ambos casos (Mejía et al. 2014).

La fertilización química ha reportado cuantiosas pérdidas en la aplicación a campo, por lo que los productores recurren cada vez más a fuentes nitrogenadas orgánicas producidas en el propio establecimiento con la formación de estercoleros (Drumont et al. 2006).

El *Cynodon* spp. Cv Tifton 85 presenta variadas características de mejora respecto a los otros de su mismo género como porte más elevado, colmos más comprimidos, una mayor lámina foliar con una coloración más oscura por su abundancia de fotosintetizadores y posee rizomas de mayor tamaño (Burton et al. 1993).

El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta del pasto Tifton 85 con diferentes fuentes de fertilización nitrogenada.

Metodología

El experimento se desarrolló en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNA, en la ciudad de San Lorenzo, departamento Central, desde Abril a Octubre de 2016.

Los tratamientos y las fuentes utilizadas se detallan en la Tabla 1, con tres repeticiones dispuestas en un diseño en Bloques Completos al Azar.

El pasto utilizado es *Cynodon* spp. Cv Tifton 85. Las variables evaluadas fueron: producción de materia seca por corte, producción de materia seca acumulada, tenor de proteína bruta (PB), Fibra Detergente Ácida (FDA), Fibra Detergente Neutra (FDN), grasa y Energía Metabolizable (EM).

La altura de cada unidad experimental fue monitoreada semanalmente en diez puntos aleatorios (formato zigzag) a modo de obtener una media y así determinar el momento de corte. Los cortes fueron realizados cuando la altura media del dosel fuera de 25 cm.

Tabla 1. Tratamientos y fuentes nitrogenadas utilizadas en el experimento.

Tratamiento	Fuente nitrogenada	Cantidad en kg ha ⁻¹
T1	Ninguna	0
T2	Urea	600
T3	Estiércol bovino	10.000
T4	Estiércol ovino	10.000

Los datos obtenidos fueron sometidos a Análisis de Varianza y a prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error con el programa estadístico Infostat (Di Rienzo et al. 2013).

Resultados y discusión

En la Tabla 2 se presenta los resultados de las medias obtenidas en la producción forrajera (kg MS ha⁻¹) por corte y acumulado durante el periodo otoño invierno. Los resultados de análisis de varianza indican que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos aplicados para estas variables de producción forrajera y se obtuvo un promedio de 2.780 y 9.955 kg MS ha⁻¹, respectivamente.

La similar producción forrajera entre los tratamientos aplicados por corte y acumulado podría deberse a las condiciones climáticas imperantes durante el transcurso del experimento, sobre todo por las temperaturas bajas e inclusive la incidencia de heladas durante el desarrollo del experimento, los cuales ocasionaron disminución en la velocidad de crecimiento, independientemente de las fuentes de nitrógeno aplicadas. Similares resultados fueron reportados por Anasenko et al. (2013) al someter al pasto Tifton 85 a diferentes dosis de N en el periodo otoño invernal. Para Pedreira y Tonato (2013), aunque los pastos del género *Cynodon* están adaptados a una amplia variedad de zonas climáticas, estos dejan de responder de manera eficiente a la fertilidad y al tenor de

Tabla 2. Producción forrajera en kg de materia seca por hectárea del pasto tifton 85, San Lorenzo, 2016.

Tratamientos	Producción por corte en kg	Producción acumulada en
	MS ha ⁻¹	kg MS ha ⁻¹
T1	2.987 ^{ns}	8.962 ^{ns}
T2	3.165	11.478
T3	2.667	9.718
T4	3.226	9.680
Media General	2.780	9.955
CV %	12,16	12,72

CV: Coeficiente de variación, ns: no significativo al 0,005 por el test de Tukey.

humedad como lo hacen en el periodo estival, si se encuentra por debajo de los valores de temperatura base para el crecimiento en la franja de 15 y 17°C. Los valores medios de producción por corte en kg ha⁻¹ se aproximan a lo mencionado por González (2013), de 2.800 kg ha⁻¹ de MS producida en promedio en el Pasto Tifton 85 con cantidades crecientes de fertilización nitrogenada en el periodo otoño invernal.

El valor promedio de la producción acumulada casi duplica la media obtenida por Alvim et al. (1999) de 5,3 t MS ha⁻¹ en Pasto Tifton 85 en el periodo otoño invernal con 600 kg ha⁻¹ año de N.

En la Tabla 3 se presenta los valores de la calidad bromatológica del pasto Tifton 85 sometido a diferentes fuentes de fertilización nitrogenada. No se

obtuvieron diferencias estadísticas significativas en ninguna de las variables de calidad bromatológica.

En cuanto a lo que respecta los valores de PB, varios son los experimentos que indican que acorde aumenta la dosis de N asimilable por la planta, aumenta el tenor de PB en la misma, este fenómeno se observa principalmente en el periodo estival, no se halló diferencias significativas probablemente por la ocurrencia de heladas. El valor medio de PB es menor a los reportados por Rocha et al. (1999) cuya media es de 11,69% en pasto Tifton 85 sometido a fertilización de 400 kg de N ha⁻¹ año en el periodo otoño invierno.

En cuanto a la FDA y FDN, estas variables están fuertemente ligadas al régimen pluviométrico y a la edad en el que el pasto fue cortado, ya que todos

Tabla 3. Valores de la calidad bromatológica del Pasto Tifton 85, San Lorenzo, 2016.

Tratamientos	PB (%)	FDA (%)	FDN (%)	Grasa (%)	EM (Mcal kg ⁻¹)
T1	6,48	50,78	81,23	1,37	2,01
T2	9,38	47,28	79,3	1,6	2,1
T3	7,12	47,63	80,65	1,4	2,09
T4	6,21	48,82	82,24	1,41	2,06
Media	7,3	48,62	80,85	1,44	2,06
CV%	22,96	5,7	3,7	15,24	3,65

*PB: Proteína Bruta, FDA: Fibra de Detergente Ácida, FDN: Fibra de Detergente Neutra, EM: Energía Metabolizable, CV: Coeficiente de variación.

los tratamientos recibieron riego a capacidad de campo y fueron cortados a una misma altura, en los resultados obtenidos no se observan diferencias significativas. Para Guimarães y Gomes (2010) en sus experimentos con pasto Tifton 85 sometido a diferentes dosis de N arrojaron una media de 45,3% de FDA, resumiendo que este aumenta positiva y linealmente con el incremento de la dosis de N y la edad de la planta. Resultados similares obtuvieron De Sousa et al. (2001) con una media más elevada al 82,99% de FDN en Tifton 85 sometido a diferentes dosis de N, por otro lado Guimarães y Gomes (2010) obtuvieron un valor medio 84,2% de FDN en pasto Tifton 85 sometido a diferentes dosis de N y diferentes edades de corte.

El porcentaje de grasa de un pasto en particular se diferencia entre géneros de pastos, el fotoperiodo, la edad de la planta y el tenor de N asimilable en el suelo, aumenta su contenido acorde aumenta el N asimilable y disminuye acorde la planta va senesciendo, de este modo siendo un material uniforme y las demás condiciones ambientales ya citadas influyeron en la uniformidad de esta variable. Miranda y Osorio (2012) en sus estudios sobre diferentes tipos de pastos, obtuvo en el género *Cynodon* arrojó una media de 1,8% de Grasa, superior a la media obtenida en esta investigación.

La cantidad de energía metabolizable está directamente ligada a la composición celular de la planta, tanto como el contenido intra celular y la composición estructural de la pared celular, de modo que, si el tenor de FDA no es significativamente diferente entre los tratamientos, debidamente la EM se comportará de la misma manera, puesto que, la cantidad

de FDA incide directamente en la cantidad de energía que puede aportar el pasto.

La media general de la Energía Metabolizable de los tratamientos es superior a los reportados por Azcárate y Pordomingo (2006) cuya media es de 1,98 Mcal kg⁻¹ en heno de *Cynodon*, mientras para Granados et al. (2014) obtuvo 2,03 Mcal kg⁻¹ en ensilaje de pasto. Puesto que las variables de FDA y FDN anteriormente citadas no presentan variaciones en ninguno de los tratamientos, el valor de la digestibilidad general de los nutrientes no presentará variaciones, debido a que el valor de estos parámetros es directamente proporcional al contenido intracelular y a la digestibilidad del pasto.

Conclusión

Se concluye que no hubo respuestas significativas del Pasto Tifton 85 a las distintas fuentes de fertilización nitrogenada durante el periodo otoño-invernal, probablemente a causa del escaso crecimiento de la planta en dicho periodo del año, sobre todo por la disminución del fotoperiodo y las bajas temperaturas registradas.

Referencias bibliográficas

- Alvim, M; Ferreira, D; Da Silva, R; Andrade, M. 1999. Resposta do tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes (en línea). Pesq Agropec Bras. 34(12). Consultado 11 Sep. 2016. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X1999001200022
- Anasenko, K; Vilela, L; Gonçalves, G; Guerra, A; Da

- Silva, J. 2003. Manejo da adubação nitrogenada de tensões hídricas sobre a produção de matéria seca e índice de área foliar de tifton 85 cultivado no cerrado (en línea). *Revista Brasileira de Zootecnia* 32(2):268-275. Consultado 11 Sep. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbz/v32n2/16587.pdf>
- Azcárate, J; Pordomingo, A. 2006. Valor nutritivo de forrajes, granos y suplementos disponibles en la región de influencia del INTA Anguil (en línea). AR, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária, Anguil. Consultado 24 Oct. 2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/06-inta_anguil.pdf
- Burtom, G. 1993. Tifton 85 bermudagrass early history of its creation, selection, and evaluation. (en línea). USA. *Crop sciences*. 41: 5-6 Consultado 6 Sep. 2016. Disponible en: <https://books.google.com.py/books?id=gCAGCgAAQBAJ&pg=PA3&lp-g=PA3&dq=.+Manejo+de+pastos+y+forrajes+tropicales:+m+ejora+gen%C3%A9tica+en+pastos+tropicales.+Maracaibo&source=bl&ots=r-Xyyx3qSNm&sig=shpHrCqJkOpwaCyaZPolNYu2cs&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi14qT9uOLQAhXKipAKHYH6C9AQ6AEIJTA-B#v=onepage&q=.%20Manejo%20de%20pastos%20y%20forrajes%20tropicales%3A%20mejora%20gen%C3%A9tica%20en%20pastos%20tropicales.%20Maracaibo&f=false>
- De Sousa, J; Giolo, R; Gonçalves, J; Da Silva, L; De Oliveira, M; Guedes, D. 2001. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) submetido a doses de nitrogênio (en línea). Brasil, Universidade Federal do Mato Grosso. Consultado 18 Sep. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/asas/v33n2/a05v33n2.pdf>
- Di Rienzo, J; Balzarini, M; Casanoves, F; González, L; Tablada, M 2013. Software Estadístico Infostad. (en línea). Universidad Nacional de Córdoba, Ar. Consultado el 18 de Septiembre de 2016. Disponible en <http://www.infostad.com.ar>
- Drumond, L; Zanini, J; Aguiar, A; Rodrigues, G; Fernandes, A. 2006. Produção de Matéria Seca em Pastagem de Tifton 85 irrigada, com diferentes doses de Dejeito líquido de Suíno (en línea). Universidad de Uberaba, Brasil. Consultado el 7 de septiembre de 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/%0D/eagri/v26n2/10.pdf>
- González, B. 2013. Manejo de pastos y forrajes tropicales: mejora genética en pastos tropicales. Maracaibo, Ve, Astro Data S.A. 283 p.
- Guimarães, K; Gomes, O. 2010. Valor nutritivo del pasto Tifton 85 sobre dosis de Nitrógeno y edades de Corte (en línea). Consultado 23 Sep. 2016. Disponible en www.fmvz.unesp.br/rvz/index.php/rvz/article/view/59/76
- Mejía, A; Ochoa, R; Medina, M. 2014. Efecto de diferentes dosis de fertilizante compuesto en la calidad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.) (en línea). *Pastos y Forrajes* 37(1). Consultado 11 Septiembre 2016. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942014000100004
- Miranda, J; Osorio, J. 2012. Análisis de gramíneas tropicales y simulación de producción potencial de leche (en línea). Honduras, Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria. Consultado 24 Oct. 2016. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1042/1/T3293.pdf>
- Pedreira, C; Tonato, F. 2013. Capins do gênero *Cynodon* e seu manejo (en línea). Brasil, Departamento de Zootecnia da ESALQ-USP. Consultado 24 Oct. 2016. Disponible en <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/pastagens/capins-do-genero-cynodon-e-seu-manejo-85445n.aspx>
- Rocha, G; Evangelista, A; Lima, J. 1999. Nitrógeno en la producción de materia seca, tenor y Rendimiento de proteína bruta en gramíneas tropicales (en línea). *Pasturas Tropicales* 22(1). Consultado 12 Sep. 2016. Disponible en http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/PAST2211.pdf
- Villalobos, L; Sánchez, J. 2010. Evaluación agronómica y nutricional del pasto Ryegrass Perenne Tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica (en línea). Centro de Investigaciones en Nutrición Animal y Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. San José, CR. Consultado 24 Oct. 2016. Disponible en http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S037794242010000100004&script=sci_arttext

Efecto de la fertilización mineral y orgánica sobre el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) en el Distrito de Santa Rosa, Misiones

Fátima Yrala¹, Olga Medina^{1*}, Juan Avalos¹, Julio Salas¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Filial Santa Rosa, Misiones, Paraguay.

*Autor para correspondencia: ma.olga.medina@gmail.com

Introducción

Aunque el país presenta condiciones de suelo y clima favorables para el cultivo del maíz, el rendimiento sigue reflejando profundos altibajos como consecuencia del mal manejo del cultivo, entre los cuales se puede destacar la falta de conocimientos sobre tecnologías que pueden implementarse para aumentar la producción, como así también, la época adecuada de siembra, la densidad de siembra y los cuidados culturales que requiere el cultivo, además de contar con un soporte financiero para utilizar fertilizantes químicos y/o orgánicos.

El elevado costo de los fertilizantes es un factor que limita su uso por parte de los agricultores. Sin embargo, el prolongado uso de los suelos demanda la restitución de los nutrientes extraídos por la planta. Ante esta situación es indiscutible la necesidad de fertilizar los cultivos, el cual juega un factor importante en el establecimiento y la producción. La fertilización es una práctica que se realiza con el objetivo de enmendar las deficiencias químicas y biológicas del suelo. Actualmente, la utilización de fertilizantes constituye una práctica fundamental para la obtención de una buena cosecha.

La materia orgánica del suelo es uno de los factores más importantes para determinar la productividad del suelo en forma sostenida. Al estiércol se le asigna una composición de 0,5% de N (5 kg t⁻¹), 0,125% de P (1,25 kg t⁻¹), y 0,4% de K (4 kg t⁻¹), contiene también los demás nutrientes esenciales en cantidades diversas pero, casi siempre en proporciones semejantes a las que requieren las plantas. Al estar expuesto al sol y la intemperie, el estiércol pierde en general

su valor, se debe evitar el uso del estiércol fresco, debido a que puede tener gérmenes de enfermedades, semillas de malas hierbas que se pueden propagar en los cultivos; por lo que es casi imposible abastecer las necesidades de los cultivos sólo mediante el estiércol (Thompson y Troeh 2002).

El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar el efecto de la fertilización mineral y orgánica sobre el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.), de tal forma a proporcionar datos referentes a alternativas de fertilización química y orgánica para recomendar su uso en el cultivo.

Metodología

El experimento fue llevado a cabo en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA, UNA), Filial Santa Rosa Misiones. La precipitación registrada durante el periodo de investigación fue de 922 mm (Estación Meteorológica de la FCA, UNA, Filial Santa Rosa, Misiones). Las condiciones del suelo de la parcela experimental de acuerdo a los resultados del análisis del suelo y la tabla de interpretación de resultados son: pH 5,40 la cual indica que el suelo es ácido, el suelo cuenta con un nivel medio de materia orgánica, nivel bajo de fósforo y de potasio, la textura del suelo es arenosa.

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales.

Los tratamientos utilizados fueron: (T₁) testigo; (T₂) estiércol vacuno 40 t ha⁻¹, (T₃) estiércol

vacuno 40 t ha⁻¹ + 20-30-25 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O, (T₄) estiércol vacuno 40 t ha⁻¹ + 40-60-50 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O, (T₅) estiércol vacuno 40 kg ha⁻¹ + 60-90-75 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O, en donde el fertilizante orgánico fue aplicado en su totalidad antes de la siembra, no así los fertilizantes minerales como el nitrógeno que fue aplicado el 40% junto con el total de fósforo y potasio, y el 60% del nitrógeno restante fue aplicado a los 45 días posteriores de la primera aplicación.

La preparación de suelo se realizó por medio del sistema convencional, con el paso de una arada, seguida de la aplicación de cal agrícola (carbonato de calcio) conforme a los resultados de análisis de suelo, de forma manual distribuyendo al voleo sobre la superficie del suelo.

El material genético utilizado fue semilla híbrida de maíz Morgan 30A37. La siembra se realizó de forma manual depositando una semilla por hoyo, con un marco de plantación de 70 cm entre hilera y 25 cm entre plantas, con una densidad de plantación de 75.000 plantas ha⁻¹. La cosecha se realizó de forma manual.

La variable evaluada fue rendimiento de granos expresado en kg ha⁻¹. Para el análisis de los datos fue realizado el análisis de varianza y la prueba

de comparación de medias.

Resultados y discusión

Para el rendimiento de granos de maíz, la fertilización mineral y orgánica presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Figura 1).

El aumento significativo del T₅ pudo deberse a la aplicación de fertilizante orgánico y a la mayor dosis de fertilizante mineral, lo cual coincide con lo mencionado por Thompson y Troeh (2002), el estiércol es la principal fuente de fertilizante orgánico y su apropiado manejo es una excelente alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez mejorar las características físicas y químicas del suelo.

Por lo mencionado anteriormente, se puede destacar que el T₂ (estiércol vacuno 40 t ha⁻¹) presenta diferencia significativa con respecto al T₁ (testigo), y esta diferencia se podría atribuir a la fertilización orgánica, el cual aporta varios beneficios como: mejora las condiciones del suelo en general, mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo, tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar más humedad, mejorando significativamente de esta manera su fertilidad (FAO/IFA 2002).

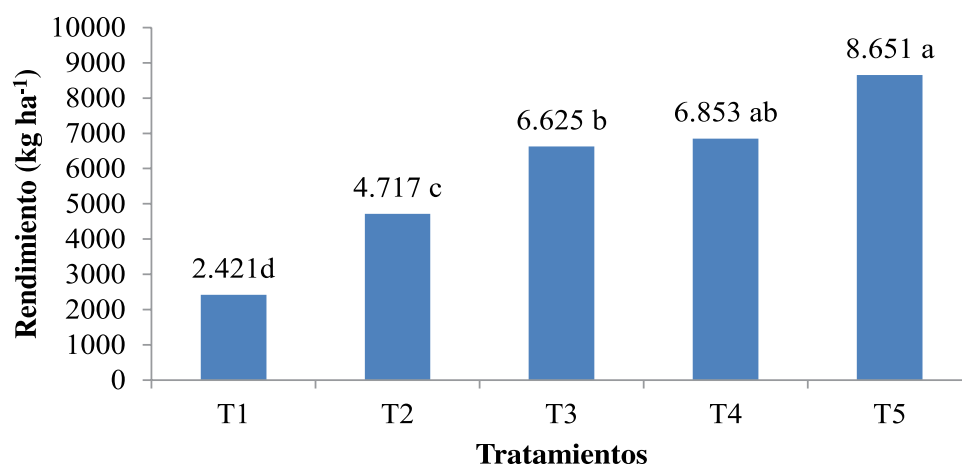


Figura 1. Rendimiento en kg ha⁻¹ de granos de maíz (*Zea mays* L). Híbrido Morgan 30A37, en relación a la fertilización química y orgánica. FCA-UNA. Filial Santa Rosa-Misiones, Paraguay. 2016.



El T₂ comparando con los demás tratamientos (T₃, T₄ y T₅) presentó bajo rendimiento y diferencias estadística significativas; esto puede deberse a lo mencionado por Urbano (2001), en el cual menciona que la materia orgánica por sí sola no es suficiente para lograr el nivel de producción que se desea, los fertilizantes minerales tienen que ser aplicados adicionalmente.

El nitrógeno es un regulador que gobierna en considerable grado el uso de potasio, el fósforo y otros constituyentes, por lo que su efecto fue considerable (Thompson y Troeh 2002), también Pearson (2008), afirma que el nitrógeno es el elemento más importante para asegurar altos rendimientos en maíz.

El papel del fósforo es importante ya que estimula la formación y el crecimiento temprano de las raíces, favoreciendo un arranque vigoroso y rápido de la planta. Estimula la floración, acelera la madurez y ayuda a la formación de la semilla (Graetz 2010).

También el potasio ha sido influyente ya que el mismo incide en factores como la cantidad de granos por mazorca en el maíz, regula la apertura estomática y por lo tanto afecta el proceso de fotosíntesis como así también la eficiencia de uso de agua, determinando de esta manera el rendimiento final del cultivo (Urbano 2001).

Conclusión

Con la aplicación de fertilizante orgánico y la mayor dosis de fertilizantes minerales se obtiene un aumento significativo en el rendimiento de granos del maíz.

Referencias bibliográficas

- FAO, IFA (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes). 2002. Los Fertilizantes y su uso. 4 ed. Roma. 77 p.
- Graetz, H. 2010. Manuales para educación agropecuaria: suelos y fertilización. México, Trillas. 103 p.
- Parsons, D. 2008. Maíz. 3 ed. MX, Trillas. 72 p.
- Thompson, L; Treh, F. 2002. Los suelos y su fertilidad. 4 ed. España, Reverte. 649 p.
- Urbano, T. 2001. Tratado de fitotecnia general. 2 ed. Bilbao. España, GRFO, S.A. 895 p.

Efecto de correctivos sobre el pH y aluminio intercambiable en un Entisol de Santiago Misiones

María Auxiliadora Martínez Cantero^{1*}, Eugen Luis Closs Ferrerira¹, Waldir Vera Villalba¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: mauxiloly@hotmail.com

Introducción

Para que los nutrientes puedan ser eficientemente aprovechados por los cultivos deben estar disponibles en el suelo en cantidades suficientes y en relaciones equilibradas. Para el logro y mantenimiento de esas condiciones de equilibrio es necesarias la aplicación de prácticas agronómicas en forma racional. La fertilización y corrección de la acidez de los suelos resultan satisfactorias cuando son realizadas en base a los resultados de análisis de suelo.

Los suelos derivados de basaltos, granitos y sedimentos varios en zonas tropicales y subtropicales húmedas, como en gran parte la Región Oriental del Paraguay, experimentan un proceso natural, que es la acidificación. Este fenómeno es dinámico y constante, por eso existe la necesidad de aplicar correctivos en intervalos de 4 a 5 años, en áreas de producción agrícola.

Los suelos más afectados por la acidificación en el Paraguay son los suelos basálticos desde Itapúa, Alto Paraná, Canindeyú hasta Amambay; así como parte de Caazapá, Guairá y Caaguazú. Suelos menos afectados por acidez se originan de sedimentos varios y del basamento cristalino, ubicándose en la zona oeste de la Región Oriental. Mientras que suelos derivados de sedimentos recientes localizados en casi toda el área chaqueña, Neembucú, y parcialmente en Central, Cordillera y San Pedro, registran regiones con problemáticas puntuales.

Factores de origen antrópico como ser la desaparición de la cobertura vegetal protectora, la pérdida por erosión de la capa arable, la remoción de bases por las cosechas y el uso intenso de

abonos químicos amoniacales, contribuyen a la acidificación.

El trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de los diferentes correctivos en el pH y aluminio intercambiable de un suelo del Distrito de Santiago, Departamento de Misiones.

Metodología

La investigación se realizó en el Departamento de Misiones, Distrito de Santiago, Compañía Caaguazú, propiedad del Señor Luis Alberto Closs Ayub. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques al Azar (DBA) con cinco tratamientos y cinco repeticiones, totalizando 25 unidades experimentales. Los tratamientos utilizados en el trabajo de investigación fueron los siguientes: T₁: Testigo (sin correctivos); T₂: cal agrícola dolomítica (4.000 kg ha⁻¹); T₃: cal agrícola calcítica (4.383 kg ha⁻¹); T₄: polvo de basalto (4.383 kg ha⁻¹); T₅: sulfato de calcio (Yeso) (3.700 kg ha⁻¹). Cabe resaltar que las dosis de los correctivos se realizaron de acuerdo al análisis de suelo. La aplicación de tratamiento se realizó de forma manual al voleo, distribuyendo lo más uniforme posible posteriormente a la aplicación se realizó la incorporación al suelo con una pasada de rastra a tracción mecánica.

Las variables evaluadas en el suelo fueron Acidez (pH) y aluminio intercambiable; analizados a los 30, 60 y 90 días después de su aplicación. El muestreo de suelo se realizó a una profundidad de 0 - 15 cm. Así mismo se calculó el costo de aplicación de los correctivos en Gs ha⁻¹. El periodo experimental tuvo una duración de tres meses iniciando el mes de marzo y culminando en el mes junio de 2015.

Los análisis de suelos mencionados fueron realizados en el Laboratorio de análisis de suelo de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Casa Matriz siguiendo la metodología de Tedesco et al. (1995).

La evaluación de los costos se realizó estimando todos los gastos incurridos en la implementación de los tratamientos según la metodología de Guerra (1992) por medio de un presupuesto parcial. Los datos de las variables fueron sometidas al análisis de varianza (ANAVA) con el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo et al. 2013). Las medias que presentaron diferencias estadísticas fueron sometidas a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Los tratamientos T₂ y T₃ tuvieron un aumento importante en los valores de pH, así como la neutralización del Al³⁺, respecto al testigo y a los demás tratamientos, en la evaluación realizada a los 30 y 60 días para el pH y 30 días para el aluminio. A los 90 días se aprecia en el T₂ un leve descenso del pH, así como un descenso importante del pH en el T₃. Vale resaltar que en el T₃, también se observa un aumento importante en el valor del Al³⁺, siendo este, un comportamiento atípico considerando el periodo de evaluación y comparando con el T₂ que también es un carbonato (Tabla 1).

Tabla 1. Acidez activa (pH) y aluminio intercambiable (Al³⁺), con la adición de diferentes correctivos. Departamento de Misiones, Distrito de Santiago, 2015.

Tratamientos	pH			Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	
	30 días*	60 días	90 días	30 días	90 días
T ₁ (Testigo)	4,54 b	4,68 b	4,40 c	1,62 a	1,72 a
T ₂ (Dolomítica)	6,46 a	6,43 a	5,76 a	0,00 b	0,00 c
T ₃ (Calcítica)	6,10 a	6,15 a	5,30 ab	0,02 b	0,96 b
T ₄ (Polvo de basalto)	4,50 b	4,94 b	4,60 bc	1,56 a	1,60 a
T ₅ (Yeso)	4,12 b	4,51 b	4,14 c	1,96 a	1,96 a

*Promedios seguidos por letras diferentes en la columna son diferentes por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad del error.

Por el contrario, el yeso y el polvo de roca de basalto no tuvieron efecto, pues los resultados son similares al testigo.

Molina (2008), menciona que la dolomita reacciona más lentamente en el suelo que la calcítica, lo cual concuerda con los resultados investigación.

Cada correctivo contó con un costo diferente donde la dolomítica fue adquirida por 1.750 Gs., calcítica

1.000 Gs., polvo de basalto 3.000 Gs. y yeso 4.000 Gs. Los costos utilizados para preparación de suelo, aplicación de tratamientos, análisis de suelo, monitoreo, entre otros, fue un valor de 5.562.000 Gs.

El T₄ es el que arrojó un menor costo con 1.769.300 Gs ha⁻¹ y el que presentó mayor costo fue el T₅ con 4.661.000 Gs ha⁻¹. El T₂ y el T₃ fueron los que presentaron un costo medio con 2.731.000 Gs ha⁻¹ y 2.207.600 Gs ha⁻¹, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Estimación del costo de la de aplicación de correctivos por hectárea. Departamento de Misiones, Distrito de Santiago, 2015.

Tratamientos	Costo Gs ha ⁻¹
T ₂ (Dolomítica)	2.731.000
T ₃ (Calcítica)	2.207.600
T ₄ (Polvo de basalto)	1.769.300
T ₅ (Yeso)	4.661.000

Conclusión

La aplicación de cal agrícola dolomítica y calcítica reducen la acidez. La reducción de la acidez del suelo ya se verifica a los 30 días de la aplicación de la cal agrícola.

El polvo de roca de basalto y el yeso agrícola no reducen la acidez del suelo.

Referencias bibliográficas

- Di Rienzo, JÁ; Casanoves, F; Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2013. InfoStat versión 2013 (en línea). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Consultado 03 ago 2014. Disponible en <http://www.InfoStat.com.ar>.
- Guerra, G. 1992. Manual de administración de empresas agropecuarias. 2. ed. San José, CR, IICA. 557 p.
- Molina, E. 2008. Encalado para corrección de la acidez del suelo. Asociación costarricense de la ciencia del suelo (en línea). San José de Costa Rica. Consultado 13 ago 2014. Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=OET.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=024160>
- Tedesco, MJ; Gianello, C; Bissani, CA; Bohnen, H; Volkweiss, SJ. 1995. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Brasil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 174 p.

Efecto de barbechos en la acumulación de agua en el perfil del suelo para cultivos agrícolas en el Chaco Central paraguayo

Antero J. N. Cabrera^{1*}, Edgar Amarilla¹, Adán Oporto¹, Fanni Ruiz¹, Mathew Giesbrecht²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Servicio Agropecuario, Cooperativa Chortitzer Ltd.

*Autor para correspondencia: ajncabrera@hotmail.com

Introducción

El Chaco Central es parte del Chaco Paraguayo, coloquialmente referente a un área de alto desarrollo agroganadero, aproximadamente 400 km al norte de Asunción. La zona se extiende en las subregiones Chaco Subhúmedo y Semiárido (Naumann 2006), con precipitaciones concentradas en el periodo estival.

Giesbrecht (2011) indica que la agricultura sustentable es solamente posible mediante el uso de prácticas que conservan la fertilidad del suelo como: cultivos de cobertura, siembra directa, entre otros. El mismo autor describe que el manejo integrado del agua en el suelo es una exigencia para asegurar la producción agrícola.

Así, este trabajo explica el efecto de diferentes prácticas de barbecho como medidas de un manejo integrado del agua en el perfil del suelo. El mismo puntualiza el efecto de los sistemas de barbecho sobre el contenido de humedad del suelo y la producción de materia seca de avena negra (*Avena strigosa*).

Metodología

El ensayo fue realizado en el Campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, en Neuland (22°34'23.90"S, 60° 5'43.92"O), en una superficie de 3,9 ha, entre los meses de diciembre de 2015 y julio de 2016.

El mismo tuvo las características propias de ensayos en finca de productores (Rempel 2002). Esto, en el marco de evaluación de prácticas que contribuyan a mantener la fertilidad del suelo en sistemas de producción agrícola.

El suelo del sitio es arenoso de tipo Regozol (pH 6,5, MO 1,3%, P 7 ppm). El área ha sido utilizada en agricultura de secano por aproximadamente 20 años y fue labrada con una rastra de discos en toda su superficie a principio de diciembre 2015. Fueron instalados cuatro tratamientos con Barbecho, dispuestos en franjas con orientación este/oeste, mientras la siembra del cultivo tuvo una orientación norte/sur. Durante los trabajos no se utilizó agua adicional. La precipitación total y mensual puede observarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Precipitación mensual en el sitio de producción de avena negra con diferentes sistemas de barbecho en la localidad de Neuland, Chaco Paraguayo.

Mes	mm
12/2015	133
01/2016	61,2
02/2016	133,4
03/2016	144,4
04/2016	79,4
05/2016	39
06/2016	7,4
07/2016	1,8
Σ	599,6

Fuente: Estación Neuland (Centro), Fecoprod – Agroclimate <http://fecoprod.agroclimate.org>

El cultivo de avena negra recibió desde su siembra hasta la cosecha 54 mm de precipitación.

Como fue mencionado, fueron ensayados cuatro diferentes sistemas de barbecho (Tabla 2), combinados para su evaluación con tres diferentes profundidades (0-30, 30-60, 60-90 cm). Entonces, fue considerado un arreglo factorial de tratamientos distribuidos en un diseño completamente aleatorio.

Las variables evaluadas fueron el porcentaje de humedad del suelo (%) y la producción de MS del cultivo avena negra ($t\ ha^{-1}$). La determinación de la humedad del suelo se realizó en laboratorio por el método del secado a horno.

El cálculo se realizó en base a la fórmula: $Peso = (Mh - Ms) / (Ms - Mr) * 100$ (Mh = peso recipiente más la muestra de suelo húmedo g, Ms = peso recipiente más la muestra de suelo seca g, Mr = peso recipiente g).

Tabla 2. Tratamiento y descripción esquemática del manejo en ensayo de producción de avena negra con diferentes sistemas de barbecho en la localidad de Neuland, Chaco Paraguayo.

Tratamiento	Descripción ¹
Barbecho convencional (Testigo)	Sin manejo, malezas: <i>Cenchrus</i> sp., <i>Portulaca</i> spp., <i>Boerhavia</i> spp., entre otras ($MS\ 0,5\ t\ ha^{-1}$). Siembra de avena negra ($30\ kg\ ha^{-1}$)*
Barbecho con manejo químico	Labranza mínima, seguida de dos aplicaciones de Glifosato $3\ L\ ha^{-1}$ y $2,4\ D\ 2\ L\ ha^{-1}$ <i>Cenchrus</i> sp., <i>Portulaca</i> spp., <i>Boerhavia</i> spp., entre otras ($MS\ 0,2\ t\ ha^{-1}$). Siembra de avena negra ($30\ kg\ ha^{-1}$)
Barbecho con manejo mecánico/químico	Dos labranzas mínimas y una aplicación de Glifosato $3\ L\ ha^{-1}$ y $2,4, D\ 2\ L\ ha^{-1}$ <i>Cenchrus</i> sp., <i>Portulaca</i> spp., <i>Boerhavia</i> spp., entre otras ($MS < 0,1\ t\ ha^{-1}$). Siembra de avena negra ($30\ kg\ ha^{-1}$)
Barbecho pre-cultivo y manejo químico	Una labranza mínima para siembra de <i>Brachiaria ruziziensis</i> 01/2016 ($2,8\ t\ ha^{-1}\ MS$), una aplicación de Glifosato $3\ L\ ha^{-1}$ y $2,4\ D\ 2\ L\ ha^{-1}$ 02/04/2016. Siembra de avena negra ($30\ kg\ ha^{-1}$)

¹ Actividades en cada parcela desde 12.2015 a 07.2016; *Siembra de avena negra 2/05/2016 ($30\ kg\ ha^{-1}$)

El método utilizado para determinación de MS en avena negra fue el secado en estufa a $105^{\circ}C$ por 48 h. Los datos fueron analizados mediante el uso del paquete de análisis estadístico InfoStat (Di Rienzo et al. 2016).

Resultados y discusión

El porcentaje de humedad en el suelo, presentado en la Tabla 3, mostro ser estadísticamente superior ($p < 0,05$) para el barbecho con manejo de malezas mecánico/químico que el barbecho sin tratamiento. El laboreo de suelos convencional en la región, en términos del tiempo entre el trabajo y la siembra, es común que se reduzca a solo algunos días. La evidencia reportada indica que la acumulación de agua se ve directamente favorecida por precipitaciones durante el periodo de barbecho previo al cultivo. Esto último,

cuando no se encuentra vegetación viva que evapotranspire la humedad del suelo.

En este caso el cultivo recibió durante su ciclo vegetativo precipitaciones apenas superiores a los 50 mm. Durante el periodo de barbecho las precipitaciones sumaron alrededor de 500 mm. Así, el cultivo implementado utiliza no solo agua de las precipitaciones durante su ciclo vegetativo, sino que también el agua acumulada en el perfil del suelo. El manejo del agua en el perfil del suelo es crucial para el éxito de cultivos en el Chaco Central paraguayo.

El balance entre las precipitaciones y los medios en que el suelo pierde humedad (ej. presencia de malezas) definen el contenido de agua del suelo. Las prácticas de barbechos prolongados libres de malezas son típicas entre algunos productores de

Tabla 3. Contenido de humedad (%) en ensayo de producción de avena negra con diferentes sistemas de barbecho, en la localidad de Neuland, Chaco Paraguayo.

Tratamiento	Contenido de humedad en %
Barbecho convencional (Testigo)	3,2 a
Barbecho pre-cultivo y manejo químico	4,1 ab
Barbecho con manejo químico	4,3 ab
Barbecho con manejo mecánico/químico	4,8 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes por el Tukey test al 5% de probabilidad de error, n 12, DMS=1,5

la región y es comúnmente denominada cosecha de agua en el suelo. Sin embargo, gran número de productores agrícolas con menor acceso relativo a asistencia técnica la desconocen.

Los datos recabados también muestran diferencia significativa en el agua acumulada a diferentes profundidades de suelo (Tabla 4).

Tabla 4. Contenido de humedad (%) del suelo en ensayo de producción de avena negra a diferentes profundidades de la muestra, en la localidad de Neuland Chaco Paraguayo.

Profundidad de la muestra	Contenido de humedad en %
0 - 30	2,1 a
30 - 60	4,7 b
60 - 90	5,4 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes por el Tukey test al 5% de probabilidad de error, n9, DMS=1,1

Los estratos inferiores acumularon más que el estrato superior. Esto sería el efecto del flujo natural del agua en el perfil del suelo, de la superficie hacia áreas más profundas, un mayor efecto del uso del agua por malezas en niveles superficiales y la exposición directa del suelo a la radiación solar. Esta información coincide con estudios de Dueck (2006) que demostró que la evaporación del agua aumenta en suelos con poca o sin cobertura, entre otras variables.

Una mayor producción de materia seca de avena negra resulta superior significativamente en el

tratamiento de barbecho con manejo mecánico/químico de las malezas (Tabla 5).

El tratamiento con mayor producción corresponde al de mayor acumulación de agua en el perfil del suelo. El coeficiente de determinación para el contenido de humedad del suelo (60 a 90 cm de profundidad) y la respuesta en producción de MS en kg ha⁻¹ fue de 0,6. Pruebas de barbechos prolongados libres de maleza reportan resultados similares en la región en idénticos tipos de suelo (Cabrera 2004). La avena negra es una especie que por sus características fisiológicas y

Tabla 5. Producción de materia seca de avena negra en ensayo con diferentes sistemas de barbecho, en la localidad de Neuland, Chaco Paraguayo.

Tratamiento	MS en t ha ⁻¹
Barbecho convencional (Testigo)	0,5 a
Barbecho con manejo químico	0,9 a
Barbecho pre-cultivo y manejo químico	1,1 a
Barbecho con manejo mecánico/químico	3,0 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes por el Tukey test al 5% de probabilidad de error, n 12, DMS=0,9

morfológicas puede aprovechar de buena manera el agua almacenada en el suelo, generando así un cultivo forrajero de alto valor económico.

Conclusión

Barbechos prolongados libres de malezas acumulan agua en el perfil del suelo, contribuyendo al éxito de cultivos en condiciones del Chaco Central paraguayo.

Agradecimiento

Agradecemos el apoyo del Proyecto Manejo Sustentable de Bosques en el Ecosistema Transfronterizo del Gran Chaco Americano – GEF Chaco para el desarrollo del presente trabajo.

Referencias bibliográficas

- Cabrera, AJN; Rolón, J. 2004. Avena: alternativa forrajera para períodos invernales en el Chaco Paraguayo (en línea). Paraguay, INTTAS. Consultado 18 de ene de 2017. Disponible en http://www.chaconet.com.py/inttas/projects/pdf/a_cabrera_avena.pdf
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2016. Grupo InfoStat (en línea). Cordoba, Argentina, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Consultado 18 de ene de 2017. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
- Dueck, J. 2006. La cobertura vegetal muerta y su relación con la temperatura y humedad del suelo en el Chaco central. Tesis (Ing. Agr.). San Lorenzo, PY, Carrera de Ingeniería Agronómica. FCA. UNA. 60 p.
- Naumann, M. 2006. Atlas del Gran Chaco Sudamericano. Buenos Aires Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), ErreGé & Asoc. 92 p.
- Rempel, S. 2002. On farm research guide: community animation program (CAP) (en línea). Consultado 18 de ene de 2017. Disponible en http://www.grassrootsolutions.com/pdf/On_Farm_Research_Guide_PDF.pdf
- Giesbrecht, W. 2011. Hacia el uso sustentable de recurso suelo en el Chaco Central Paraguayo. In: II Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos (2, 2011, San Lorenzo, Paraguay). Causarano, H y Leguizamón, C (eds). Trabajos presentados. San Lorenzo, Paraguay, SOPACIS, FCA, UNA. p: 39-44.

Efecto del estiércol bovino sobre las propiedades físicas del suelo y el rendimiento de una pradera natural en el distrito de San Ignacio Misiones

Liz Maricel Oviedo Torales¹, Waldir Vera^{1*}, Juan Daniel Ávalos¹, Olga Medina¹, Andrés Romero¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias Filial Santa Rosa Misiones, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: waldirv47@gmail.com

Introducción

Las praderas constituyen comunidades vegetales que cubren grandes extensiones de suelo en nuestro país, de las cuales un gran porcentaje se encuentra presente en la Región Oriental, generalmente éstas son afectadas por grandes limitaciones de orden climático, topográfico y de calidad de suelo.

Los pastos y forrajes son el sustento alimenticio más abundante y barato para la producción ganadera, su disponibilidad en cantidad y calidad durante todo el año es fundamental, por lo cual, el suelo debe proporcionar un medio adecuado para un fácil desarrollo, con adecuada aireación y suficiente capacidad de retención de agua que posibiliten un drenaje apropiado.

La alimentación constituye uno de los factores de mayor incidencia en los niveles de productividad del ganado.

La productividad de los suelos se mejora a través de la producción de sustancias agregantes presentes en los materiales orgánicos; disminuye la densidad aparente del suelo, contribuye a la estabilidad de los agregados, mejora la infiltración y la capacidad de retención de agua.

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto del estiércol bovino sobre las propiedades físicas del suelo y el rendimiento de una pradera natural.

Metodología

La investigación fue realizada entre los meses de noviembre del año 2015 a septiembre del año

2016, en el departamento de Misiones, Compañía Ka'a Joha. Según la DINAC (2014), la zona es subtropical y posee precipitación media anual de 1.700 mm y temperatura media anual de 25°C. Los suelos de la zona corresponden al orden de los Ultisoles según López et al. (1995), que se caracterizan por poseer un porcentaje de saturación de base menor a 35% por lo que poseen un bajo contenido de materia orgánica. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones.

Los tratamientos fueron establecidos en los siguientes niveles según Taboada y Álvarez (2008): T₁: 0, T₂: 10, T₃: 20, T₄: 30, T₅: 40 t ha⁻¹ estiércol bovino. El material orgánico aplicado al voleo en forma manual e incorporado al suelo.

Las variables evaluadas fueron: densidad aparente del suelo, velocidad de infiltración del agua en el suelo, humedad del suelo, resistencia a la penetración radicular, rendimiento de la pradera, capacidad de carga animal y costo de producción forrajera.

Con relación a la densidad aparente y humedad del suelo el muestreo fue realizado, siguiendo la metodología de la USDA (1999) con cilindros de acero. Dichas muestras fueron llevadas al Laboratorio, se pesaron en húmedo con ayuda de una balanza de precisión, y se colocaron a estufa a 65°C por 48 horas. Las muestras ya secas fueron analizadas mediante fórmulas de Densidad aparente y comparadas con los parámetros que establece la metodología citada.

Para la determinación de la Velocidad de

infiltración del agua en el suelo: fue realizada según la metodología de la USDA (1999), utilizando cilindro concéntrico midiendo la velocidad de infiltración del agua con la ayuda de un cronometro.

Para la determinación de la Resistencia mecánica del suelo a la penetración, fue utilizada la metodología de la USDA (1999), en la camada de 10 a 20 cm, con la utilización de un penetrómetro analógico con un cono sólido 2 cm² con 30° en la punta.

Para la determinación del rendimiento en materia verde y seca de la pradera, fue utilizada la metodología del CIAT (1982), realizada cada 45 días (marzo, mayo, julio y septiembre de 2016), delimitando 1 m² con la ayuda de un cuadrante de madera donde se cortó el pasto que estaba dentro de la misma, a una altura de 7 cm sobre el suelo, posteriormente se pesaron con una balanza de precisión en verde para luego ser secado en estufa a

105°C por 24 h a fin de determinar el porcentaje de materia seca y rendimiento.

Los resultado obtenidos fueron sometidas al estudio de análisis de varianza (ANAVA) las medias que presentaron diferencias estadísticas fueron analizadas con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, a través del programa estadístico Infostat.

Resultados y discusión

En la Tabla 1, se presentan los valores de densidad aparente del suelo de las tres evaluaciones realizadas (inicial, 5 y 9 meses después de la aplicación de los tratamientos) en la camada de 10-20 cm de profundidad, donde se obtuvieron las siguientes medias de densidad: mínima de 0,62 y máxima de 1,36 g cm⁻³. No se obtuvo diferencias estadística significativas. El umbral crítico para el crecimiento radicular se encuentra entre 1,69 a 1,80 g cm⁻³ en suelos del tipo areno-franco según la USDA (1999).

Tabla 1. Efecto del estiércol bovino sobre la densidad aparente del suelo en la camada de 10-20 cm. FCA – UNA. Filial Santa Rosa – Misiones, Paraguay. 2016.

Tratamientos (t ha ⁻¹)	Densidad inicial (g cm ⁻³)	Densidad 5 MDA (g cm ⁻³)	Densidad 9 MDA (g cm ⁻³)
1	1,36 ns	1,06 ns	0,90 ns
2	1,22	0,78	0,86
3	1,18	0,90	0,74
4	1,18	0,72	0,62
5	1,20	0,84	0,72

MDA: meses después de la aplicación de tratamientos, ns: no significativo al 5% por el test de Tukey.

En la Tabla 2, se presenta los valores del contenido de humedad del suelo de las tres evaluaciones realizadas, teniendo una media mínima de 0,20 y máximo de 0,41 g de agua g⁻¹ de suelo. En la segunda

evaluación se obtuvo diferencia significativa, donde el T₂ posee mayor contenido humedad respecto a los demás tratamientos, coincidiendo con la época en que se presentaron altos niveles de precipitación.

Tabla 2. Efecto del estiércol bovino sobre el contenido de humedad del suelo en la camada de 10-20 cm. FCA – UNA. Filial Santa Rosa – Misiones, Paraguay. 2016.

Tratamientos (t ha ⁻¹)	Humedad inicial (g g ⁻¹)	Humedad 5 MDA (g g ⁻¹)	Humedad 9 MDA (g g ⁻¹)
1	0,29 ns	0,20 b	0,30 ns
2	0,25	0,39 a	0,28
3	0,27	0,24 b	0,23
4	0,33	0,25 b	0,31
5	0,41	0,23 b	0,24

Las medias seguidas de la misma letra no son significativas a nivel estadístico (p<0,05), MDA: meses después de la aplicación de tratamientos, ns: no significativo al 5% por el test de Tukey.

En la Tabla 3, se visualiza los valores de resistencia mecánica a la penetración radicular en camada de 10-20 cm de profundidad, teniendo un valor máximo de media de 2,80 y mínimo 1,80 MPa. Se obtuvo diferencias estadísticas significativas en la tercera evaluación, donde el T_1 es diferente únicamente al T_5 . El umbral crítico de resistencia a la penetración según USDA (1999) es de 2-3 MPa, en penetrómetros que poseen ángulos de 30°.

Taboada y Álvarez (2008) afirman que, la resistencia del suelo depende de numerosos factores, humedad, textura, estructura. A medida que la profundidad de penetración va superando los 10 cm del perfil del suelo, la fricción y resistencia aumentan hasta el máximo posible y se acentúa la resistencia a la penetrabilidad si no existe la cantidad de materia orgánica suficiente y un buen contenido de humedad según Baver et al. (1973).

Tabla 3. Efecto del estiércol bovino sobre la resistencia mecánica a la penetración radicular en la camada de 10-20 cm. FCA – UNA. Filial Santa Rosa – Misiones, Paraguay. 2016.

Tratamientos (t ha ⁻¹)	Resistencia inicial (MPa)	Resistencia 5 MDA (MPa)	Resistencia 9 MDA (MPa)
1	2,00 ns	2,20 ns	2,80 a
2	1,90	2,00	2,50 a b
3	2,30	2,00	2,00 a b
4	2,00	1,80	1,80 a b
5	2,00	2,20	2,20 b

Las medias seguidas de la misma letra no son significativas a nivel estadístico ($p < 0,05$); MDA: meses después de la aplicación de tratamientos, ns: no significativo al 5% por el test de Tukey.

En la Tabla 4, se presentan los valores de la velocidad de infiltración del agua en el suelo, que fueron evaluadas en tres ocasiones; teniendo medias de valor máximo 27,6 (moderado) y 3,18 cm min⁻¹ (rápido). Se obtuvo diferencia significativa en la segunda evaluación, donde el T_4 (moderadamente rápido) difiere únicamente con el T_1 (moderado). Puede deberse a que a

mayor contenido de sustancias agregantes que presenta el suelo (materia orgánica), mayor es la velocidad de infiltración, debido a que depende de la capilaridad y del gradiente de potencial hídrico (que está determinada por su viscosidad y densidad), y de las características del suelo como medio poroso, en cuanto a su porosidad total, tamaño y geometría de los poros (Narro 1994).

Tabla 4. Efecto del estiércol bovino sobre la velocidad de infiltración del agua en el suelo. FCA – UNA. Filial Santa Rosa – Misiones, Paraguay. 2016.

Tratamientos (t ha ⁻¹)	Infiltración inicial (cm min ⁻¹)	Infiltración 5 MDA (cm min ⁻¹)	Infiltración 9 MDA (cm min ⁻¹)
1	27,6 ns	11,8 a	4,40 ns
2	20,48	7,94 a b	6,64
3	18,26	7,08 a b	6,22
4	24,40	4,30 b	3,18
5	21,98	10,16 a b	3,40

Las medias seguidas de la misma letra no son significativas a nivel estadístico ($p < 0,05$); MDA: meses después de la aplicación de tratamientos, ns: no significativo al 5% por el test de Tukey.

En la Tabla 5, se presentan los valores de rendimiento en materia seca de la pradera natural que fue determinado a través de 4 cortes (3, 5, 7 y 9 MDA). Se obtuvo medias de producción, mínima de 431,6 (T₁) y un

máximo de 3.704,8 kg de materia seca por ha (T₄).

No se presentó diferencia significativa a nivel estadístico.

Tabla 5. Efecto de del estiércol bovino sobre el rendimiento de la pradera natural. FCA – UNA. Filial Santa Rosa – Misiones, Paraguay. 2016.

Tratamientos (t ha ⁻¹)	3 MDA (kg/ha/Ms)	5 MDA (kg/ha/Ms)	7 MDA (kg/ha/Ms)	9 MDA (kg/ha/Ms)
1	652,8 ns	1.922,0 ns	2.294,8 ns	431,6 ns
2	627,2	1.642,6	2.011,2	578,4
3	876,2	1.570,8	2.745,2	441,4
4	1.047,0	2.324,2	3.704,8	614,2
5	876,2	1.685,4	1.847,2	503,2

MDA: meses después de la aplicación de tratamientos, ns: no significativo al 5% por el test de Tukey.

Conclusión

Con la aplicación de estiércol bovino al suelo, se obtuvieron mejoras en las propiedades físicas del suelo, y la producción forrajera.

En cuanto a la física del suelo; la resistencia a la penetración radicular y la densidad aparente de suelo disminuyeron y la velocidad de infiltración del agua aumento pasando de ser moderado a rápido.

Los rendimientos promedios presentaron aumentos en la producción, donde la mayor producción media fue de 7.690,2 kg de Materia seca por ha, respecto al testigo con 5.301,2 Materia seca por ha en los 10 meses de evaluación.

Referencias bibliográficas

- Baver, LD; Gardner, W; Gardner, W. 1973. Física de suelos. España, Editorial Hispano Americana. p. 105-120.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1982. Manual para la evaluación agronómica. Editor técnico José M. Toledo. Cali, Colombia, Red internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. p. 91-110.

- DINAC (Dirección Nacional de Aeronáutica). 2014. Dirección de meteorología (en línea). Boletín Agrometeorológico. Consultado 25 set. 2015. Disponible en <http://www.meteorología.gov.py/publicaciones.php>

- López, O; González, E; De Llamas, P; Molinas, F; Franco, E; García, S; Ríos, E. 1995. Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental del Paraguay. Asunción, PY, MAG.

- Narro, E. 1944. Física de suelos: con enfoque agrícola. México, Trillas. 194 p.

- Taboada, M; Álvarez, C. 2008. Fertilidad física de los suelos. 2^a ed. Buenos Aires, AR, Editorial Facultad Agronomía Universidad de Buenos Aires. 272 p.

- USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica). 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Argentina, USDA. 82 p.

Determinación de algunas características hidráulicas y resistencia a la ruptura de cuatro modelos de laterales de riego por goteo

Rubén Franco Ibars^{1*}, Arnaldo Eduardo Fretes Bonett¹, Juan José Bonnin¹,
Pedro Aníbal Vera Ojeda¹, Sergio Manuel Chamorro¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: rubenf27@yahoo.com.mx

Introducción

En el riego por goteo la aplicación de agua se realiza a través de unos dispositivos hidráulicos llamados emisores o goteros localizados en puntos específicos a lo largo de unas líneas distribuidoras del agua (laterales de riego) y constituye uno de los sistemas más eficaces que se ha diseñado para proveer agua a los cultivos agrícolas (Goyal 2006).

En los últimos años ha existido una gran competencia en la venta de equipos de riego (aspersores, cintas de goteo, filtros, etc.) a productores hortícolas, introduciéndose al país muchos productos para riego, muchas veces sin la suficiente información sobre las características hidráulicas de los mismos. Al momento de adquirir los componentes de un sistema de riego, el comprador final se guía por la información proporcionada por el fabricante o distribuidores, y como en el Paraguay no existe aún una normativa para los equipos de riego es posible que las especificaciones técnicas sean incompletas o imprecisas y que como consecuencia no se logren los resultados esperados al poner en funcionamiento el sistema.

Los objetivos de este trabajo fueron determinar la curva caudal vs presión, el coeficiente de variación de fabricación de los emisores (CVf) de cuatro

marcas de laterales de goteo y el efecto del exceso de presión en los laterales.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el mes Septiembre del año 2016, en el Campus Universitario de la Universidad Nacional de Asunción, en el Área de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias en el distrito de San Lorenzo. Las variables evaluadas en los emisores fueron: curva caudal – presión y coeficiente de variación de fabricación (CVf), en las líneas laterales, fue determinada la presión de ruptura. Fueron evaluadas cuatro líneas de goteo, dos consideradas como cinta de goteo SilverDrip fabricada por Seo Won y Eolos compact de EuroDrip y dos consideradas como tuberías de goteo Aries de Netafim y DP Line de Irritec). El diámetro externo y el espesor de pared de los laterales se presentan en la Tabla 1.

Para determinar la curva caudal – presión y el CVf fueron colectados datos del caudal de 50 emisores para presiones de 0,5, 0,8, 1,0 y 1,5 bar. La presión fue medida con un manómetro mecánico con un rango de medición de 0 a 6 bar. El caudal fue determinado por el método volumétrico, en un tiempo de 5 minutos para cada repetición (5 en total), en el cual se utilizaron colectores de 300 ml para coleccionar el agua emitida por cada emisor. Para poder caracterizar el

Tabla 1. Diámetro externo y espesor de pared de los laterales evaluados.

	Modelo			
	SilverDrip de Seo Won	Aries de Netafim	Irritec DP Line	EuroDrip Eolos Compact
Diámetro externo (mm)	16,4	16,4	15	16,5
Espesor de la pared (mm)	0,2	0,6	0,6	0,2

tipo de flujo de los emisores se realizaron ajustes potenciales similares a la siguiente ecuación:

$$q = k \cdot h^x \quad (1)$$

Donde q es el caudal del emisor en $L \cdot h^{-1}$, k es el coeficiente obtenido de la regresión, h es la presión hidráulica a la entrada del agua en el emisor en bar y x es el exponente de descarga. El exponente de descarga es un indicador del tipo de flujo del emisor. Teniendo en cuenta el exponente de descarga valores de 0 a 0,3 corresponde a un flujo variable, pues corresponde a emisores autocompensados, un exponente de 0,4 corresponde a un flujo vorticial propio de emisores vortex, valor de 0,5 corresponde a un flujo perfectamente turbulento corresponde a emisores de tipo orificio, un exponente igual a 0,6 indica un flujo parcialmente turbulento caracterizando emisores de conducto largo, 0,8 corresponde a un flujo parcialmente turbulento propio de los microtubos y un exponente igual a 1 indica un flujo perfectamente turbulento (Boswell 1990). Con los valores de caudal se determinó el CVf para cada presión de trabajo, por la ecuación:

$$CVf = \frac{s}{Q} \cdot 100. \quad (2)$$

Donde CVf es coeficiente de variación de fábrica (%), s es el desvío estándar del caudal medio de los emisores ($L \cdot h^{-1}$) y Q es el caudal medio, en $L \cdot h^{-1}$. De acuerdo con Frizzone y Botrel (1996) el CVf sirve para evaluar la calidad de los emisores como: excelentes $< 0,04$, medios CVf de 0,04 a 0,07, marginales CVf de 0,07 a 0,1, deficientes CVf de 0,1 a 0,15 e inaceptables $CVf > 0,15$.

Para determinar la presión de ruptura, se utilizaron tramo de 2 metros de cada modelo de lateral, y se lo hizo operar por 10 minutos en un rango de sobre presión que varió de 1,75 hasta 3 bar con incrementos de 0,25 bar, el tiempo de operación para cada presión cada fue de 10 minutos, cada vez que se realizó un aumento de presión se procedió a cambiar el lateral por un nuevo tramo de 2 m.

Resultados y discusión

La Figura 1 presenta la curva caudal presión de cada emisor, también pueden ser observadas las ecuaciones características de los mismos.

De acuerdo al exponente de descarga el emisor Silverdrip (0,58) tiene un flujo parcialmente turbulento, el emisor Aries de Netafim posee un flujo vorticial pues su exponente de descarga es

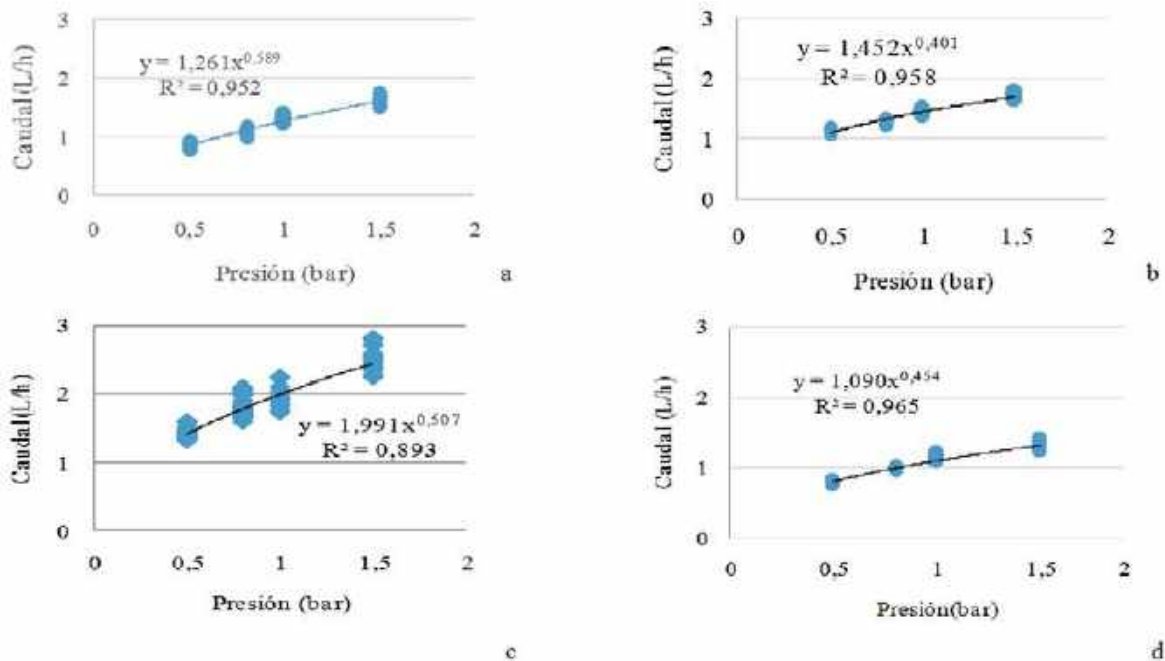


Figura 1. Curva Caudal vs Presión y ecuación característica de cada emisor, Silverdrip (a), Aries (b), DP Line (c), Eolos Compact (d).

de 0,41, por su parte el flujo del emisor DP Line es perfectamente turbulento ya que su exponente de descarga es de 0,5 y el emisor Eolos compact de Eurodrip posee un flujo intermedio entre vorticial (0,4) a perfectamente turbulento (0,5) ya su exponente de descarga es igual a 0,45. Estos valores indican una susceptibilidad media a la variación de

presión y flujos cercanos al régimen turbulento lo que hace que los emisores sean menos proclives al taponamiento por sedimentación.

La Tabla 2 presenta el CVf de los emisores a diferentes presiones con los valores de CVf para las distintas presiones de trabajo.

Tabla 2. Coeficiente de variación de fabricación de los cuatro modelos de emisores evaluados

Emisores							
SilverDripde Seo Won		Aries de Netafim		Irritec DP Line		EuroDrip Eolos Compact	
Presión (bar)	CVf (%)	Presión (bar)	CVf (%)	Presión (bar)	CVf (%)	Presión (bar)	CVf (%)
0,5	5,26	0,5	2,25	0,5	7,58	0,5	2,84
0,8	5,16	0,8	1,9	0,8	9,44	0,8	2,21
1	3,4	1	2,12	1	7,35	1	3,38
1,5	3,74	1,5	2,59	1,5	6,5	1,5	3,73

CVf: Coeficiente de variación de fabricación.

Cuando operó a presiones de 0,5 y 0,8 la calidad del emisor SilverDrip puede considerarse media, operando a 1 y 1,5 la calidad fue excelente. El emisor Aries de Netafim presento una calidad excelente en todas las presiones de trabajo evaluadas, manteniendo un CVf por debajo de 4%. La calidad del emisor DP Line de Irritec puede considerarse marginal cuando opera entre 0,5 y 1 bar y media operando a 1,5 bar, la calidad del emisor Eolos Compact puede ser considerada excelente en todas las presiones evaluadas, todas

calificaciones fueron realizadas teniendo en cuenta la escala propuesta por Frizzone y Botrel (1996).

En la Figura 2 se observa la relación entre el aumento de presión y la variación de diámetro de las líneas laterales, tomando de base el coeficiente angular los laterales menos afectados por el efecto de la presión fueron el Aries y el Eolos Compact les sigue el Silver Drip y el más afectado es el DP Line.

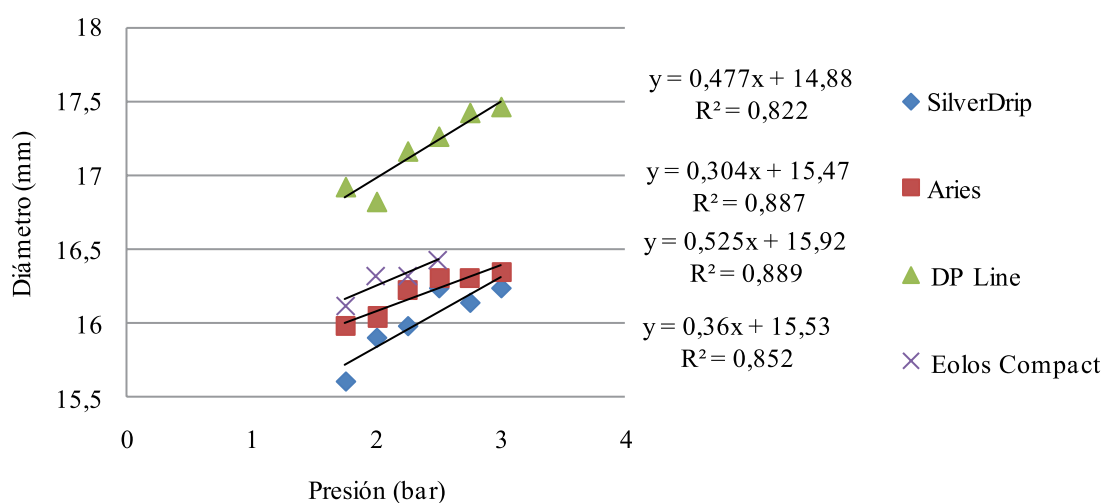


Figura 2. Diámetro externo de las líneas en función de la presión de trabajo.

En la Tabla 3 se puede observar la presión de ruptura de los laterales evaluados, las pruebas comenzaron con 1,75 bar, todos los laterales evaluados no presentaron deformaciones visibles hasta alcanzar 2,5 bar, presión a la cual la cinta de goteo Eolos Compact se rompió luego de operar por 3 minutos. A otra cinta de goteo, el lateral

Silver Drip, se rompió al alcanzar 3 bar luego de operar por 4 minutos a esta presión. Las tuberías de goteo al tener una pared más gruesa (0,6 mm) soportaron mayores presiones la tubería DP Line solo presentó ruptura a 4,5 bar por su parte la tubería Aries de Netafim no presentó ruptura aun con la mayor presión de trabajo.

Tabla 3. Presión de ruptura de las cintas y tubería evaluadas.

Presión (bar)	Modelo			
	Silver Drip	Aries de Netafim	Irritec DP Line	Eolos Compact
2,5	N	N	N	R
2,75	N	N	N	-
3	R	N	N	-
3,25	-	N	N	-
3,5	-	N	N	-
3,75	-	N	N	-
4	-	N	N	-
4,25	-	N	N	-
4,5	-	N	R	-

N: operó de forma normal, no se observó ruptura o colapso del lateral; R: ruptura o colapso del lateral

Conclusión

Los exponentes de descarga variaron de 0,4 a 0,6 correspondiendo a tipos de flujo entre el vorticial y el parcialmente turbulento. La calidad de los emisores Eolos Compact y Aries fue excelente en el rango de 0,4 a 1,5 bar.

El emisor Silver Drip presentó calidad media a 0,5 y 0,8 bar y excelente a 1 y 1,5 bar, la calidad del emisor DP Line de Irritec puede considerarse marginal cuando opera entre 0,5 y 1 bar y media operando a 1,5 bar.

Todas las líneas laterales presentaron aumento de diámetro externo por efecto del aumento de presión dentro de la línea. Entre las tuberías la línea lateral Aries no presentó ruptura por efecto de la presión (presión máxima de 4,5 bar), La línea lateral DP Line presentó ruptura a los 4,5 bar, entre las cintas y la Silver Drip soporto mayor presión presentando ruptura a 3 bar de presión, la cinta Eolos Compact se rompió a los 2,5 bar.

Referencias bibliográficas

- Boswell, MJ. 1990. Manual de diseño y manejo de sistemas de micro - irrigación. Sevilla, España, James Hardie Irrigation (Iberia) SA. 247 p.
- Frizzone, JA; Botrel, TA. 1996. Ensaio e certificação de sistemas e equipamentos para irrigação. *In* Mialhe, LG. Maquinas Agrícolas, ensaio e certificação. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. p. 571-634.
- Goyal, MR. 2006. Manejo del riego por goteo (en línea). Consultado 14 oct. 2016. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/19349419/RIEGO-POR-GOTEO-Libro-Cap06goteo-1>

Exactitud de tres modelos receptores GNSS en el cálculo de superficie bajo cobertura arbórea y a cielo descubierto

Rubén Franco Ibars^{1*}, Mauricio José Molinas Martínez¹, Juan José Bonnin¹, Sergio Manuel Chamorro

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: rubenf27@yahoo.com.mx

Introducción

Según Morgan y Ess (1997), el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) tuvo su desarrollo a inicio de la década del sesenta con la finalidad de uso exclusivamente militar. A partir de mayo de 2000, el Departamento de Defensa Norte Americano, administrado por el sistema NAVSTAR/GPS, deshabilitó el código de seguridad S/A (Selective Availability – Disponibilidad Selectiva) que limitaba el desempeño del sistema cuanto al posicionamiento, ampliando así su posibilidad de uso.

Los receptores GPS denominados de navegación, de bajo costo y de fácil utilización, se tornaron en estos últimos tiempos en herramienta muy utilizadas en la ingeniería agrícola y con especial destaque en la agricultura de precisión, donde el georreferenciamiento de puntos es fundamental, principalmente en el muestreo de parámetros físico y químicos del suelo (Bonnin et al. 2012). El tipo de equipamiento y las condiciones de operación y de configuración de los receptores alteran la eficacia del levantamiento (Rocha 2002). Naasset et al. (2000) operando con un receptor

GNSS recibiendo señales de los sistemas GPS y GLONASS concluyeron que la exactitud en el posicionamiento aumenta con la disminución de la densidad de la cobertura boscosa.

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el desempeño de tres receptores GPS de la marca Garmin en el cálculo de superficies por el modo dinámico operando a cielo descubierto y bajo cobertura arbórea.

Metodología

El experimento se realizó en el predio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, durante el mes de diciembre de 2015. La variable medida fue la exactitud del sistema GPS para el cálculo de área en forma dinámica, es decir, recorriendo el perímetro de la parcela cuya superficie se desea conocer. El diseño experimental fue completamente aleatorio con arreglo factorial 3x2x5. Combinándose tres modelos diferentes de receptores GPS “eTrex® 20”(E20), “eTrex® 30”(E30) y el “Vista® HCx”(Vista) (Figura 1), con dos tipos de condiciones de operación a



Figura 1. Modelos de receptores GPS evaluados “eTrex® 20”(a), “eTrex® 30”(b) y “Vista® HCx(c)”.

cielo descubierto (CD) y bajo cobertura arbórea (CA), con cinco repeticiones para cada uno de los tratamientos.

Los tres receptores evaluados poseen características parecidas, siendo Vista un modelo más antiguo y sin posibilidad de captar la señal del sistema

GLONASS y el E20 carece de brújula electrónica y altímetro barométrico. La evaluación se realizó en tres áreas diferentes, definidas como Área 1, Área 2 y Área 3, con dimensiones de 20 m x 20 m (400 m²), 30 m x 30 m (900 m²) y 30 m x 70 m (2.100 m²) respectivamente (Figura 2).

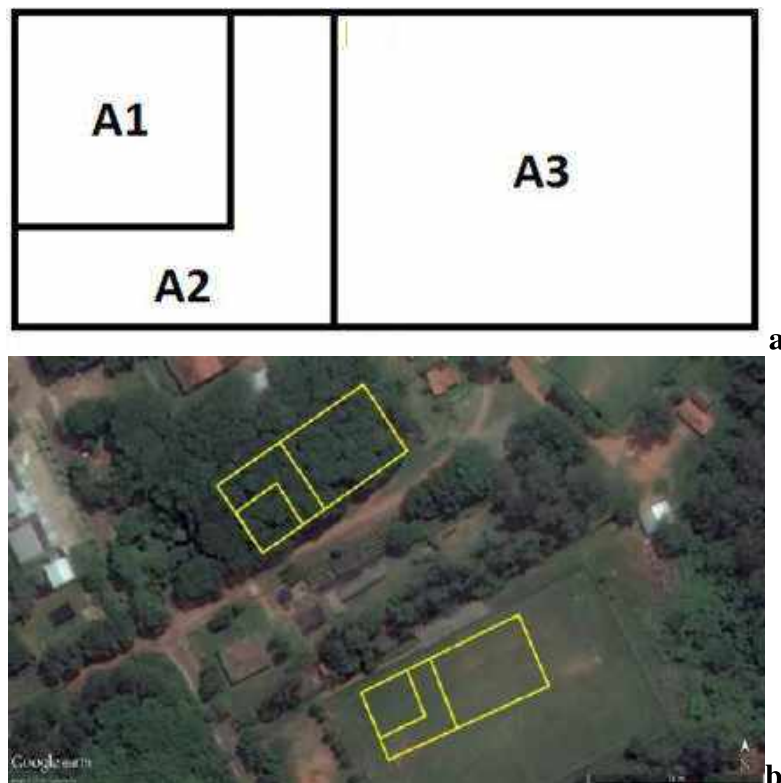


Figura 2. Esquema de las mediciones Área 1 (A1) de 400 m², Área 2 (A2) de 900 m² y Área 3 (A3) de 2100 m²(a); ubicación de las áreas de pruebas a cielo descubierto y cobertura arbórea (b).

El área sin cobertura (a cielo descubierto CD) fue la cancha de fútbol de la FCA, mientras que el área con cobertura (cobertura arbórea CA) fue el bosque que se encuentra detrás de la Biblioteca de la FCA. En ambos terrenos que fueron seleccionados para el estudio se trazaron tres figuras poligonales de cuatro lados, con ayuda de una cinta métrica, un nivel óptico, jalones y estacas, Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y a la comparación de medias por el test de Tukey al 5% de probabilidad.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se puede observar la comparación de los valores promedios de las áreas, calculadas teniendo en cuenta la condición de operación. Para el cálculo del Área A1 (400 m²) existió diferencia significativa entre los resultados siendo más próximo al valor real de la superficie los cálculos realizados a cielo descubierto (408,3 m²), obstáculos como hojas, ramas y troncos atenúan la recepción de la señal por parte del receptor lo que ocasiona una menor precisión.

Tabla 1. Promedios de las áreas calculadas de acuerdo a la condición de operación de los tres receptores GPS.

Condición de operación	Área		
	A1 (400 m ²)	A2 (900 m ²)	A3 (2100 m ²)
Cobertura arbórea (CA)	249,5 A	718,3 A	2032 A
Cielo descubierto (CD)	408,3B	908,8 B	2054 A

Promedios seguidos de la misma letra, en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

En la determinación del Área A2 (900 m²) se observa un comportamiento similar, siendo el promedio de 908,8 m² cuando la operación se realizó a cielo descubierto. Estos resultados difieren de los obtenidos por Ramírez (2012) que no observó diferencias entre la operación de receptores bajo cobertura boscosa y a cielo abierto. Posteriormente en el cálculo del Área A3 (2.100 m²) no existió diferencia significativa entre las dos condiciones de operación pero ambas subestimaron la superficie.

En la Tabla 2 se puede observar la comparación de resultados presentados por los tres receptores sin discriminar las condiciones de operación. En el cálculo de A1 (400 m²) el receptor Vista fue el que presentó un promedio más cercano al área real y fue estadísticamente diferente a los resultados presentados por los receptores E20 y E30. Sin tener en cuenta la condición de operación se recomienda el uso del receptor Vista. En la determinación del Área A2 (900 m²) de nuevo el receptor Vista presentó el resultado más próximo al área real y se diferenció estadísticamente de los otros dos receptores. En el cálculo del Área A3 (2.100 m²)

Tabla 2. Promedios de las áreas calculadas por los tres receptores.

Receptor	Área		
	A1 (400 m ²)	A2 (900 m ²)	A3 (2100 m ²)
E20	297,8 A	777,1 A	2024 B
E30	299,1 A	753,9 A	1928 A
Vista	389,9 B	909,6 B	2178 C

Promedios seguidos de la misma letra, en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

Los tres receptores presentaron resultados diferentes (estadísticamente) siendo el E20 (2024 m²) el que más se aproximó al área real pero subestimando la misma. La menor diferencia entre los cálculos de superficie y la superficie verdadera para A3 podría deberse a que la precisión de estos receptores varía de unos pocos metros hasta cien m, considerando pequeñas áreas el error puede afectar la medición en una proporción alta, al aumentar el tamaño del área medida esa proporción disminuye.

La Tabla 3 presenta la comparación de los resultados del cálculo de área hecho por los tres receptores en ambas condiciones de operación. Para el cálculo del A1 los resultados se agrupan

en dos grupos; por un lado los promedios de los receptores E30 y E20 operando bajo cobertura arbórea (CA) con valores que subestiman el área real en casi 50%. Este resultado podría ser atribuido a la interferencia de la cobertura en la recepción de la señal. En el otro grupo los resultados de los tres receptores operando a cielo descubierto (CD) junto al resultado proveído por el receptor Vista operando bajo cobertura arbórea (CA). En este segundo grupo el E20 es el que más se aproxima en el cálculo al área real, si bien estadísticamente no se diferencia de los otros tres resultados, la presencia del receptor Vista operando con cobertura arbórea en este grupo da pie a pensar que este modelo posee una mejor recepción de señal.

Tabla 3. Promedio de áreas calculadas por los receptores en diferentes condiciones de operación.

Receptor y condición de operación	Área		
	A1 (400 m ²)	A2 (900 m ²)	A3 (2.100 m ²)
E30 CA	195,2 A	611,4 A	1.975,8 A B
E20 CA	196,4 A	680,6 A	2.013,6 A B
VISTA CA	357,0 B	862,8 B	2.109,0 B
E20 CD	399,2 B	873,6 B	2.035,0 B
E30 CD	403,0 B	896,4 B C	1.880,4 A
Vista CD	422,8 B	956,4 C	2.247,6 C

Promedios seguidos de la misma letra, en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

Para el A2 los resultados que más se alejan del área real son los proveídos por E30 y el E20 operando bajo cobertura arbórea (CA), estos cálculos no se diferencian estadísticamente y subestiman la superficie. Se observa para el cálculo del A2 un segundo grupo de resultados proveídos por los receptores Vista operando en condiciones de CA y por el E20 operando a CD y el E30 también operando en condiciones de CD el resultado presentado por este último receptor es el que más se aproxima al área real, pero no se diferencia estadísticamente de los otros dos, y del resultado del receptor Vista operando a CD junto con el cual integra un tercer grupo de resultados. En el cálculo del A3 se presentan tres grupos de resultados, en el primero las áreas calculadas que con menores valores, en que están el E30 operando en condiciones de CD el E30 bajo CA y el E20 también bajo CA, estos dos últimos integran también un segundo grupo junto con el E20 operando con CD y el Vista bajo CA siendo este último el que más se acerca al valor real de la superficie. Finalmente el área calculada por el receptor Vista operando con CD es diferente estadísticamente a todos los demás sobrestimando el área. Esta sobrestimación por parte del Vista operando con CD ya se observó en los cálculos anteriores (A1 y A2), lo que llama la atención en este caso es la gran subestimación del E30 operando a CD, todos los receptores cuentan con el mismo tipo de antena sin embargo el E20 y el E30 captan adicionalmente la señal del sistema GLONASS y esta podría ser otra factor de variación en los cálculos.

Conclusión

Los receptores E20 y E30 subestimaron la superficie cuando fueron utilizados bajo cobertura arbórea en las áreas de 400 y 900 m². Mejorando sustancialmente cuando fueron utilizados a cielo descubierto, para la medición de las mismas áreas el receptor Vista proporcionó resultados más próximos al valor real operando indistintamente a cielo descubierto o con cobertura arbórea. En el cálculo del Área A3 de 2.100 m² el receptor Vista operando bajo cobertura arbórea y el E20 bajo cielo descubierto, presentaron los resultados más próximos a la superficie real. Basados en los resultados obtenidos el uso del receptor Vista proporcionó en la mayoría de los casos resultados más próximos a las áreas reales y en general bajo cobertura los resultados obtenidos se alejaron de los valores reales de las áreas.

Referencias bibliográficas

- Bonnin, JJ; Franco, RA; Gomez, JP. 2012. Evaluar la precisión de diferentes receptores gps de navegación para uso en proyectos de agricultura de precisión. Congreso Nacional de Ciencias Agrarias (2), 2012. San Lorenzo, Paraguay.
- Morgan, M; Ess, D. 1997. The precision-farming guide for agriculturists: the nuts and bolts guide to "getting up to speed" fast and effectively with this exciting new management. Moline II John Deere. 117 p.



Naesset, E; Bjerke, T; Ovstedal, O; Ryan, LH. 2000. Contributions of differential GPS and GLONASS observations to point accuracy under forest. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 66(4):403-407.

Ramírez, M. 2012. Evaluación de la precisión de receptores GPS de navegación para levantamientos planimétricos. Tesis de Grado. San Lorenzo, Paraguay, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.

Rocha, CHB. 2002. Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar. Juiz de Fora, Sermograph - Artes Gráficas e Editora. 220 p.

Rendimiento del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) con manejos diferenciados de riego por microaspersión

Rubén Franco Ibars^{1*}, Víctor Manuel Galeano Otazú¹, Juan José Bonnin¹, Pedro Aníbal Vera Ojeda¹, Ángela Mancuello Sandoval¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: rubenf27@yahoo.com.mx

Introducción

En la última década la ganadería ha experimentado en nuestro país un crecimiento nunca antes visto, los valores de exportación de carne aumentaron veinte veces (Salcedo 2016), para seguir en este camino y conquistar otros mercados se debe apuntar hacia un sistema de producción eficiente. Uno de los factores que incide en la producción de forraje es la variabilidad climática por lo que el uso de una tecnología como el riego es una alternativa para regular la producción y disminuir la estacionalidad de la misma (Lourenço 2004).

Los pastos del género *Pennisetum* pueden dar una gran contribución a la ganadería, pues son un excelente alimento para los animales, y también como biomasa para fines energéticos. Además, es una de las gramíneas forrajeras de más alto potencial productivo (Saraiva y König 2013). Aumentos en la disponibilidad y calidad de materia seca buscando elevar la capacidad de carga de las pasturas, tienen en el riego un importante soporte.

La utilización eficiente del riego en forrajeras permite obtener alta productividad, pudiendo acelerar el ciclo productivo (Lopes 2002). Murillo et al. (2014) evaluando cuatro gramíneas de corte del género *Pennisetum* observaron poca diferencia en cuanto al consumo total de agua, excepto la maralfalfa, que superó a las otras gramíneas en 20 mm, lo cual equivale aproximadamente a un riego en suelos arenosos, según el citado autor esta diferencia se puede atribuir a la mayor biomasa producida por la maralfalfa. Uno de los índices de vegetación más utilizados en el mundo es el NDVI (Índice

de vegetación normalizada), de fácil cálculo e interpretación. El mismo es utilizado para estimar el vigor y grado de cobertura de las superficies vegetadas (Oficina de riesgo agropecuario 2016).

Este trabajo tuvo como objetivos evaluar la producción forrajera y el NDVI del pasto Maralfalfa bajo diferentes manejos de riego.

Metodología

El experimento se realizó en el Departamento de Cordillera, Distrito de Emboscada, en la Granja ItáPorã, a 130 metros sobre el nivel del mar, con las siguientes coordenadas 25°05'56,36"S y 57°19'7,51"O. Durante el periodo comprendido entre los meses de agosto 2015 a febrero 2016, los cortes se realizaron en Octubre (65 días), Diciembre (45 días) y Febrero (45 días).

Fue utilizada una plantación de dos años. Según la clasificación climática de Thornthwaite, la región posee un clima sub-húmedo húmedo/Lluvioso/Megatérmico (C2rA') con promedios anuales de precipitación que varían entre 1.300 a 1.700 mm, la temperatura media anual de 22,5°C y una evapotranspiración media anual de 1.200 mm. El tipo de suelo corresponde al Orden Entisoles (Herreros 2016), la topografía presenta una pendiente ligeramente inclinada que varía de 3 a 5%, los suelos poseen alta proporción de arena. Se utilizó un diseño completamente al azar. Se aplicaron tres tratamientos con seis repeticiones, siendo T1: Riego al 100%, T2: Riego en periodo crítico y T3: Sin riego.

El riego en periodos críticos consistió en la aplicación de una lámina de riego de 20

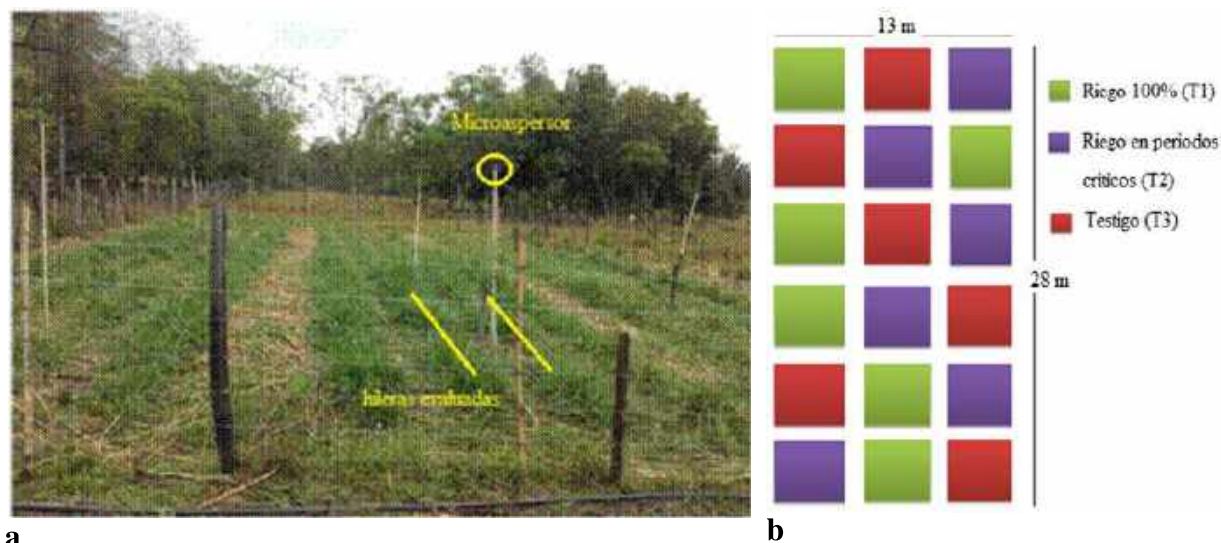


Figura 1. Vista general de la parcela experimental (a), distribución de los tratamientos en la parcela (b).

mm cada diez días en caso de no registrarse precipitaciones de igual magnitud. El riego fue aplicado por microaspersión. Las variables de medición fueron: producción forrajera expresada en materia verde (MV) y materia seca (MS), y NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada) medido con el sensor GreenSeeker™, las evaluaciones se realizaron en las dos hileras centrales de cada unidad experimental, las unidades experimentales donde aplicaron los tratamientos T1 y T2 tenían un microaspersor en el centro (Figura 1). Fue realizado el análisis de varianza de los datos obtenidos y posteriormente se compararon los promedios aplicando la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se puede apreciar los valores de ETC (Evapotranspiración del cultivo), precipitación total, riego 100% y riego en el periodo crítico, durante el tiempo que se realizaron los tres cortes del experimento, expresado en mm. Si bien, la ETC acumulada no varió mucho de un corte a otro, la ETC diaria si fue diferenciada, con un valor promedio mínimo para el primer corte, resultante de que dicho periodo abarco meses de invierno. En el periodo de tiempo correspondiente al primer corte, saliendo del invierno los valores de ETC fueron aumentando, las precipitaciones, aunque insuficientes para cubrir los requerimientos del cultivo, tuvieron una distribución regular, no superando 13 días los periodos sin lluvia.

Tabla 1. Balance hídrico con los valores promedios durante el periodo experimental, Emboscada, 2015 - 2016.

Cortes	ETC	Precipitación	Riego 100% mm	Riego en periodo crítico
Primer corte (agosto a octubre)	284,5	125	171	65
Segundo corte (octubre a diciembre)	277,1	371	67,6	22,5
Tercer corte (diciembre a febrero)	265,5	60	135,5	67,6

Para el segundo corte realizado a los 45 días de rebrote, el consumo de agua de la planta (ETc) fue de 277,1 mm, este periodo se caracterizó por la abundancia de precipitaciones de 371 mm, registrándose eventos de hasta 80 mm en 24 horas.

Debido a esto el T2 solo aplico 22,5 mm en este periodo de tiempo. Mientras que, en el tercer corte realizado también a los 45 días de rebrote, el consumo de agua de la planta (ETc) fue de 265,5 mm, y la precipitación registrada fue de 60 mm. Durante este periodo se registró el menor volumen de precipitación, observándose periodos de más de tres semanas sin lluvias, es decir una sequía meteorológica que en pocos días se transforma en sequía agronómica dada la baja capacidad de retención de agua del suelo,

concentrándose gran parte de las mismas en la semana previa al corte.

En la Tabla 2 se observan los valores promedios de producción forrajera (MV y MS en kg ha⁻¹). Para MV y MS no se observaron diferencias estadísticas en los dos primeros cortes. En el tercer corte se observa que por efecto del T1 (Riego 100%) se alcanzó un rendimiento de 39.000 y 7.918 kg ha⁻¹ para MV y MS respectivamente, estos no fueron diferentes a los valores de rendimiento promedio de MV y MS por efecto de la aplicación de riego en periodos críticos (T2) pero si se diferenciaron del rendimiento presentado por las plantas del T3 (Testigo) con rendimientos de 48% de MV y 49,8% de MS si se considera el rendimiento alcanzado por efecto del T1.

Tabla 2. Valores promedios de la producción forrajera durante el periodo experimental, Emboscada, 2015-2016.

Tratamiento	Producción forrajera (kg ha ⁻¹)					
	Primer corte		Segundo corte		Tercer corte	
	MV	MS	MV	MS	MV	MS
T1	26.667 A	8.493 A	30.000 A	5.593 A	39.000 A	7.918 A
T2	21.250 A	6.407 A	22.917 A	4.587 A	27.917 AB	5.729 AB
T3	16.000 A	4.662 A	18.083 A	3.636 A	18.833 B	3.947 B

Promedios seguidos de la misma letra en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

Menores rendimientos y no detección de diferencia estadística en los dos primeros cortes pueden estar relacionados con el periodo invernal (Primer corte) con temperaturas promedios que no superaron los 25°C, temperatura por debajo de la óptima para el desarrollo del genero *Pennisetum*, la cual es de 37°C según del Pozo (2002) y exceso de precipitaciones (Segundo corte) lo que pudo haber causado disminución de absorción de agua y nutrientes.

Para la variable de NDVI, los análisis de varianza indicaron que para el primer y segundo corte no existió diferencia en este índice por efecto de la aplicación de los diferentes tratamientos. Sin embargo, para el tercer corte se detectó diferencia estadística entre los tratamientos, y

la posterior prueba de Tukey al 5%, indico que el valor de NDVI obtenido para las plantas bajo el T1 (Riego 100%) fue superior a los valores de NDVI presentado por las plantas de los otros tratamientos (Tabla 3). Según lo expuesto por Guimaraes y Landau (2015) lecturas de NDVI superiores a 0,7 indican cultivos irrigados, en todos los casos los promedios obtenidos en los tratamientos con riego en este trabajo fueron superiores, esto se podría explicar por el hecho de que las lecturas se realizaron en las últimas semanas de cada periodo de estudio, en el primer corte se registraron precipitaciones de 60 mm en ese periodo, por lo que pudo haber incidido en el resultado ya que no se detectó diferencia estadística, en el segundo corte las precipitaciones fueron superiores a 100 mm en la última semana.

Tabla 3. Valores de NDVI durante el periodo experimental, Emboscada, 2015-2016.

Tratamientos	NDVI		
	Primer corte	Segundo corte	Tercer corte
T1	0,753 A	0,750 A	0,828 A
T2	0,753 A	0,760 A	0,743 B
T3	0,750 A	0,730 A	0,750 B

Promedios seguidos de la misma letra, en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

Para el tercer corte las precipitaciones en la etapa final fueron de 30 mm y en general fue un periodo más seco lo que quedó evidenciado en el promedio de lecturas de NDVI de las plantas del T1, el cual fue de 0,828. Camilo et al. (2010) analizando la respuesta espectral de la caña de azúcar irrigada en Ceará (Brasil) observo valores promedios de 0,309 (agua y áreas húmedas), 0,287 (áreas con vegetación nativa y suelos expuestos) y 0,805 (áreas irrigadas).

Conclusión

En los dos primeros cortes no se observó diferencia estadística en la evaluación de la producción forrajera y del NDVI.

En el tercer corte la aplicación de riego cubriendo la demanda total del cultivo (T1) produjo un incremento en la producción forrajera (MV y MS), la cual no se diferenció estadísticamente del otro tratamiento con riego (T2) pero si lo hizo en relación al testigo.

Las lecturas de NDVI realizadas en las plantas con riego 100% (T1) tuvieron valores superiores a las realizadas en las plantas de los otros tratamientos.

Referencias bibliográficas

- Camilo, AA; Costa Filho, JF; Sá, TFF; Braga Junior, JM. 2010. Resposta espectral da cana-de-açúcar irrigada no Município de Quixeré no Ceará (en línea). III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010 p. 002-009. Consultado 16 set. 2016. Disponible en https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/FotoeSR/SR_e_PDI/A_255.pdf
- Del Pozo R, PP. 2002. Bases ecofisiológicas para el manejo de pastos tropicales (en línea). Pastos 32(2):109-137. Consultado 8 mar. 2017. Disponible en <http://www.polired.upm.es/index.php/pastos/article/download/1314/1318>
- Guimarães, DP; Landau, EC. 2015. Monitoramento da agricultura irrigada em tempo real (en línea). Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. Consultado 7 set. 2016. Disponible en <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0693.pdf>
- Herreros, G. 2016. Relatorio de Impacto Ambiental: proyecto explotación de material pétreo (en línea). Emboscada, Cordillera, PY. Consultado 7 ene. 2017. Disponible en http://www.seam.gov.py/sites/default/files/users/control/benito.roggio.e.hijos_gustavo.h.pdf
- Oficina de Riesgo Agropecuario. 2016. Índice satelital de déficit hídrico (en línea). Consultado 16 set. 2016. Disponible http://www.ora.gov.ar/TVDI/tvdi_metodologia.pdf
- Murillo, SJ; Barros, HJA; Roncallo, FB; Arrieta, PG. 2014. Requerimientos hídricos de cuatro gramíneas de corte para uso eficiente del agua en el Caribe seco colombiano. Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria 15(1):83-99.
- Lopes, R. 2002. Adubacao nitrogenada em pastagens de capim elefante sob irrigacao. Tesis Doctor. Vicosa, Minas Gerais (BR), Universidade Federal de Vicosa. 107 p.

Lourenço, LF. 2004. Avaliação da produção de capim Tanzânia em ambiente protegido sob disponibilidade variável de água e nitrogênio no solo. Disertación (Maestría) – Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz. Brasil, Universidade de São Paulo. 77 p.

Salcedo, Y. 2016. La ganadería paraguaya se destaca en la región (en línea). Consultado 7 ene. 2017. Disponible en <http://www.5dias.com.py/45628-la-ganaderia-paraguaya-se-destaca-en-la-region>

Saraiva, VM; Konig, A. 2013. Produtividade do capim-elefante-roxo irrigado com efluente doméstico tratado no semiárido potiguar e suas utilidades. HOLOS Natal 29:(1):28-46.

Utilización de un sistema GNSS para la determinación de la capacidad y eficiencia operacional de un pulverizador autopropulsado

Fernando Ferreira¹, Juan José Bonnin¹, Rubén Franco Ibars¹, María Gloria Cabrera^{1*},
Pedro Aníbal Vera Ojeda¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: ayacabrera@hotmail.com

Introducción

En la agricultura moderna la racionalización de las operaciones mecanizadas es de gran importancia, cuando se busca no solamente aumentar la productividad, sino también minimizar los costos de producción y preservar los recursos ambientales. Informaciones acerca de la capacidad operacional son esenciales para el gerenciamiento de un sistema mecanizado, pues permite un auxilio en la decisión a ser tomada por el administrador, a fin de optimizar los recursos disponibles (Taylor et al. 2002).

De acuerdo con Mialhe (1974), la capacidad operacional de un conjunto moto-mecanizado es definida como la cantidad de trabajo por unidad de tiempo ejecutada en una operación agrícola. Para Junior et al. (2013), el uso del concepto de tecnología de aplicación de defensivos agrícolas al desempeño operacional de los equipos en el campo, resultan en una reducción del volumen de aplicación por hectárea y economía de los costos operacionales. De acuerdo con Grisso et al. (2002), la utilización de un receptor GPS instalado en un tractor agrícola, permite tener datos geo-referenciados de las operaciones agrícolas durante una zafra, que pueden tener un papel importante en el gerenciamiento de maquinarias agrícolas, donde estas informaciones referentes a las características operacionales como, velocidad de trabajo, recorrido en las parcela, productividad y tiempo de maniobra o de descargue y abastecimiento de insumos o de combustible, a si también del modelo digital del relieve del terreno entre otros, permitirían un mejor análisis de la ejecución de las tareas de campo de forma más eficiente y precisa.

Siendo así, el objetivo del trabajo fue determinar la capacidad y eficiencia operacional de una pulverizadora autopropulsada Jacto Uniport 2000 plus, con base en las informaciones proporcionadas por un sistema GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite).

Metodología

El experimento fue realizado en la Agropecuaria Pozuelo S.A. dedicada al rubro agrícola, la cual se encuentra en la Colonia km 24 del Distrito de Puerto Adela, Departamento de Canindeyú, cuyas coordenadas geodésicas son 24°29'56" latitud Sur, 54°29'28" longitud Oeste, con una altitud de 291 msnm (Datum WGS 84). El suelo del área experimental está clasificado como Ultisol, subordem: Udult, grande grupo: Paleudult, subgrupo: Rhodic Paleudult de acuerdo con López et al. (1995). El área experimental es utilizada bajo un manejo conservacionista (Sistema de Siembra directa) desde hace diez años, con un cultivo de verano (Soja) de mayor renta y abono verde en el invierno, con el fin de mantener siempre con buena cobertura el área.

El pulverizador autopropulsado evaluado fue de la marca Jacto, modelo Uniport 2000 plus, año 2012, cuyas características técnicas pueden ser observadas en la Tabla 1. Para los trabajos de campo fue seleccionada una parcela de 64 ha, donde se determinó la capacidad operacional de la maquina durante la aplicación de un herbicida del tipo glifosato, operación agrícola realizada previo a la siembra de soja (Zafra 2016-2017). Para la obtención de los datos necesarios para la determinación de la capacidad de campo teórica, capacidad campo efectiva, eficiencia de campo,

Tabla 1. Características técnicas del pulverizador autopropulsado Jacto Uniport 2000 plus

Especificaciones de la máquina	
Potencia del motor	128 cv a 2200 rpm
Transmisión	4x2 - 5 velocidades
Tipo de combustible	Diésel Tipo III
Cabina	Climatizada
Peso de la maquina	6.600 kg
Caudal máx. de la bomba	194 l/min a 684rpm
Espacio entre picos	0,50 cm
Longitud de la barra	24 m
Capacidad del tanque	2.000 litros

velocidad de trabajo y tiempo consumido en la operación agrícola y geo-referenciamiento de las mismas, se utilizó un receptor GNSS del tipo GPS (Sistema de Posicionamiento Global), de la marca Trimble, modelo Juno 3B y el software Fram Works™ Mobile, que se instaló en la cabina de la máquina, donde fue programado para registrar y almacenar en forma automática latitud, longitud, altitud, tiempo y velocidad.

Posterior, a los ensayos de campo los datos fueron descargados a una computadora por medio un software GPS.TrackMaker®-Pro y planilla electrónica de cálculo (Excel, Microsoft®) para el análisis de los trayectos realizados durante la operación agrícola por el pulverizador. Los parámetros estudiados fueron calculados a partir de la metodología propuestas por Mialhe (1974), descrita por las siguientes ecuaciones, que considera el ancho de trabajo, la velocidad de desplazamiento de la máquina, área trabajada y tiempo gastado en dicha operación.

Capacidad de campo Teórica (CcT)

$$CcT = \frac{L \times Vel}{10 \times N^{\circ} P} \quad (1)$$

Donde: CcT: capacidad de campo teórica (ha h⁻¹), L: ancho de trabajo (m), Vel: velocidad de trabajo teórico (km h⁻¹), N° P: número de pasadas

Velocidad de trabajo (Vel)

$$Vel. = MTV \neq 0 \quad (2)$$

Donde: Vel: velocidad media de trabajo (km/h), MTV ≠ 0: es la media de todas las velocidades registrada por el receptor GPS diferentes de cero (km/h)

Capacidad de campo Efectiva (CcE)

$$CcE = \frac{\text{Área}}{Ttc} \quad (3)$$

Donde: CcE: capacidad de campo teórica (ha h⁻¹), Área: área trabajada (ha), TtC: tiempo total de campo (h)

Tiempo total de Campo (TtC)

$$TtC = ToE + TP \quad (4)$$

Donde: TtC: tiempo total de campo (h), ToE: tiempo operacional efectivo (h), TP: tiempo perdido + de maniobras (h)

Eficiencia de campo (Ec)

$$Ec = \frac{CcE}{CcT} \times 100 \quad (5)$$

Donde: Ec: eficiencia de campo (%), CcE: capacidad de campo teórica (ha h⁻¹), CcT: capacidad de campo teórica (ha h⁻¹).

Para el análisis de las variables estudiadas fue realizado un análisis exploratorio general, sin considerar la posición geográfica de cada muestra colectada, a través de un análisis estadístico descriptivo del conjunto de datos. El análisis espacial fue realizado sobre la óptica de la geoestadística, donde fue considerada la posición de cada muestra colectada en el campo. En esta etapa se utilizó el software CR Campeiro 7, para identificar la estructura de la dependencia espacial entre las muestras, a través del semivariograma experimental ajustado. Seguido fueron construidos los mapas temáticos de las variables analizadas.

Resultados y discusión

En la Tabla 2, se puede observar el análisis de estadística descriptiva para las variables estudiadas. Todos los parámetros presentaron una distribución normal (Shapiro-Wilks). La Capacidad de campo Teórica (CcT) fue de 38,40 ha h⁻¹ y la Capacidad de campo Efectiva (CcE) promedio fue de 39,16 ha h⁻¹, superior a la teórica, esto puede ser atribuido a que durante la operación de campo el operador no respeto la velocidad fijada para dicha operación (12 km h⁻¹), donde el GPS permitió ver perfectamente que la máquina se desplazaba a una velocidad promedio de 16,66 km h⁻¹, con mínimos de 10,50 y máximo de 19,06 km ha⁻¹. Esta situación de aumento de la velocidad de trabajo también influyó en el aumento de la Eficiencia de campo (Ec) en 101,98%, lo cual no garantiza una aplicación correcta del defensivo agrícola y consecuentemente disminuye la eficiencia de los mismos.

Estos resultados evidencian la importancia de

tener un control en las operaciones de aplicación, y más aún cuando los operadores de estas máquinas no respetan las velocidades recomendadas. Los coeficientes de variación registrados durante los ensayos fueron clasificados con base a los límites propuestos por Warrick e Nielsen (1980), donde todos los valores de los parámetros analizados registraron una variabilidad baja de coeficiente de variación, entre 10,81 a 12,88%. El Tiempo total de Campo (TtC) fue de 1h 55min 07s, ya el Tiempo operacional Efectivo (ToE) fue de 1h 35min 23s. El Tiempo Perdido + maniobras (TP) fue de 29min 31s.

El análisis geoestadístico realizado a las variables estudiadas a través del semivariograma, revelo una dependencia espacial moderada de acuerdo con la clasificación propuesta por Cambardella et al. (1994), con un ajuste exponencial. Los valores del alcance presentaron un comportamiento diferenciado.

La instalación del GPS en la cabina del pulverizador, permitió realizar un monitoreo de la operación de pulverización realizada a campo, lo que brindó una serie de informaciones con relación al trabajo realizado por la máquina, que se puede observar en la Figura 2. Donde se puede ver la ruta realizada por el pulverizador en el área, tanto durante la aplicación como las maniobras realizadas. Durante el 50,13% de la operación agrícola la velocidad del pulverizador se mantuvo en el orden de 17 a 19 km h⁻¹ considerando que la velocidad recomendada era de 12 km h⁻¹, disminuyendo solamente en los límites del área como era de esperarse, ya que ahí se realizaban las maniobras para el cambio de pasada, de acuerdo al ancho de trabajo de la máquina (24 m).

Tabla 2. Estadística descriptiva del desempeño operacional del Jacto Uniport 2000 plus.

Variables	Promedio	Mínimo	Máximo	Desvió Estándar	CV %	Kurtosis	Asimetría
Velocidad (km h ⁻¹)	16,66	10,51	19,06	1,98	10,81	1,29	-1,32
CcT (ha h ⁻¹)	38,40	-----	-----	-----	-----	-----	-----
CcE (ha h ⁻¹)	39,16	24,70	44,79	4,65	11,89	1,25	-1,11
Ec (%)	101,98	64,32	116,64	12,12	12,88	1,21	-1,23

CcT: Capacidad de campo Teórica; CcE: Capacidad de campo Efectiva; Ec: Eficiencia de campo; CV: Coeficiente de variación.

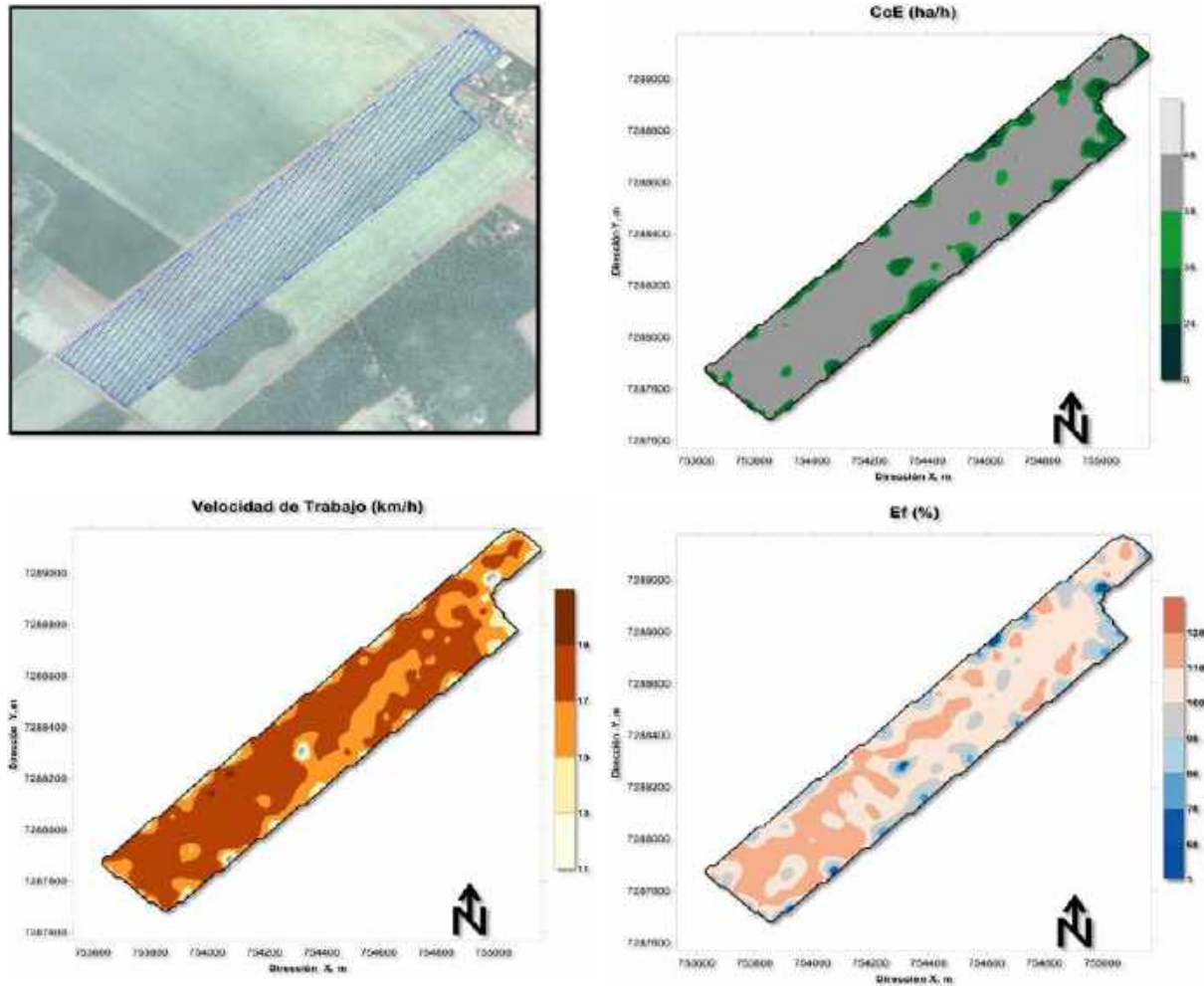


Figura 2. Mapa de la Capacidad Operacional del Pulverizador Jacto Uniport 2000 Plus.

La CcE del pulverizador se mantuvo en el orden de 38 a 46 ha h⁻¹, en 70% del área, lo cual puede verificarse perfectamente en la representación gráfica de este parámetro, así como también observar que esta capacidad efectiva se reducía en los extremos del área en función a la necesidad de disminuir la velocidad de trabajo, para poder realizar las maniobras.

La eficiencia de campo fue muy elevada, como era de esperarse ya que esta eficiencia está relacionada con la CcE. Esta información permite hacer un análisis espacial de la operación agrícola realizada y ver con precisión los lugares en que se tuvo limitaciones o por el contrario, ver los locales con mejor desempeño operacional de la máquina, lo que nos permite tener un control preciso y confiable para un mejor gerenciamiento

las máquinas agrícolas utilizadas en la propiedad.

Conclusión

La utilización de un GNSS en el tractor permitió la rastreabilidad de las operaciones agrícolas como la creación de mapas temáticos para su posterior análisis, sin costos adicionales para el productor. La CcE promedio fue 39,16 ha h⁻¹, a una velocidad promedio de 16,66 km h⁻¹, con una Ec 101,98% y con ToE de 1h 55min 07seg.

Referencias bibliográficas

Cambardella, CA; Moorman, TB; Novak, JM; Parkin, TB; Konopka, AE. 1994. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. Soil Sci Soc Am J 58(5):1501-1511.

- Grisso, R; Jasa, P; Rolofson, D. 2002. Analysis of traffic patterns and yield monitor data for field efficiency determination. *Applied Engineering in Agriculture St Joseph* 18:171-178.
- Junior, EB; Ferreira, MC; Leite, GJ. 2013. Avaliação da pulverização de calda herbicida em cana soca por meio de diferentes equipamentos, declives e horários de aplicação. *Conbraf - Congresso Brasileiro de Fitossanidade, UNESP. Jaboticabal.*
- López G, O; González E, E; De Llamas G, PA; Molinas, A; Franco S, ES; García S, S; Ríos A, E. 1995. Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay. Asunción, Paraguay, MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 246 p.
- Mialhe, LG. 1974. Manual de mecanização agrícola. São Paulo, Agronômica Ceres. p. 301.
- Taylor, RK; Schrock, MD; Staggenborg, SA. 2002. Extracting machinery management information from GPS data St Joseph, ASAE, Paper, 021008. p. 9.
- Warrick, AW; Nielsen, DR. 1980. Spatial variability of soil physical properties in the field. New York, Academic Press.

Evaluación del nivel de ruido emitido por dos micro-tractores agrícolas

Sergio Manuel Chamorro Díaz^{1*}, Juan José Bonnin¹, Rubén Franco Ibars¹, Tania Botha¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: sergio_chamorro35@hotmail.com

Introducción

El sonido es la variación de presión ambiental detectado por el sistema auditivo y el ruido es un sonido sin armonía, es un sonido indeseable (Bistafa 2006). Según Nascimento et al. (2007) el ruido es uno de los agentes nocivos y estresantes más comunes encontrados en el ambiente de trabajo. La exposición al ruido tiene una serie de efectos sobre la salud que pueden ser de tipo patológico como psicológico. Una consecuencia patológica directa es la sordera, incluyendo la pérdida auditiva por efecto de la actividad laboral conocida como sorderas profesionales; o la mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares, digestivas o neurológicas, detectadas en personas expuestas a mayores niveles de ruido. Un fenómeno patológico pero indirecto, sería el derivado de un consumo excesivo de medicamentos (Azqueta 1994).

En la actualidad la agricultura es altamente mecanizada, donde la gran mayoría de las operaciones agrícolas son realizadas empleando una mayor cantidad de máquinas de mayor tamaño, aspecto que conlleva a aumentar el nivel de ruido emitido, sin tener en cuenta la salud de los operadores de estas maquinarias. Aquellas personas dentro de la agricultura familiar están más expuestas a este problema, ya que normalmente no emplean tractores de gran porte con cabinas protectoras, sino micro-tractores.

Estas máquinas son utilizadas en huertas, jardines o en locales y propiedades debido a que sus características se adecuan a la operación, por lo general son muy utilizados en trabajos con rotativas debido a su reducida fuerza de tracción (Dias Gadhana et al. 1991). Cuando se opera un Micro-tractor, no se cuenta con una barrera física ante

la expansión del ruido hacia el oído del operador, sumado al desconocimiento de la importancia de la utilización de protectores auditivos y los problemas que estos altos niveles de ruido pueden ocasionar los, como las enfermedades fisiológicas, psíquicas y los trastornos sociológicos.

La investigación tuvo como objetivo general la obtención y evaluación del nivel de ruido en decibeles (dB) emitido por dos Micro-tractores agrícolas.

La investigación tuvo como objetivos la obtención y la evaluación del nivel de ruido emitido por dos micro-tractores agrícolas, la comparación entre el Micro-tracto usado y el nuevo, así como la expansión o distribución espacial del ruido.

Metodología

El experimento se realizó en un espacio abierto de la Facultad de Ciencias Agrarias ubicado en el Campus de la Universidad Nacional de Asunción en la ciudad de San Lorenzo, departamento Central. Localizado en latitud 25°20'16.29"S y longitud 57°31'0.57"O (21 J 448.237; 7.197.552 UTM), con un Micro-tractor nuevo de la marca YANMAR modelo NSB14S con una potencia de 10,3 kW (14,0 CV) a 2.400 rpm, un micro tractor usado de la misma marca modelo NSB14T con una potencia de 10,3 kW (14,0 CV) a 2.400 rpm. Para la medición del ruido, fue empleado un decibelímetro comercial (Radio Shack 33-2055 con una pila tamaño D de 9 V como fuente de energía). Para el establecimiento del experimento se empleó hilo de ferretería, 30 estacas, cinta métrica.

Para el registro, sistematización de los datos, análisis, obtención y presentación de los resultados

fueron empleados el Excel®, un software de análisis estadístico (InfoStat), un software para el análisis geoestadístico (GS + for Windows), un software para la elaboración de mapas (Surfer 10). El experimento incluyó dos tratamientos consistentes en la medición de la variable de interés sobre un Micro-tractor nuevo y otro usado en marcha en ralentí y aceleración máxima. La variable de interés medida fue el nivel de ruido en Decibeles (Db) a través del Decibelímetro Comercial.

Las máquinas fueron ubicadas en el centro de un espacio abierto del predio la Facultad de Ciencias Agrarias, en su entorno se establecieron 30 puntos de medición, separados cada 3 m, conformando así una malla cuadrangular. Los puntos de medición fueron marcados con estacas de PVC, señalando el lugar para la toma de datos. En cada punto indicado se procedió a medir el nivel de ruido, realizando 5 repeticiones. El levantamiento de datos fue realizado

a lo largo de aproximadamente 5 horas.

La toma de datos a través de la dispersión de malla cuadrangular de puntos de muestreo.

Con el valor de la variable medida, se procedió a calcular el promedio entre las 30 lecturas realizadas. Se realizó un análisis estadístico (Estadística descriptiva), luego un test de comparación de medias (Test de Student, al 5% de probabilidad), también un análisis geoestadístico y por último se confeccionaron los mapas de la dispersión del ruido.

Resultados y discusión

La Tabla 1 representa los resultados del análisis estadístico realizado a los valores de niveles de ruido, con estos datos se demuestra unos grados superiores de ruidos producidos por el micro tractor usado en comparación con el micro tractor nuevo.

Tabla 1. Estadística descriptiva realizada a los niveles de ruido (dB) emitido por dos Micro- tractores agrícolas. San Lorenzo, 2015.

Variable	Media	CV (%)	Min	Max	Curtosis	Asimetría
Máquinas estudiadas	Niveles de Ruidos (dB)					
Usado	82,37	5,69	76,20	97,20	1,61	1,25
Nuevo	82,08	5,22	76	94,60	0,77	1,00

Como se puede observar los promedios del nivel de ruido son distintos, 82,37 dB para el Micro-tractor Usado y 82,08 dB para el Nuevo, los valores máximos de ruido emitido son de 97,20 dB proveído por el Micro-tractor Usado y 94,60 por el Micro-tractor Nuevo; y las mínimas fueron de 76,20 para el Micro-tractor Usado y 76 para el Micro-tractor nuevo. Teniendo en cuenta los Coeficientes de Variación obtenidos comúnmente en los ensayos agrícolas de campo, conforme a Pimentel-Gomes y García (2002) y Pimentel-Gomes (2009) estos los consideran bajos cuando

son inferiores a 10 %, medios cuando son de 10-20 %, altos cuando están de 20-30% y muy altos cuando son superiores al 30 %.

Para demostrar si entre el nivel promedio de ruido emitido por ambos Micro-tractores (Nuevo y Usado) existe una diferencia significativa se utilizó una Prueba t para dos muestras emparejadas (Test de Student) con un error máximo del 5% (95% de exactitud). En la Tabla 2 se presentan los resultados de test citado anteriormente.

Tabla 2. Prueba t de dos muestras emparejadas (Test de Student al 0,05) del nivel de ruido emitido por los micro tractores agrícolas. San Lorenzo, 2015.

	Nuevo	Usado
Media	82,0800	82,3733
Varianza	18,3906	21,9910
Observaciones	30,0000	30,0000
P (T<=t) dos colas	0,135908	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0452	

En este caso el P (T<=t) dos colas fuera menor que el 5% de error usado en el test, significa que existe una diferencia significativa entre ambos

micro-tractores. Posteriormente fue realizado el análisis geoestadístico, los resultados para ambas variables se pueden observar en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados del análisis geoestadístico de los niveles de ruido emitidos por dos micro tractores agrícolas. San Lorenzo, 2015.

	Modelo	Efecto pepita Co	Meseta C1 + Co	Alcance AO(m)	Co/C1 +Co (%)	Dependencia Espacial
		Niveles de ruidos (dB)				
Usado	Esférico	64.000	22,54	7,95	0,972	Altamente dependiente
Nuevo	Esférico	66.000	18,97	8,27	0,965	Altamente dependiente

La dependencia espacial que presentan el nivel de ruido en ambos casos fue altamente dependiente teniendo en cuenta que el modelo usado para ambas variables fue el esférico. Los valores de alcance (Ao) de las dos variables fueron de 7,65 m y 8,27 m para el micro tractor usado y el nuevo respectivamente. De acuerdo a Guerra (1988), el alcance corresponde al concepto de la región de influencia o dependencia espacial de una muestra, marcando la distancia a partir de la cual, las muestras tornan se independientes. Al analizar visualmente los mapas del nivel de ruido emitido por los dos Micro-tractores no se puede percibir

una gran diferencia en las líneas de dispersión, en ambos mapas la dirección del viento influye en la dispersión del ruido, sin embargo, se puede observar que los niveles máximos son diferentes.

En la Figura 1 se presenta el mapa del nivel de ruido en promedio emitido por el Micro-tractor Usado y su dispersión espacial en el campo funcionando en marcha alta.

En la Figura 2 se presenta el mapa del nivel de ruido en promedio emitido por el micro tractor Nuevo y su dispersión espacial en el campo, funcionando en marcha alta.

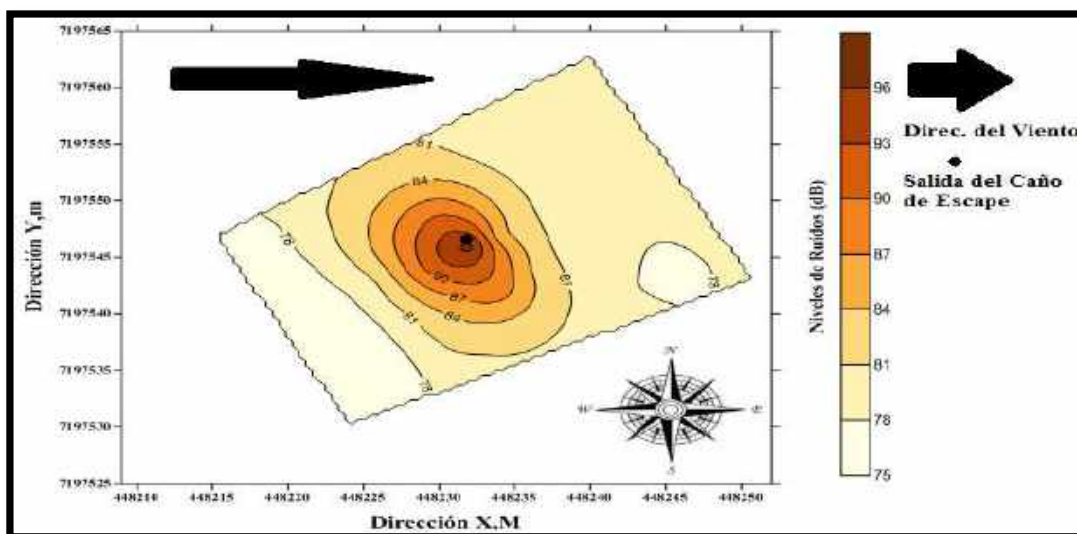


Figura 1. Nivel de ruido promedio emitido por el micro tractor usado y su dispersión espacial en el campo. San Lorenzo, 2015.

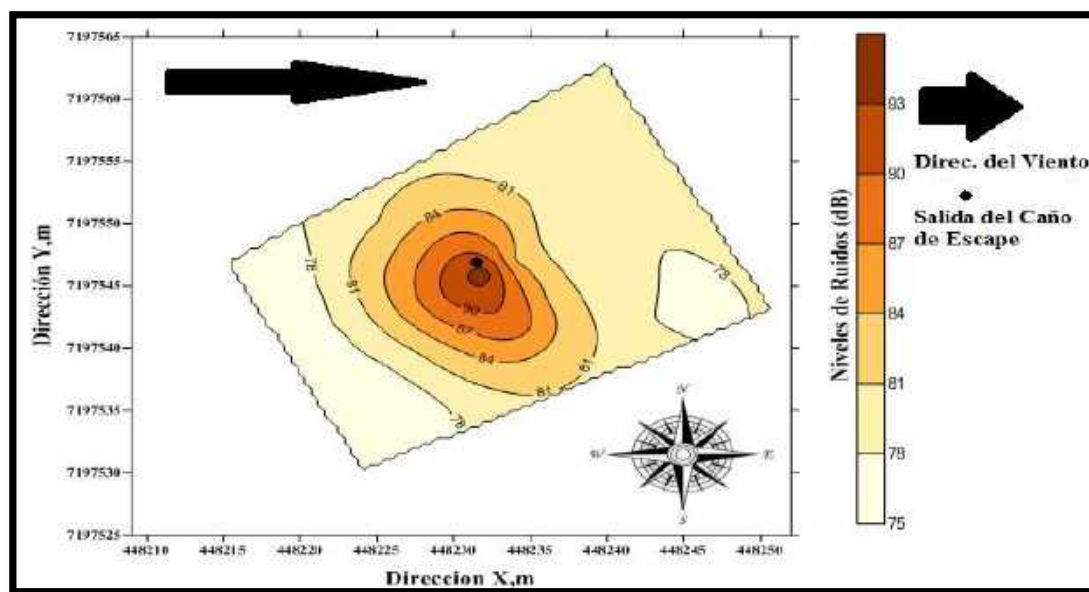


Figura 2. Nivel de ruido promedio emitido por el micro tractor nuevo y dispersión espacial en el campo. San Lorenzo, 2015.

Conclusión

Considerando los resultados obtenidos, en la evaluación del nivel de ruido emitido por dos micro tractores agrícolas con los distintos análisis realizados, se puede concluir que:

El nivel de ruido emitido por el micro tractor usado es levemente mayor que el emitido por el nuevo, tanto en máxima, mínima y promedio según la estadística descriptiva.

Con el análisis geoestadístico se encontró que el ruido producido por ambos micro-tractores posee una alta dependencia espacial. Y que esta alta dependencia espacial es fácilmente observable en los mapas.

Referencias bibliográficas

Azqueta, D. 1994. Valoración Económica de la calidad ambiental. Madrid, McGrawHill. 299 p.

- Bistafa, SR. 2006. Acústica aplicada ao controle do ruído. São Paulo, Br Blucher. 368 p.
- Dias Gadanha, C; Molin, JP; Duarte Coelho, JL; Yahn, CH; Wada Tomimori, SMA. 1991. Máquinas e implementos agrícolas do Brasil. São Paulo, BR, IPT (instituto de pesquisas tecnológicas do estado de São Paulo). 468 p.
- Guerra, PAG. 1988. Geoestadística operacional. Ministerio das Minas y Energía, departamento de produção mineral. Brasília, BR. 145 p.
- Nascimento, RG; Godoy, RMB; Souto Junior, CA; Uehara, GT. Avaliação da poluição sonora na Unicamp. 2007. Revista Ciências do Ambiente On-line 3 (1):60-64.
- Pimentel-Gomes, F. 2009. Curso de estadística experimental. 15 ed. Piracicaba, Br, FEALQ. 452 p.
- Pimentel-Gomes, F; Garcia, CH. 2002. Estadística aplicada a experimentos agronômicos e florestais. Piracicaba, Br, FEALQ. 305 p.

Determinación del índice diferencial de vegetación normalizada (NDVI) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

Arturo Damián Restaino¹, Juan José Bonnin¹, Sixto Rabery¹, Rubén Franco Ibars¹,
Sergio Manuel Chamorro Diaz^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: sergio_chamorro35@hotmail.com

Introducción

El maíz es el cereal más importante del mundo, después del trigo y del arroz. Además, ofrece la ventaja de que puede ser ensilado como forraje verde. Es un cultivo con un elevado potencial productivo, es decir con un alto rendimiento fotosintético mediante una asimilación efectiva de CO₂ (plantas C₄).

La utilización de fertilizantes es indispensable para obtener óptimos rendimientos en los cultivos, y así asegurar un buen crecimiento foliar y permitirá una rápida cobertura del suelo, está demostrado que el nitrógeno es el factor limitante más común del crecimiento de las plantas y que un deficiente suministro puede provocar notables descensos en la producción vegetal (Navarro y Navarro 2000); y al utilizar semillas híbridas el requerimiento aumenta significativamente con relación a las variedades convencionales. En la actualidad esta gestión es posible mediante los sistemas más o menos sofisticados como el sensor portátil para la medición del índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI).

El sensor portátil es una herramienta que tiene amplio margen de utilización en la agricultura de precisión que permite gestionar, mapear e incluso dosificar nitrógeno en tiempo real. Según Verdin et al. (2003) NDVI es un índice usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición, por medio de sensores remotos instalados comúnmente desde una plataforma especial, de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación refleja o emite.

Después de llevarse a cabo algunas investigaciones se probó que el NDVI está directamente relacionado con la capacidad fotosintética, y por tanto con la absorción de energía por la cobertura.

El objetivo del trabajo fue determinar la relación entre la respuesta en rendimiento, materia verde y materia seca a la fertilización nitrogenada en maíz (*Zea mays* L.) y el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI).

Metodología

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Departamento Central, Distrito de San Lorenzo en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, cuyas coordenadas son 25° 19' 32,2' latitud sur y 57° 31' 14,8' longitud del oeste. El experimento se ejecutó entre los meses de febrero del 2016 y agosto del 2016 para los trabajos a campo. Los tratamientos consistieron en la aplicación de seis dosis de nitrógeno en el cultivo de maíz: 0, 40, 80, 120 y 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno respectivamente como dosis total, utilizando como fuente de nitrógeno Urea (45% de N) los demás nutrientes solo fueron aplicados de forma correctiva en el suelo. El diseño que se utilizó fue en bloques completos al azar, con 6 tratamientos y 4 repeticiones, dando un total de 24 unidades experimentales, cada parcela tuvo 5 m la largo por 3,2 m de ancho (16 m²), siendo el área de 650 m².

El maíz utilizado fue el híbrido Agrisure Viptera 3 Bt RR. El sistema de labranza del suelo fue convencional que consistió en una arada y rastreada 15 días antes de la siembra, la distancia

de siembra entre hileras fue de 0,8 m y la distancia entre plantas de 0,2 m, con una densidad de 50 mil plantas por hectárea aproximadamente. La aplicación de los fertilizantes se realizó una vez emergida la planta, se aplicó la totalidad de kg ha^{-1} a cada tratamiento. Se realizó un control permanente durante todo el ciclo del cultivo, para detectar incidencia de plagas y enfermedades; y otros factores anormales que puedan comprometer el experimento. Las malezas fueron controladas con herbicidas, las aplicaciones fueron efectuadas 2 veces a los 15 y 50 días después de la emergencia, siendo esta suficiente, ya que la vigorosidad de las plantas produjo un dosel denso con las hojas, impidiendo el rebrote y emergencia de malezas.

El sensor portátil fue utilizado en tres fechas diferentes para evaluar el índice de diferencias de vegetación normalizada (NDVI) tras la

aplicación total de fertilizante que fueron 04/04/16 (Estadio V5-V8); 29/04/16 (Estadio VT-R1) y 19/05/16 (Estadio R2-R4). Las lecturas de los datos se realizaron colocando el sensor portátil a diferentes alturas 0,60; 0,90 y 1,20 m del dosel del cultivo. Al obtener todos los datos se procedió al análisis de varianza y de comparación de medias, a través del Test de Tukey al 5% de probabilidad de error con el software estadístico InfoStat versión 2008 (Di Rienzo et al. 2008).

Resultados y discusión

Los resultados del experimento en rendimiento oscilaron desde $12.200 \text{ kg ha}^{-1}$ a 6.300 kg ha^{-1} para el tratamiento T4 y T1 respectivamente, materia verde entre $20.500 \text{ kg ha}^{-1}$ a $11.625 \text{ kg ha}^{-1}$ para los tratamientos T5 y T1; y la materia seca de $10.750 \text{ kg ha}^{-1}$ a 5.000 kg ha^{-1} también para T5 y T1, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Promedios de materia verde, materia seca y rendimientos de granos en parcelas donde se evaluó el efecto de la fertilización nitrogenada FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Tratamientos	Dosis total (kg de N)	Materia Verde (kg ha^{-1})	Materia Seca (kg ha^{-1})	Rendimiento de grano (kg ha^{-1})
T1	0	11.625	5.000	6.300
T2	40	18.375	9.250	11.425
T3	80	18.500	8.375	9.450
T4	120	20.375	10.750	12.200
T5	160	20.500	10.700	11.250
T6	200	18.750	9.000	10.350

Medias que comparten la misma letra no son estadísticamente diferentes, $p > 0,005$ Tukey.

Según Masiso (2010) la máxima respuesta al agregado de dosis crecientes de nitrógeno se observó un rendimiento superior de $12.478,30 \text{ kg ha}^{-1}$ con dosis de $120 \text{ kg de N ha}^{-1}$, en respuesta del cultivo de maíz híbrido.

El análisis de varianza proporcionó varios resultados de la existencia de diferencia significativa. Para los datos de rendimientos los tratamientos T2, T4 y T5 difieren significativamente del testigo T1; en cuanto a materia seca los tratamientos T4 y T5 son

significativamente diferentes del T1 y para materia verde todos los tratamientos son significativamente diferentes del testigo T1.

Los datos de NDVI a 0,6 m de altura en estadio (V5-V8), el tratamiento T1 posee diferencia significativa con los demás tratamientos; para los datos de NDVI a 0,9 m en estadio (V5-V8), también la diferencia significativa en este caso es entre el T1 y los demás tratamientos; los datos de NDVI a 1,2 m en estadio (V5-V8), demostraron que T1 posee una diferencia significativa con

relación a los tratamientos T4, T6, T3 y T2; y el tratamiento T5 no posee diferencia significativa con ninguno de los demás tratamientos. Para los datos de NDVI a 0,6 m en estadio (VT-R1) el tratamiento T1 es el que presenta diferencia significativa con relación a los demás tratamientos, sin embargo los tratamientos T3, T6, T4, T2 y T5 no poseen diferencias significativas entre sí; los datos de NDVI a 0,9 m en estadio (VT-R1) presentaron que existe una diferencia significativa entre el tratamiento T1 y los demás tratamientos, también demuestra que los tratamientos T3, T6, T4, T2 y T5 no poseen diferencias significativas; para los datos de NDVI a 1,2 m estadio (VT-R1) la diferencia significativa entre T1 con los tratamientos T5,

T4 y T3, sin embargo entre los tratamientos T1, T2 y T6 no existe diferencia significativa, como tampoco entre T5, T4, T3, T6 y T2 se presenta esta significancia. Para los datos de NDVI a 0,6 m en estadio (R2-R4) la significancia está presente entre T1 con relación a T3, T4, T6 y T5, sin embargo esta significancia no está presente entre los tratamientos T6, T5, T4, T3 y T2; y entre T1 y T2; los datos de NDVI a 0,9 m en estadio (R2-R4) demostraron que el tratamiento T1 con relación a los tratamientos T6, T4, T3, T5 y T2 en ese orden, pero entre T6, T4, T3, T5 y T2 no existe tal significancia; los datos de NDVI a 1,2 m en estadio (R2-R4) la diferencia significativa se presenta entre el tratamiento T1 con relación a los tratamientos T6, T4 y T3, sin embargo entre

Tabla 2. Análisis de correlación de Karl Pearson. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2016.

				Pearson R	p-valor
Materia Verde	NDVI estadio (V5-V8)	0,6		0,54	0,0063
Materia Verde	NDVI estadio (V5-V8)	0,9		0,6	0,0022
Materia Verde	NDVI estadio (V5-V8)	1,2		0,51	0,0118
Materia Verde	NDVI estadio (VT-R1)	0,6		0,56	0,0045
Materia Verde	NDVI estadio (VT-R1)	0,9		0,51	0,0112
Materia Verde	NDVI estadio (VT-R1)	1,2		0,58	0,0028
Materia Verde	NDVI estadio (R2-R4)	0,6		0,72	0,0001
Materia Verde	NDVI estadio (R2-R4)	0,9		0,66	0,0005
Materia Verde	NDVI estadio (R2-R4)	1,2		0,48	0,0166
Materia Seca	NDVI estadio (V5-V8)	0,6		0,39	0,0629
Materia Seca	NDVI estadio (V5-V8)	0,9		0,38	0,0634
Materia Seca	NDVI estadio (V5-V8)	1,2		0,32	0,1255
Materia Seca	NDVI estadio (VT-R1)	0,6		0,4	0,0504
Materia Seca	NDVI estadio (VT-R1)	0,9		0,33	0,1194
Materia Seca	NDVI estadio (VT-R1)	1,2		0,5	0,0119
Materia Seca	NDVI estadio (R2-R4)	0,6		0,63	0,0009
Materia Seca	NDVI estadio (R2-R4)	0,9		0,5	0,0131
Materia Seca	NDVI estadio (R2-R4)	1,2		0,46	0,0242
Rendimiento	NDVI estadio (V5-V8)	0,6		0,55	0,0051
Rendimiento	NDVI estadio (V5-V8)	0,9		0,43	0,0337
Rendimiento	NDVI estadio (V5-V8)	1,2		0,38	0,069
Rendimiento	NDVI estadio (VT-R1)	0,6		0,3	0,1613
Rendimiento	NDVI estadio (VT-R1)	0,9		0,43	0,0382
Rendimiento	NDVI estadio (VT-R1)	1,2		0,31	0,1402
Rendimiento	NDVI estadio (R2-R4)	0,6		0,5	0,0136
Rendimiento	NDVI estadio (R2-R4)	0,9		0,48	0,0177
Rendimiento	NDVI estadio (R2-R4)	1,2		0,47	0,0203

los tratamientos T1, T2 y T5 no existe diferencia significativa; al igual que entre los tratamientos T6, T4 y T3.

Posteriormente se realizó el análisis de correlación de Pearson R (o R de Pesaron) cuyos resultados se observan en la Tabla 2, la variable de materia verde con relación a los datos de NDVI poseen una correlación positiva alta (0,7 a 0,89) y una correlación positiva moderada (0,4 a 0,69), la variable materia seca con relación a los datos de NDVI posee una correlación positiva moderada (0,4 a 0,69) y una correlación positiva baja (0,2 a 0,39) y el rendimiento con relación a los datos de NDVI posee una correlación positiva moderada (0,4 a 0,69) y una correlación positiva baja (0,2 a 0,39).

Estos resultados significan que a medida que las lecturas de NDVI aumenten, los resultados de materia seca, materia verde y rendimiento aumentaran según nivel de correlación.

Conclusión

Los datos de NDVI aumentan con la aplicación de N, este aumento no es constante y diferente en cada estadio del cultivo. El rendimiento, materia seca y materia verde con relación a las lecturas de NDVI obtuvieron resultados positivos, es decir que al aumentar los niveles de NDVI el rendimiento, la materia seca y la materia verde aumentan de manera positivamente moderada – alta. El T4 fue el que tuvo mejor rendimiento en todas las variables, como también fue el que presentó una diferencia significativa en todos los grupos de muestras.

Referencias bibliográficas

- Navarro, S. Navarro, G. 2000. Química agrícola; el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Mundi-Prensa. España. 488 pág.
- Verdin, J; Pedreros, D; Eilerts, G. 2003. Índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI): FEWS - Red de Alerta Temprana Contra la Inseguridad Alimentaria, Centroamérica (en línea). USGS/EROS Data Center. Consultado 18 may. 2016. Disponible en <http://geoginform.blogspot.com/2016/03/calculo-de-ndvi-con-qgis.html>
- Di Rienzo, JA; Balzarini, MG; Robledo, CW; Gonzalez, MG; Tahlad, M. 2008. Software estadístico InfoStat versión 2008. Argentina, Grupo InfoStat, de Córdoba, FCA. Universidad Nacional.
- Masiso, A. 2010. Respuesta del cultivo de maíz a dosis crecientes de nitrógeno (en línea). Consultado 02 sep. 2016. Disponible en http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-respuesta_del_cultivo_de_maz_a_dosis_crecientes_de_ni.pdf

Determinación de la variabilidad espacial de la compactación del suelo sobre la presión máxima del índice de cono

Juan José Bonnin^{1*}, Rubén Franco Ibars¹, Sergio Manuel Chamorro¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: jose.bonnin@hotmail.com

Introducción

En un sistema productivo, además de los cuidados con la fertilidad del suelo es imprescindible tener en cuenta las características físicas del suelo, como densidad, porosidad total, la macroporosidad y microporosidad, como así también, la compactación del suelo, que influyen significativamente en el desarrollo del cualquier cultivo (Moraes et al. 2013).

De acuerdo con Oliveira et al. (2013), el uso intensivo de máquinas e implementos agrícolas y las interacciones antrópicas en el uso del suelo, contribuyen en gran medida en la modificación de las propiedades físicas de un suelo agrícola, dando como resultado la compactación del mismo, con un aumento de la densidad e incremento de la resistencia del suelo a la penetración de las raíces. Otros factores a tener en cuenta con base a lo expuesto por Rosa (2011), es que la compactación trae consigo un incremento en la fuerza de tracción por área movilizadora, ejercida por un tractor agrícola, generando consecuencias como aumento del consumo de combustible y un incremento en los costos de producción. La compactación del suelo no es una propiedad del mismo, sino un efecto de la variación de algunas de sus propiedades, debido a la acción de cargas externas.

La determinación de la compactación puede ser realizada a través un penetrometro, con el cual es posible obtener el Índice de Cono (IC), que la ASAE S313.3, define como la fuerza por unidad de área (kgf cm^{-2} o MPa) necesaria para la penetración de una sonda en el suelo, la cual simula la resistencia mecánica que las raíces realizan para penetrar. Se recomienda utilizar valores de presión promedio de IC para la caracterización de la compactación de un área, pero existen realmente puntos de muestreo en el campo, que presentan valores de Presión

Máxima de IC, que al considerarse solamente los valores promedio del IC, se podría estar cometiendo errores en las recomendaciones para una operación mecanizada de subsolado, ya que esta subestimada o desconsiderada la Presión Máxima de IC.

Siendo así, el objetivo de la investigación fue determinar la variabilidad espacial de la compactación del suelo a través de la utilización de los valores de Presión Máxima del Índice de Cono (IC) en un área de siembra directa.

Metodología

La investigación fue realizada en la propiedad comercial denominada agro-ganadera Querencia, localizada en el Distrito de Villeta, Departamento Central (Paraguay), con las coordenadas geodésicas de 25°33'23" latitud Sur, 57°26'51" longitud Oeste, con una altitud de 102 msnm (Datum WGS 84). El clima de la región según la clasificación de Koppen, es templado (Subtropical), con estación seca en el invierno y húmeda en el verano. El suelo del área experimental está clasificado como Ultisol (López et al. 1995).

El área experimental venía siendo utilizada bajo un manejo conservacionista (Sistema de Siembra Directa) en los últimos cuatro años, con un cultivo de verano (Soja) de mayor renta y se alternaba con avena negra en el invierno, con el fin de mantener siempre la cobertura del suelo. Primeramente, fue realizado un mapeamiento de toda el área seleccionada, a través de un receptor tipo GPS Trimble Juno 3B, con el cual fueron demarcados los vértices del área seleccionada. El perímetro del polígono delimitado para la determinación de la compactación suelo fue de 2.044,31 m, comprendido en una superficie de 21,03 ha. La malla de muestreo para la determinación de los parámetros analizados

en el trabajo, fue realizado de modo a proporcionar el mayor número de puntos posibles para una mejor caracterización del área, lo que totalizó 40 puntos de muestreo. La determinación de la localización y distribución geográfica de los puntos de muestreo fue realizada en un programa informático llamado Farm Works™ Mobile.

Una vez definidos los puntos de muestreo del área experimental, fueron determinadas la resistencia mecánica a la penetración del suelo a través del IC, con el auxilio de un penetrómetro electrónico de la marca Eijkelkamp, en las camadas 0-100, 100-200, 200-300 y 300-400 mm. Para la determinación de los valores de IC en la Presión máxima, se utilizó solamente los valores máximos de resistencias registradas en cada punto de muestreo. Para el análisis de las variables estudiadas fue realizado, primeramente, un análisis exploratorio, con la finalidad de describir los parámetros estadísticos, que permitió identificar la tendencia, dispersión y distribución de los datos (Homogeneidad y normalidad).

Para este análisis se asumió que las observaciones eran independientes espacialmente, o sea las variaciones de un lugar a otro son consideradas aleatorias, no se tiene en cuenta su posición geográfica. El análisis espacial fue realizado sobre la óptica de la geoestadística, a través del software

Geostatistical for environmental science GS⁺, donde se tuvo en consideración los vecinos más próximos, con sus respectivas coordenadas geográficas de cada una de las muestras colectadas en el campo, para la generación de los semivariogramas y los modelos teóricos que mejor caracterizaba el fenómeno para el área experimental.

Resultados y discusión

En la Tabla 1, se puede observar el análisis estadístico para la resistencia mecánica del suelo a la penetración, analizadas en las diferentes profundidades, donde todos los valores registrados para todos los parámetros estudiados, presentaron una curva de distribución normal, de acuerdo al test de Shapiro-Wilks. Los valores de IC registrados en la Presión Promedio y en la Presión Máxima, estuvieron por encima de los 2 MPa, valor que es considerado crítico de acuerdo con Merotto y Mundstock (1999) y Silva (2002). Sin embargo, en la primera profundidad (0-100 mm) se registró un valor de IC menor, para la variable Presión Promedia.

También se pudo verificar en la Tabla 1, un aumento en la resistencia mecánica del suelo a la penetración a lo largo del perfil del suelo, para las dos variables analizadas (Presión Promedio y Máxima de IC). Ahora, al comparar los valores de IC en la Presión

Tabla 1. Estadística descriptiva de la resistencia mecánica a la penetración del suelo.

Parámetros	Promedio	Mínimo	Máximo	DS	CV (%)	Asimetría	Curtosis
Valores de la Presión Máxima del Índice de Cono (MPa)							
0-100 mm	2,23	1,20	3,20	0,42	17,74	0,04	-0,33
100-200 mm	2,45	1,70	3,50	0,66	25,18	0,58	-0,19
200-300 mm	2,62	1,80	4,50	0,78	26,81	0,99	-0,22
300-400 mm	4,26	1,70	8,40	2,12	37,22	0,67	-0,41
Valores de la Presión Promedio del Índice de Cono (MPa)							
0-100 mm	1,48	0,51	2,54	35,73	0,51	0,02	-0,63
100-200 mm	2,22	1,34	2,88	16,44	1,34	-0,34	-0,27
200-300 mm	2,34	1,68	3,16	18,07	1,68	0,35	-1,01
300-400 mm	3,15	1,70	5,13	27,67	1,70	0,38	-0,31

Máxima obtenida en el área de estudio, podemos verificar valores de resistencia del suelo mayores a los registrados en la Presión Promedio de IC, lo que nos permite comprobar que si nos basamos solamente en los resultados obtenidos en la presión media de los IC para la toma de decisiones en la descompactación del suelo podríamos estar cometiendo un error en la estimación de la fuerza de tracción necesaria para realización de un subsolado y más aún, en la profundidad que debe ser realizada la operación mecanizada con base a la variabilidad espacial existente en un área determinada.

Los coeficientes de variación (CV) registrados por los valores de IC presentaron un incremento de este parámetro estadístico a medida que aumentaba

la profundidad de muestreo, como también una variabilidad diferenciada de acuerdo con los límites propuesto por Wilding y Dress (1983), donde los valores de CV para la Presión Máxima de IC presentaron una variabilidad alta ($CV > 25\%$), lo que denota la existencia de heterogeneidad de los datos, en cambio para la Presión media de IC los CV presentaron una variabilidad baja ($CV < 15\%$).

Posteriormente, se realizó el análisis espacial de los datos a través de los semivariograma experimental ajustado, donde se pudo determinar que todos los valores de IC presentaban una dependencia espacial alta ($Co/C_1 + Co < 25\%$) de acuerdo con la clasificación propuesta por Cambardella et al. (1994).

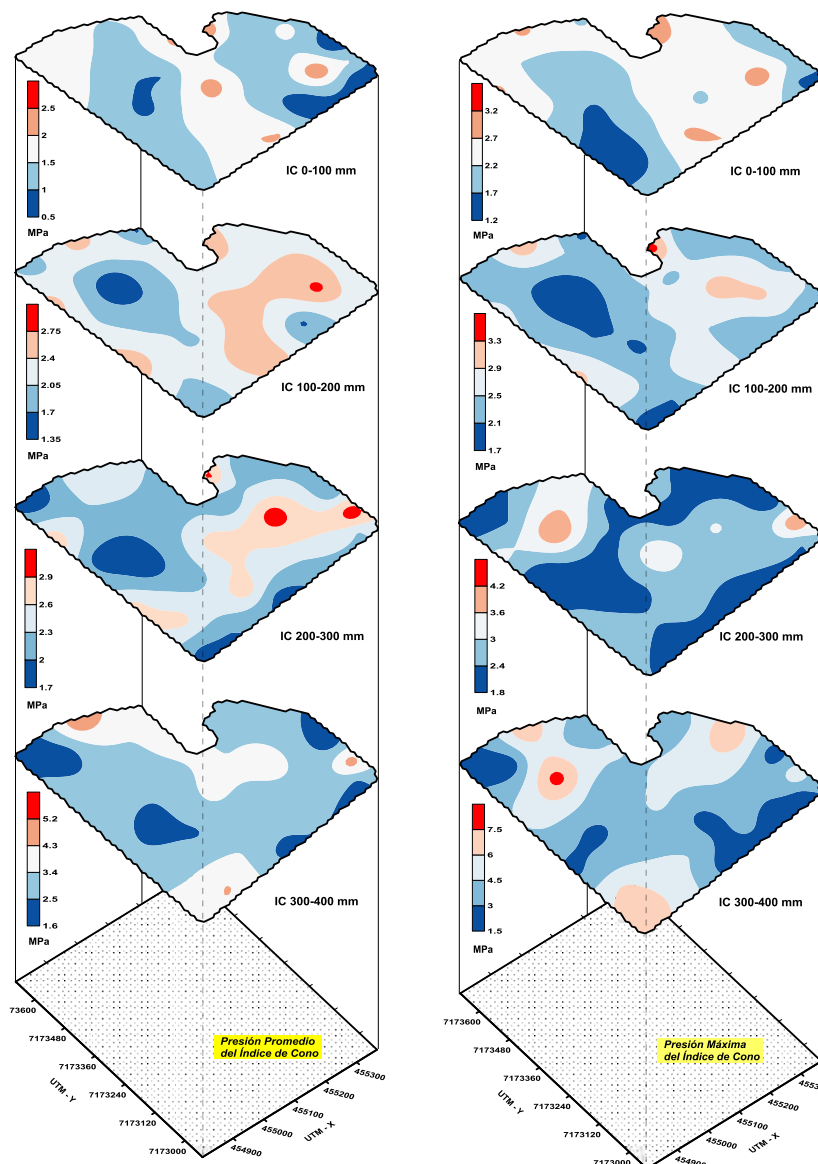


Figura 1. Mapas de Presiones Promedio y Máxima del índice de cono (IC).

En la Figura 1, se puede observar la distribución espacial de la resistencia mecánica del suelo en función de las profundidades analizadas, donde se visualizan regiones con mayor o menor resistencia mecánica bien definidas, variando solamente la conformación de las áreas y la intensidad de los valores de IC del suelo en función de los valores de Presión Promedio y Máxima del IC.

Teniendo como base, que a partir de 2 MPa un suelo empieza a presentar limitaciones en el desarrollo normal de un cultivo, así mismo, fue considerado para la comparación entre los mapas de iso-compactación las Presiones Promedio y Máxima de IC, donde se puede observar que en la profundidad de 0-100 mm, solo el 20% del área supera los 2 MPa de resistencia para la presión promedio y sin embargo, si se utilizan valores de Presión Máxima de IC la situación cambia a 55% del área con problemas de compactación, lo cual nos indica que dichas áreas necesitan de intervención, es decir, deberán ser corregidas a través de una operación subsolado. Lo mismo ocurre en la profundidad de IC 100-200 mm, el 63% del área supera el valor considerado nivel crítico, si utilizamos la Presión Promedio y en la Presión Máxima el 73% del área total. En la profundidad del IC 200-300 mm el 76% del área está por encima del valor crítico de compactación y si consideramos los valores de Presión Máxima del IC, el área debe ser subsolada en esta profundidad. Ya para la profundidad del IC 300-400 mm la situación es igual a la anterior profundidad analizada, prácticamente el 74% del área supera los 2 MPa de resistencia mecánica del suelo a la penetración, independientemente de la Presión que se utilice para la determinación del IC.

Conclusión

Con base al objetivo propuesto, se puede concluir que todos los valores de IC presentaron una variabilidad espacial alta. Con relación a la utilización de los valores de Presión Máxima de IC, se pudo percibir un aumento en que las Iso-líneas de compactación permitirán realizar una mejor recomendación de la superficie y profundidad que debe ser descompactada, como también un mejor cálculo de los costos incurridos en la operación mecanizada.

Referencias bibliográficas

- Cambardella, CA; Moorman, TB; Novak, JM; Parkin, TB; Konopka, AE. 1994. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal* 58 (5):1501-1511.
- López G., O.; González E., E.; De Llamas G., P. A.; Molinas, A.; Franco S., E. S.; García S., S.; Ríos A., E. 1995. Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). Asunción, Paraguay. 246 p.
- Merotto JRA; Mundstock, CM. 1999. Wheat root growth as affected by soil strength. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 23 (2): 197-202.
- Moraes, M; Debiase, H; Franchini, J; Silva, V. 2013. Soil penetration resistance in a rhodic eutrudox affected by machinery traffic and soil water content. *Engeneria Agrícola* 33 (4): 748 - 757.
- Oliveira I; Campos M; Soares M; Aquino R. 2013. Variabilidade espacial de atributos físicos em Cambissolo Háplico, sob diferentes usos na região sul do Amazonas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 37(4): 1103-1112.
- Rosa, VT. 2011. Tempo de implantação do sistema Plantio Direto e propriedades físico-hídricas de um Latossolo. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Santa Maria, Brasil, Centro de Ciências do Solo, UFSM, RS.
- Silva, RB. 2002. Compressibilidade e resistência ao cisalhamento de um latossolo sob diferentes intensidades de uso na região dos cerrados. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Jaboticabal, UNESP.
- Wilding, LP; Dress LR. 1983. Spatial variability and pedology. *Pedogenesis and Soil Taxonomy* 11: 83-116.

Aplicación de diferentes láminas de agua en el cultivo de frutilla (*Fragaria vesca*, variedad Dover)

Rubén Franco Ibars¹, Derlis Javier Espínola¹, Sergio Manuel Chamorro^{1*}, Juan José Bonnin¹, Pedro Aníbal Vera Ojeda¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: sergio_chamorro35@hotmail.com

Introducción

La frutilla se constituye en uno de los principales rubros de producción de muchas familias rurales del departamento Central. Las áreas frutilleras por excelencia son los distritos de Areguá, Itauguá e Ypacaraí. Localidades como Itá, Ñemby, San Antonio, Capiatá, Limpio, entre otras van incrementando sus áreas de plantación. La frutilla presenta un sistema radicular poco profundo, con más de 75% de su sistema radicular en los primeros 15 cm de suelo. Según datos de la INDAP (2005), la implementación de déficit hídrico en una época crítica, como la que va desde el trasplante hasta la apertura de las primeras flores, pueden reducir el rendimiento en un 80%. Son numerosos los productores que utilizan riego en este cultivo, pero la mayoría de las veces son sistemas manejados en forma empírica. El agua constituye aproximadamente el 90% del peso fresco de la planta de frutilla y el 97 a 98% del peso de las frutas.

El riego es importante desde el trasplante hasta la producción final, en la etapa inicial del cultivo contribuye para el prendimiento y para una rápida recuperación de las mudas recién trasplantadas, en la fase de floración y fructificación es un elemento decisivo para la buena producción (Amarilla et al. 1994). De acuerdo González-Robaina et al. (2013) el uso de curvas o funciones de rendimiento puede servir de base para la distribución del agua disponible entre un grupo de cultivos a fin de maximizar la producción o la ganancia económica en condiciones de déficit hídrico.

Los objetivos del trabajo fueron a) determinar los efectos de la aplicación de diferentes láminas de agua en el rendimiento del cultivo de frutilla

(*Fragaria x ananassa*, Duch) variedad Dover y b) establecer una función de producción para el rendimiento de la frutilla en relación con el % de ETc cubierto por el riego.

Metodología

El ensayo se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias ubicado en el Distrito de J. Augusto Saldivar, Departamento Central, Paraguay. Las coordenadas del lugar son 25°25'12,68" latitud Sur y 57°26'08,15" longitud Oeste. El trabajo de campo fue realizado entre el periodo de Abril a Agosto de 2014. El suelo es de textura areno franco, con una pendiente inferior al 2%. El diseño experimental utilizado fue enteramente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental tuvo una superficie de 3 m² (3 m de largo por 1 m de ancho).

Los tratamientos consistieron en diferentes láminas de agua calculadas a partir de la evapotranspiración del cultivo (ETc): T1 40% de la ETc, T2 60% de la ETc, T3 80% de la ETc, T4 100% de la ETc y T5 120% de la ETc. Las láminas fueron aplicadas por un sistema de riego por goteo. La ETc fue calculada a partir de la Evapotranspiración de referencia (ETo) que fue obtenida utilizando el método del tanque clase A con datos proveídos por la estación meteorológica de la FCA/UNA (San Lorenzo).

Durante la fase de establecimiento del cultivo se aplicó una lámina de riego uniforme del 100%, durante un periodo de 30 días, pues durante él mismo se presentaron condiciones climáticas desfavorables con déficit de precipitaciones.

Las variables evaluadas fueron: el rendimiento de cada unidad experimental tomando doce plantas al azar. En el momento de la cosecha se midió la cantidad de frutas por planta, el peso de cada fruto por planta y el rendimiento representado en kg ha^{-1} .

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA), y aquellas que presentaron diferencias significativas fueron sometidas al test de Tukey. Para determinar el modelo de mejor ajuste del rendimiento en función del % de lámina aplicada se utilizó el programa Microsoft Excel.

Resultados y discusión

Desde el momento del trasplante (Abril) hasta la última cosecha (Setiembre) la precipitación total registrada fue de 987 mm siendo los meses más lluviosos abril y junio. Debido a la baja capacidad de retención de agua del suelo se consideró que la precipitación efectiva era como máximo de 20 mm. La distribución de las precipitaciones, así como la ETc semanal puede ser observada en la Figura 1. Aun con el exceso de precipitaciones en los primeros meses pueden observarse periodos de tiempo sin precipitaciones sobre todo en Julio y Agosto.

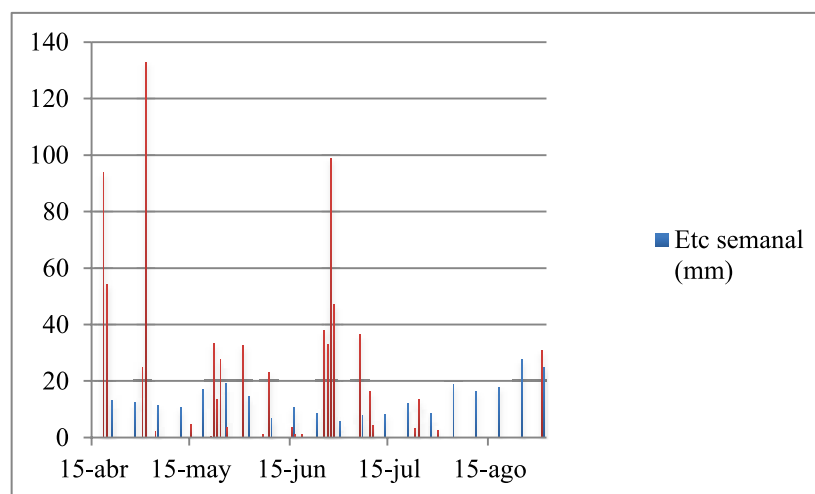


Figura 1. ETc semanal y Precipitación diaria de la zona durante el periodo experimental, Estación Meteorológica de la FCA/UNA.

En la Tabla 1 se observa la comparación de medias de las variables evaluadas, se puede separar el efecto de los tratamientos en tres, por una parte tenemos el T3 que correspondió a 80% de la ETc, que en todas las variables produjo los mejores resultados.

En segundo lugar tenemos a los tratamientos que aplicaron 120, 60 y 100% de la ETc es decir T5, T2 y T4 respectivamente, los resultados producidos por efecto de estos tratamientos no se diferencian entre sí estadísticamente en todas las variables evaluadas, en el caso de la

Tabla 1. Comparación de medias de las variables evaluadas, masa individual de los frutos (g fruto^{-1}), Número de frutos por planta ($\text{N frutos planta}^{-1}$) y rendimiento (kg ha^{-1}) del cultivo de frutilla (*Fragaria vesca*, Variedad Dover).

Tratamientos	g fruto^{-1}		$\text{N frutos planta}^{-1}$		kg ha^{-1}	
T3 80% de la ETc	12,7	A	36,3	A	27.778	A
T5 120% de la ETc	10,9	B	31,9	B	20.833	B
T2 60% de la ETc	10,4	B	30,9	B	19.318	B
T4 100% de la ETc	10,5	B	28,9	BC	18.269	B
T1 40% de la ETc	9,0	C	25,2	C	13.695	C

Promedios seguidos de la misma letra, en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de Tukey a 1% de probabilidad.

variable número de frutos por planta el efecto del T4 no fue diferente estadísticamente del resultado atribuido al efecto del T1 (40% de ETc) que también presentó en las otras variables los resultados más bajos. Pimstein (2013), en un experimento con reposición de la evapotranspiración obtuvo mejor respuesta al 75% siendo este porcentaje muy próximo a 80% de la ETc que fue el tratamiento que produjo mejores efectos en el presente trabajo. Díaz (2009) también observó que en condiciones de cultivo a campo abierto la lámina bajo la que se consiguió mejor producción de espigas de maíz dulce fue la de 80% de la ETc.

De acuerdo con la Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias del Ministerio de Agricultura y Ganadería el rendimiento promedio de la frutilla en el Departamento Central para el año agrícola 2015/2016 fue de aproximadamente 10.500 kg ha⁻¹ (MAG, DCEA 2016), en el presente experimento se obtuvieron resultados muy por encima del citado valor. Aun así, llama la atención que los mejores resultados sean atribuidos al tratamiento que aplicó 80% de la ETc, esto podría estar explicado por el

exceso de lluvias en la fase inicial y a al periodo de sequía que se presentó en la fase final del experimento, en relación a esto Pimstein (2013) expresa que la frutilla tiene una marcada sensibilidad a la anoxia (Falta de oxígeno) producida por el exceso de agua, pero a la vez posee requerimientos de humedad bastante altos. En consecuencia, el manejo del agua aplicada debe ser muy fino.

Martín de Santa Olalla y Valero (1993) y Kumar et al. (2007) señalan al polinomio de segundo orden como el de mejor ajuste para las relaciones rendimiento/agua aplicada por riego.

En la Figura 2 se observa la función de producción para el rendimiento de frutas (kg ha⁻¹) para el cultivo de frutilla en función del % de la ETc cubierta por la aplicación de agua utilizando riego por goteo, se adoptó un modelo polinomial de segundo orden con un r² de 0,56. Estos resultados indican que el incremento en el rendimiento de la frutilla no fue proporcional al incremento de la cantidad de agua. Debe tenerse en cuenta que el T4 (ETc de 100% de la ETc) aplicó 276 mm.

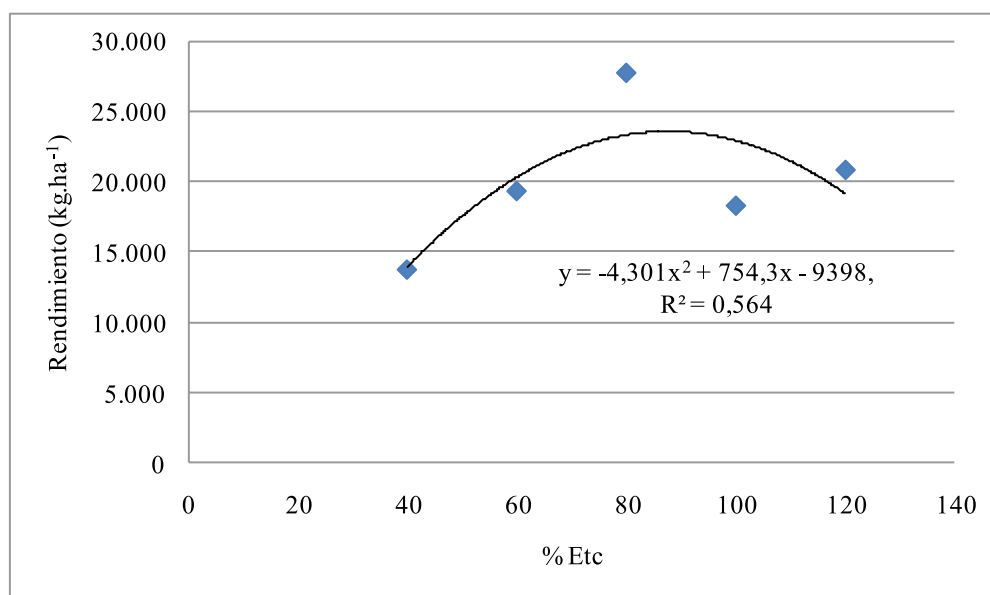


Figura 2. Función de producción para el rendimiento de frutas (kg ha⁻¹) de frutilla en función del % de ETc aplicado por un sistema de riego por goteo.

Conclusión

La aplicación del T3 de 80% de la ETc produjo mejores efectos en todas las variables analizadas (Número de frutos por planta, peso de frutos y el rendimiento en kg ha⁻¹) siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos. La curva de función de producción con mejor ajuste fue la de modelo polinomial de segundo orden.

Referencias bibliográficas

- Amarilla, E; Bolfoni, D; Martinez, J. 1994. El cultivo de frutilla. Caacupé, PY, Instituto Agronómico Nacional. 8 p.
- Diaz, AC. 2009. Efecto de diferentes láminas de agua en el cultivo de maíz dulce (*Zea mays* L. variedad saccharata). Tesis. Grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay, FCA. 43 p.
- González-Robaina, F; Herrera, J; López, T; Cid, G. 2013. Funciones agua rendimiento para 14 cultivos agrícolas en condiciones del sur de La Habana. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 22 (3):5-11.
- Kumar, S; Imtiyaz, M; Kumar, A; Singh, R. 2007. Response of onion (*Allium cepa* L.) to different levels of irrigation water, *Agricultural Water Management*, 89 (1-2): 161-166.
- Martín de Santa Olalla, F; Valero, JA. 1993. Las funciones de producción versus agua. En: *Agronomía del riego*. 448-519 p. Madrid, España, Ediciones Mundi Prensa.
- MAG, DCEA (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias). 2016. Síntesis estadística: producción agropecuaria (en línea). Disponible en <http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%20ESTADISTICAS%202016.pdf>
- INDAP (Instituto de Desarrollo Agropecuario, Chile). 2005. Producción y mercado de la frutilla (en línea). Consultado 14 feb. 2017. Disponible en <http://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/9frutillas-produccion-mercado.pdf?sfvrsn=0>
- Pimstein, A. 2013. Riego en frutilla: un ejercicio de equilibrio (en línea). Consultado 10 nov. 2015. Disponible en <http://www.redagricola.com/reportajes/frutales/riego-en-frutilla-un-ejercicio-de-equilibrio>

Distribución espacial de la resistencia mecánica a la penetración del suelo en un Sistema Silvopastoril (SSP)

Oscar Iván Simón Alviso¹, Juan José Bonnin¹, Ángela Mancuelo^{1*}, Rubén Franco Ibars¹,
María Soledad Armoa¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: amancuelo@gmail.com

Introducción

El Sistema Silvopastoril (SSP) es una modalidad que integra el área forestal, plantas forrajeras y la pecuaria en la misma superficie, la cual es utilizada como una importante estrategia de uso sustentable del suelo, principalmente, en áreas susceptibles a la degradación (Ribaski et al. 2009). Para Tomaz (2010), el consorcio de árboles y pastura diversifica la renta de la finca, generando productos adicionales como producción de madera integrada a la producción de carne, además de beneficios ambientales como la estabilización de un micro clima (Reducción de la radiación solar, temperatura y viento).

A pesar de todos los beneficios citados, existen factores a tener en cuenta, debido a las interacciones entre el cultivo forestal y la pecuaria, que se pueden tornar complejas y como enfatiza Balbino et al. (2011), es necesario realizar investigaciones referentes a los atributos físicos, químicos y biológicos del suelo, para poder alcanzar una consolidación productiva y sustentable ambientalmente.

De acuerdo con Stefanoski et al. (2013), conocer los atributos físicos, químicos y biológicos del suelo son de fundamental importancia, ya que sirven como indicadores de calidad del suelo. Desde el punto de vista físico, la compactación del suelo afecta directa e indirectamente la producción forrajera y forestal en un SSP, ya que el área sufre constantemente pisoteo por parte del ganado, afectando por su vez, la densidad aparente, el desarrollo radicular, la velocidad de la infiltración de agua y otros, agravándose más

aún por la remoción de la cobertura verde como consecuencia del pastoreo.

El objetivo de este trabajo fue de determinar la variabilidad espacial de la resistencia mecánica a la penetración del suelo (RMPS) en un Sistema Silvopastoril (SSP), con eucalipto y pecuaria de corte.

Metodología

El trabajo fue realizado en la finca Carolina, localizada en el distrito de Pirayú, Departamento de Paraguari, cuyas coordenadas son 25°28'56" S, 57°13'28" W. El suelo del área experimental está clasificado como Entisol (López et al. 1995).

El área de estudio comprendía una superficie de 3,53 ha, utilizada bajo un manejo SSP, desde hace 8 años, con un cultivo de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), consorciada con brachiaria brizantha (*Urochloa brizantha*). Primeramente, fue realizado un mapeamiento de toda el área, a través de un receptor GNSS del tipo GPS Trimble Juno 3B.

La malla de muestreo para la determinación de la RMPS a través del índice de cono (IC), fue realizado de modo a proporcionar el mayor número de puntos posibles para una mejor caracterización del área, lo que totalizó 40 puntos de muestreo, donde se determinó la resistencia mecánica a la penetración del suelo, con el auxilio de un penetrómetro electrónico, en las profundidades de 0-100, 100-200, 200-300 y 300-400 mm. Estas profundidades seleccionadas obedecen a la profundidad de exploración de las raíces de la pastura implantada en el área.

También se determinó la textura, materia orgánica y contenido de agua en el suelo, para una mejor caracterización del suelo. Los datos obtenidos fueron analizados a través de una estadística descriptiva y análisis geoestadístico.

Resultados y discusión

En la Tabla 1, se puede observar el análisis exploratorio de las variables estudiadas en el trabajo. Todos los datos presentaban una distribución normal. Los valores IC promedio van en aumento en la medida que aumenta la profundidad, de 1,40 a 2,31 MPa. En la profundidad 200-300 mm, se registró la máxima

resistencia (2,31 MPa). La materia orgánica promedio registrada fue de 0,81%, que de acuerdo con el análisis del laboratorio es considerada baja (Valor idea de la materia orgánica <1,2%). El contenido de agua en el suelo fue aumentado en función de la profundidad de muestreo. La textura promedio del área era arenosa de acuerdo con la clasificación de la USDA. En cuanto a los coeficientes de variación (CV) registrados por los valores de IC presentaron un comportamiento diferente en cuanto a este parámetro estadístico, disminuyendo en la medida que aumenta la profundidad, que se puede deber al pisoteo del ganado, lo que significa que hay una mayor variabilidad espacial en la superficie.

Tabla 1. Estadística descriptiva de los parámetros analizados en el área de estudio.

Parámetros	Promedio	Mínimo	Máximo	DS	CV (%)	Asimetría	Curtosis
Índice de Cono (MPa)							
0-100 mm	1,40	0,52	2,63	0,53	37,95	0,25	-0,70
100-200 mm	2,21	1,00	3,53	0,53	24,03	-0,01	0,38
200-300 mm	2,31	1,07	3,24	0,54	23,54	-0,20	-0,43
300-400 mm	2,19	1,22	3,28	0,51	23,24	0,43	-0,71
Altitud (m)	89,32	78,65	95,09	5,02	5,62	-1,23	0,58
Materia Orgánica (%)	0,81	0,31	1,60	0,30	37,25	0,80	0,11
Contenido de agua en el suelo (%)							
0-200 mm	14,08	4,00	40,00	11,19	79,50	1,18	-0,06
200-400 mm	17,67	7,00	45,00	10,72	60,69	1,17	0,19
Textura del suelo (%)							
Arena (0-200 mm)	80,25	10,00	91,00	24,03	29,95	-2,64	2,99
Limo (0-200 mm)	5,44	2,00	18,00	5,42	99,66	1,29	-,0,07
Arcilla (0-200 mm)	17,06	4,00	89,00	24,27	42,26	2,63	2,98
Arena (200-400 mm)	76,56	2,00	90,00	29,27	38,24	-2,22	2,54
Limo (200-400 mm)	3,03	2,00	10,00	2,25	74,24	-2,44	2,99
Arcilla (200-400 mm)	9,48	7,00	1,00	0,89	9,36	-1,23	0,58

Con base a los límites propuestos por Warrick y Nielsen (1980), todos los valores de IC y materia orgánica presentaron una variabilidad media, no así para los otros parámetros que presentaron una variabilidad alta. A través del análisis de

los semivariograma, se pudo determinar que todos los parámetros estudiados presentaron una dependencia espacial moderada de acuerdo con la clasificación propuesta por Cambardella et al. (1994).

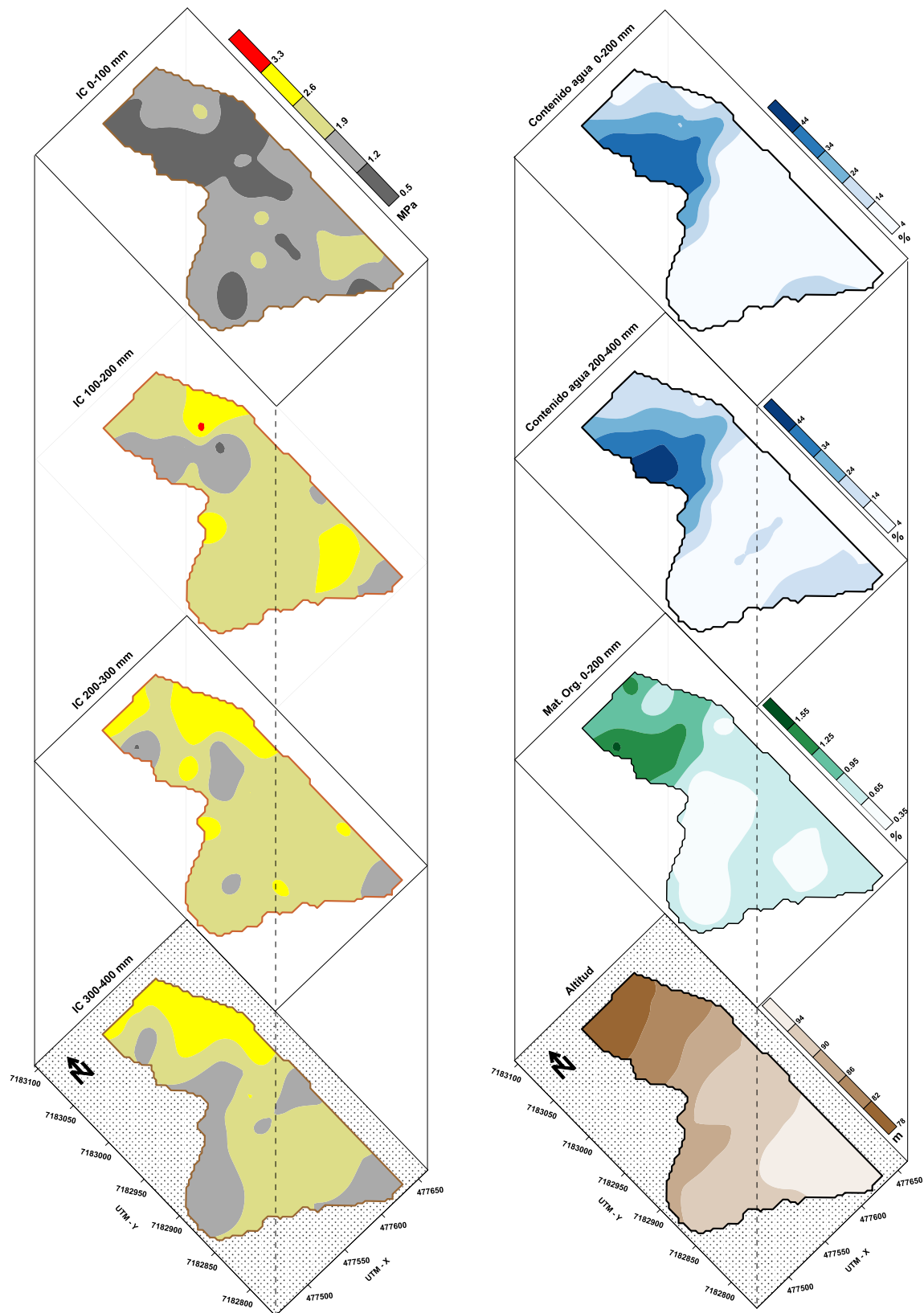


Figura 1. Distribución espacial del IC, materia orgánica y el contenido de agua en el suelo.

En la Figura 1 y 2, se puede observar la variabilidad espacial de las variables estudiadas en el trabajo. En la literatura se menciona que a partir de 2 MPa un suelo empieza a presentar

limitaciones en el desarrollo del sistema radicular (Silva et al. 2000). En base a esto, se pueden observar en los mapas de IC que, en las profundidades de 100 a 400 mm, el 80% del total

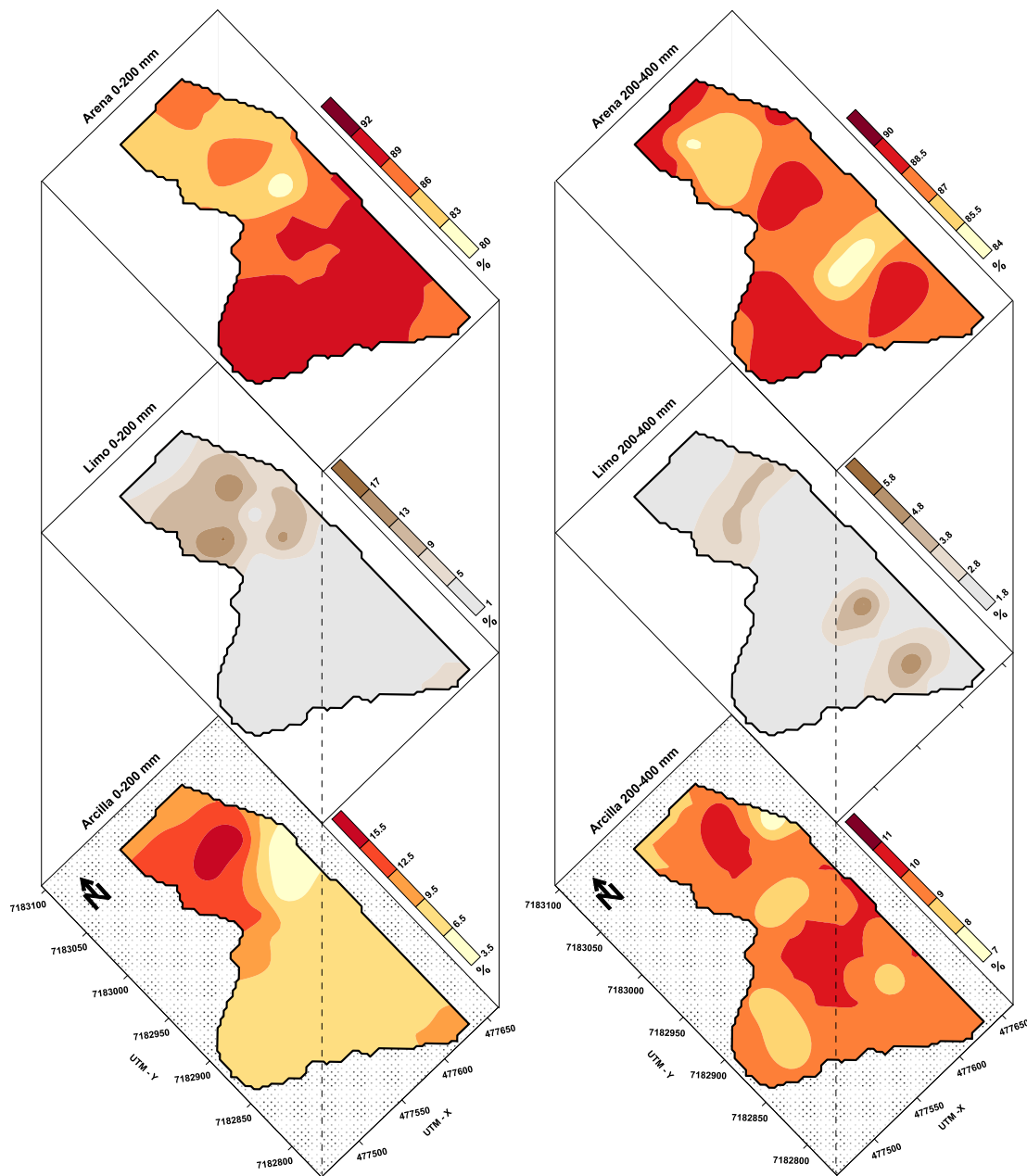


Figura 2. Distribución espacial del contenido de arena, limo y arcilla en el suelo.

del área presenta valores de resistencia mayores que 2 MPa, pero a pesar de esto, el efecto del pisoteo bovino sobre las propiedades físicas del suelo es limitada por lo general a las capas más superficiales de acuerdo con Silva et al. (2000), que en este caso la RMPS en la profundidad de 0-100 mm no sobrepasaron los 1,9 MPa, en 83% del área total, lo que no afectaría en teoría el desarrollo radicular de la pastura. También queda evidenciada la relación en la distribución espacial de arena y arcilla con relación al contenido de agua y materia orgánica en el suelo.

Conclusión

Todos parámetros analizados presentaron una variabilidad espacial moderada, y a medida que aumenta la profundidad de muestreo la compactación del suelo iba en aumento, a pesar que el efecto del pisoteo animal en la RMPS, registrados en la profundidad de 0-100 mm no alcanzaron el valor crítico sugerido por la literatura para restringir el desarrollo radicular de la pastura y mucho menos al cultivo de eucalipto.



Referencias bibliográficas

- Balbino, L; Cordeiro, L; Porfírio, V; Moraes, A; Martínez, G; Costa, R; Kichel, A; Fontanelli R; Santos, H; Fanchini, J; Galerani, P. 2011. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. *Pesq Agro. Brasileira*, v. 46, n.10. Consultado el 8 de feb 2017. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001000001
- Cambardella, CA; Moorman, TB; Novak, JM; Parkin, TB; Konopka, AE. 1994. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* p.1501-1511.
- López G., O.; González E., E.; De Llamas G., P. A.; Molinas, A.; Franco S., E. S.; García S., S.; Ríos A., E. 1995. Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay.
- Ribaski, J; Varella, A; Flores, C; Mattei, V. 2009. *Sistemas Silvopastoril no Bioma Pampa*. Consultado el 8 de feb 2017. Disponible en <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/38407/1/RIBASKI-J.-etal-1.pdf>
- Silva, V; Reinert, D; Reichert, J. 2000. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular ar do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. *R. Bras.Ci. Solo*, 24:191-199.
- Stefanoskii, D; Santos, G; Marchão, RL; Petter, F; Pacheco, L. 2013. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. *Rev. Bra. Eng. Agr.* v.17, n.12 Campina Grande.
- Tomaz, W. 2010. *Pecuarista investe no sistema silvipastoril*. Consultado el 8 de feb 2017. Disponible en <http://www.acrimat.com.br/noticias/1403>
- Warrick, AW; Nielsen, DR. 1980. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel D., ed. *Applications of soil physics*. Academic Press, New York, NY, pp. 319-344.

Incidencias del cambio climático en las fechas de primeras y últimas heladas agrometeorológicas de la zona sureste de la Región Oriental

Angela Mancuello Sandoval^{1*} y María Elena Fernández Long²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: amancuello@gmail.com

Introducción

El cambio climático conlleva interacciones complejas y cambios en las probabilidades de impactos diversos. Sobre la base de muchos estudios que abarcan un amplio espectro de regiones y cultivos, los impactos negativos del cambio climático en el rendimiento de los cultivos han sido más comunes que los impactos positivos (IPCC 2014). Algunos investigadores como Nuñez et al. (2008), han encontrado un aumento en la temperatura, observaron además un calentamiento en el sur de Brasil, Paraguay, Bolivia y el noreste de Argentina, particularmente en primavera. En los últimos tiempos se ha observado una disminución en los números de días con heladas. Salinger y Griffiths (2001) encontraron para Nueva Zelanda una disminución significativa del número de días con heladas, del mismo modo que Bonsal et al. (2001) para Canadá. Pascale y Damario (2004) encontraron para Argentina tendencias positivas en las temperaturas mínimas.

En Paraguay, Pasten (2007) analizó la temperatura mínima diaria encontrando comportamientos opuestos; donde la zona central y este del país presentaron valores en aumento, mientras que en el norte y sur del país los valores disminuyeron en los últimos años. Así también, numerosas investigaciones muestran que existe un aumento más significativo en las temperaturas mínimas que en el de las máximas (Alexander et al. 2006; Blain et al. 2009; Kayano y Sansigolo 2009; Blain 2011). Con un aumento de la temperatura mínima se espera una disminución de frecuencia de las heladas y un aumento de la estación de crecimiento libre de heladas (Back y otros

2012). De la misma manera un incremento de la temperatura mínima media, inviernos con períodos de heladas más cortos y a la vez con heladas menos severas, estarían promoviendo el desarrollo y aumento de la incidencia de enfermedades, plagas y parásitos tanto en la producción vegetal como en la producción animal (Gimenez y Lanfranco 2009). Según datos proporcionados por Braga y Aguiar (2009), la disminución del periodo libre de heladas aumentó en mayor medida en las zonas templadas, este factor tiene como resultado el anticipo del comercio de primavera.

El objetivo general del trabajo es analizar el posible impacto del cambio climático en el régimen de heladas a través del estudio de las tendencias de las temperaturas mínimas.

Metodología

Fueron utilizados los umbrales de heladas agrometeorológicas (3°C y 5°C) determinados por Mayeregger (2008) para una caracterización del periodo libre de las heladas. Para la caracterización de las heladas se calcularon las fechas de primera (FPH) y última helada (FUH) de acuerdo con el criterio definido por Pascale y Damario (2004), el cual considera primeras heladas o heladas tempranas a aquellas ocurridas antes del 15 de julio, y últimas o tardías a las ocurridas después de esa fecha, de manera que fueron registrados años en los cuales no existieron primeras heladas y si últimas, y viceversa; así como también se calculó el período libre de heladas (Per). Fue determinada la temperatura mínima absoluta (T_{abs}) registrada y la frecuencia de días con helada (FH) para cada año, y en cada estación

Para analizar el posible impacto del cambio climático en el régimen de heladas, se calcularon las tendencias de las series previamente generadas (FPH, FUH, Per, Tabs y FH) en todas aquellas estaciones que el periodo de datos supero los 30 años. Se determinó la presencia o no de tendencias con la prueba de Mann-Kendall no paramétricas (Mann 1945; Kendall 1975) y la pendiente de la recta fue estimada con el método no paramétrico de Sen (Sen 1968).

El periodo analizado comprende de 1980 a 2013 de la zona más fría del país correspondiente al sureste de la Región Oriental (Mancuello 2011), que a su vez incluye la zona de mayor producción.

Las estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis corresponden a las localizadas en Encarnación y Capitán Meza (Itapúa), Aero Guaraní (Alto Paraná) y Salto del Guairá (Canindeyú).

Resultados y discusión

La incidencia del cambio climático supone un aumento de las temperaturas extremas, es este caso las mínimas, por lo que la ocurrencia de eventos con temperaturas $\leq 3^{\circ}\text{C}$ y $\leq 5^{\circ}\text{C}$ disminuye presentándose las FPH y FUH concentradas en el periodo invernal, disminuyendo los daños ocasionados por heladas tempranas o tardías (otoñales y primaverales), haciendo que el Per disminuya considerablemente, si bien pudiera ser beneficioso para la producción, éstos quedan expuesto a otro tipo de daño (enfermedades, plagas, parásitos, cambio en los estadíos fenológicos por el incumplimiento del requerimiento de frío, entre otros).

El aumento significativo de las tendencias de las fechas de primeras heladas (FHP), supone un desplazamiento de los eventos al periodo invernal, mientras que para las fechas de últimas heladas (FUH), el aumento indica que este desplazamiento se presenta hacia al periodo primaveral, si bien

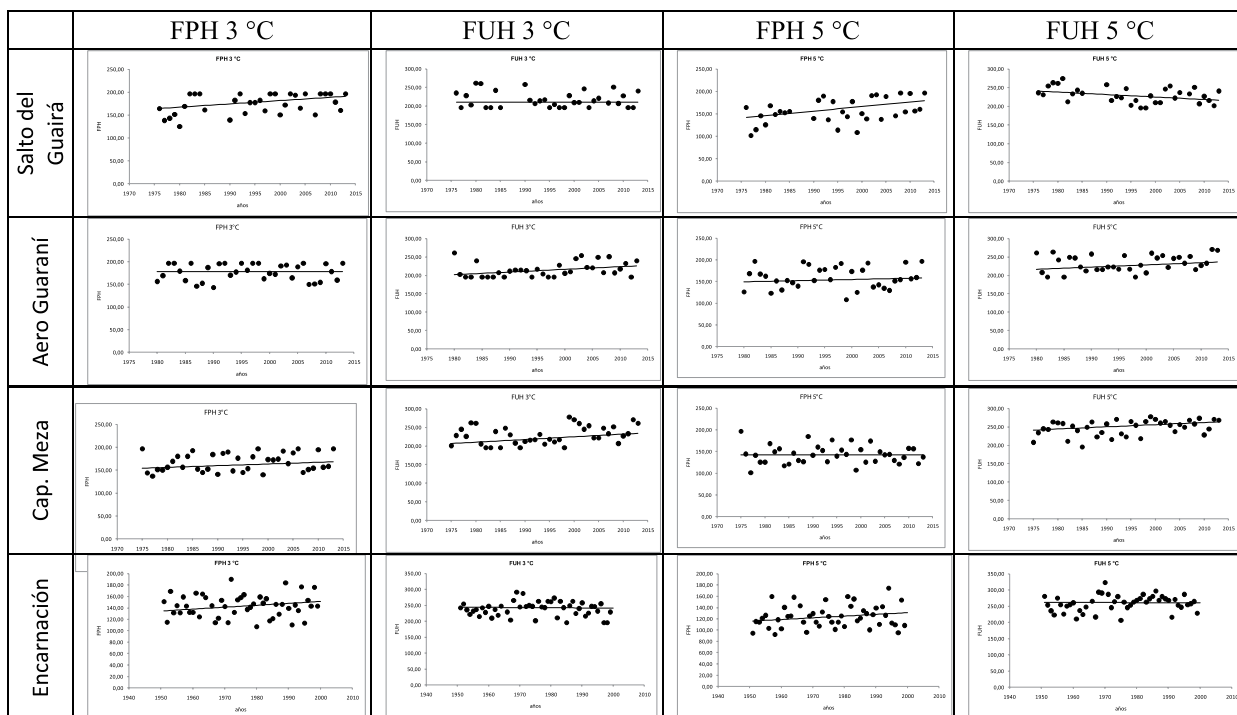


Figura 1. Tendencias de las FPH y FUH de los umbrales considerados para las cuatro localidades pertenecientes a la zona sureste de la Región Oriental.

esto pudiera suceder, también se daría el caso del acortamiento del periodo con heladas (Per), esto ocurriría si la tendencia fuese positiva en las FPH y negativa en las FUH o bien, solo una de ellas presentase una tendencia significativa (positiva o negativa), mientras que la otra permanece casi invariable.

Conforme el periodo analizado, fue observado que en tres de las localidades (Cap. Meza, Aero Guaraní y Saltos del Guairá), el aumento significativo de las tendencias se presentó en las FUH, mientras que en Encarnación el aumento se dio en las FPH. Caso particular de Saltos del Guairá, para el umbral de 5°C, por el contrario de las restantes, la tendencia levemente negativa indica que las FUH se presentan hacia el periodo

invernal, por lo que muestra un acortamiento del periodo de heladas para ese umbral (Figura 1).

En el Figura 2 puede observarse datos relacionados al Periodo con heladas de las localidades analizadas en base a los dos umbrales. La parte superior de cada figura corresponden a los últimos años del análisis del Per, para el umbral de 3°C y 5°C. Tanto Encarnación como Saltos del Guairá presentan una disminución de los eventos, concentrándose éstos dentro del periodo invernal. Si bien en los últimos años de la serie es en donde se evidencia el aumento de las tendencias, el periodo con heladas no presenta grandes desplazamientos, sin embargo el acortamiento para Saltos del Guairá, Aero Guaraní y Encarnación es evidente, para Cap. Meza, éste se muestra casi invariable.

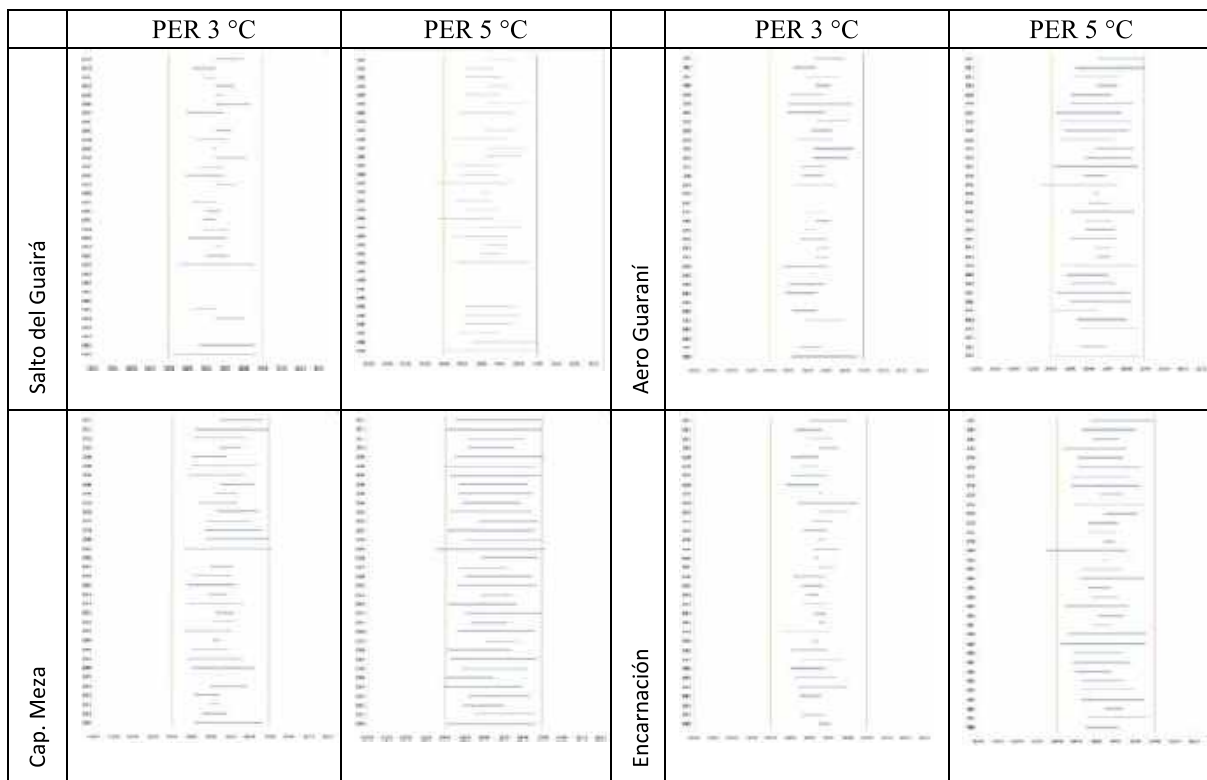


Figura 2. Periodo con heladas de las localidades analizadas con dos umbrales.

Conclusión

Las incidencias del cambio climático en las heladas de la zona de estudio se hacen evidentes en el desplazamiento de las FPH hacia el periodo invernal, en tres de las localidades y la cuarta en las FUH hacia el periodo primaveral. El acortamiento del periodo de las heladas también

se vio influenciado por lo que se supone inviernos más cortos. Si bien los eventos de las heladas se presentan en mayor medida dentro del periodo invernal, cabe recomendar el análisis de las temperaturas extremas en la misma zona para observar la severidad o no del periodo invernal, en otras palabras si el invierno es más frío o se torna más cálido.

Referencias bibliográficas

- Alexander, LV; Zhang, X; Peterson, TC; Caesar, J; Gleason, B; Klein Tank, AMG; Haylock, M; Collins, D; Trewin, B; Rahimzadeh, F; Tagipour, A; RupaKumar, K; Revedekar, J; Griffiths, G; Vicent, L; Stephenson, DB; Burn, J; Aguilar, E; Brunet, M; Taylor, M; New, M; Zhai, P; Rusticucci, M; Vazquez-Aguirre, J. L. 2006. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research* 111 (D5): 1-22.
- Back, AJ; Della Bruna, E; Vieira, H. J. 2012. Tendências climáticas e produção de uva na região dos Vales da Uva Goethe. *Pesquisas Agropecuárias*. 47 (4): 497-504.
- Blain, GC; Picole, MCA; Lulu, J. 2009. Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries de temperatura mínima do ar no Estado de São Paulo. *Bragantia* 68: 807-815.
- Blain, GC. 2011. Considerações estatísticas relativas a seis séries mensais de temperatura do ar da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 26: 279-296.
- Bonsal, B. R; Zhang, X; Vincent, L. A; Hogg, W. D. 2001. Characteristics of daily and extreme temperatures over Canada. *Journal of Climate* 14, 1959-1976.
- Braga, R; Aguiar Pinto, P. 2009. Inovação e tecnologia na formação agrícola: alterações climáticas e agricultura. *Associação dos Jovens Agricultores de Portugal* Rua D. Pedro. 108 (2): 131 p.
- Giménez, A; Lanfranco, B. 2009. Vulnerabilidad al cambio climático en los sistemas de producción agrícola en América Latina y el Caribe: desarrollo de respuestas y estrategias. Uruguay, INIA. Technical report. 1-32 p.
- IPCC. 2014. Cambio climático 2014: contribución del grupo de trabajo II al quinto informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 1-40 p.
- Kayano, MT; Sansigolo, C. 2009. Interannual to decadal variations of precipitation and daily maximum and daily minimum temperatures in Southern Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*. 97(1): 81-90.
- Mancuello Sandoval, A. 2011. Régimen agroclimático de las heladas para la Región Oriental de la República del Paraguay. Tesis Ing. Forestal. San Lorenzo, Facultad de Ciencias Agrarias. UNA. 85p.
- Mayerregger, E. 2008. Informe del grupo de trabajo sobre meteorología agrícola de la ARIII. Ginebra, Suiza, Organización Meteorológica Mundial (103) 147 p.
- Núñez, NM; Soman, SA; Cabré, MF. 2008. Regional climate change experiments over southern South America II: climate change scenario in the late twenty-first century. *Climate Dynamics* 32(7): 1081- 1095.
- Pascale, AJ; Damario, EA. 2004. Bioclimatología agrícola y agroclimatología. Facultad de Agronomía, UBA. 550 pág.
- Pasten, M; Armoa, J; Benítez, M. S. 2007. Análisis de eventos meteorológicos extremos en Paraguay: informe final. San Lorenzo, Paraguay, Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción, 79 p.
- Salinger, MJ; Griffiths, GM. 2001. Trends in New Zealand daily temperature and rainfall extremes. *International Journal of Climatology* 21: 1437-1452.

Estudio del potencial energético y producción alternativa de biofertilizantes de una granja porcina en el Distrito de Fram

Ana Victoria Barrios^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias - Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción - Campus Itapúa, Hohenau, Paraguay.

*Autor para correspondencia: anyszkaluk@gmail.com

Introducción

La producción porcina en Paraguay es una actividad pecuaria que va creciendo con mayor auge tanto en pequeñas como en grandes propiedades rurales. Esta actividad se ha constituido en una fuente de ingresos importantes para productores rurales del área de influencia de las Colonias Unidas del Departamento de Itapúa, representando el 21,3% de la producción total a nivel nacional, emplea mano de obra familiar y fuente económica adicional a la economía familiar (MAG 2010).

Los desechos porcinos que son utilizados dentro de los biodigestores, poseen valor como fertilizante debido a su adecuada composición química, semejantes a aquellos desarrollados en los estercoleros. Después de su fermentación estos podrían ser usados especialmente para sistemas de manejo de producción de cereales, pasturas y hortalizas en sustitución de los fertilizantes químicos, siempre y cuando sean verificadas las recomendaciones técnicas y las legislaciones sanitarias relacionadas.

El objetivo de este trabajo fue estimar en base a la información existente, el potencial energético y de producción de biofertilizante a partir de excretas porcinas, de una granja dedicada a la cría de cerdos, en el Distrito de Fram – Departamento de Itapúa. A fin de analizar la producción porcina como un rubro potencial del que se pudieran obtener ventajas y adquirir mejores ingresos propios sin incurrir en gastos innecesarios asociados a herramientas alternativas poco utilizadas: la generación de energía a través del tratamiento de efluentes (sólido – líquido) y la consecuente producción de fertilizantes (biofertilizantes).

Metodología

El nivel de investigación desarrollado fue del tipo descriptivo cuali - cuantitativo, atendiendo a la profundidad del análisis producido dentro del predio.

El método utilizado como procedimiento de investigación fue el Analítico – Sintético, ya que se estudiaron los hechos partiendo de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes, para luego integrar de manera de elaborar una síntesis. Para el análisis de los resultados, se evaluaron los datos obtenidos y se procesó la información mediante observaciones directas, datos cualitativos que fueron extraídos dentro de los recorridos en las instalaciones, donde se observó el funcionamiento de los sistemas de drenaje de las excretas, las fosas y depósitos con las lagunas en donde son descargados los efluentes para su posterior fermentación aeróbica.

Se realizaron tomas de muestras en tres lagunas para su posterior análisis, obteniendo los valores de pH, demanda biológica de oxígeno (DBO), temperatura de la muestra, turbidez, densidad, de manera de lograr una síntesis teórica con los resultados obtenidos que permita generalizar la situación conductual.

La síntesis se hizo contrastando los resultados obtenidos, con el propósito de obtener un resultado integral se realizó una triangulación de datos, considerando que se utilizaron diferentes fuentes de información.

Resultados y discusión

Se estima una cantidad de 30.000 (treinta mil)

unidades de cabezas de ganado porcino dentro de la granja. La producción de excretas: 300 m³. Lo que produce en forma diaria: Estiércol: 15.000 toneladas provenientes de siete galpones; Efluentes: 300.000 litros (300 m³); Agua: 16 m³.

Colecta de residuos líquidos: por medio de canaletas subterráneas se colecta actualmente en siete lagunas los residuos (orina; agua; excremento sólido) provenientes de pocilgas de cerdos. El compost resultante de las lagunas arroja la presencia de nutrientes como Nitrógeno (N), Potasio (K), Carbono (C), y Fósforo (P). Elección de equipos para producción de energía: es de intención la utilización de biodigestores de 25m³ para generar y proveer de energía al establecimiento teniendo en consideración que la demanda de energía (eléctrica) de la empresa es de aproximadamente unos 110.00 kW al mes con el fin de utilizar un recurso renovable y optimizar la reducción en los costos de producción. Se ha recurrido a consultar con una empresa nacional especializada (Biodigestores Paraguay) en el servicio de asesoramiento y venta de biodigestores provenientes del Perú.

El biodigestor de 25 m³ podrá producir: 13.680 kW/mes lo que se necesitaría de ocho biodigestores para cubrir las necesidades de la empresa. La finca produce unos 300 m³ diarios, lo que se podrá producir unos 164.160 kW/mes con lo cual se excede a lo previsto. El exceso podría ser comercializado en el mercado energético teniendo en consideración que el consumo tiene un horario estándar de requerimiento de aproximadamente 10 hs/jornada laboral.

Producción de biofertilizante: como producto sólido el estiércol, provenientes de las camas de los galpones de engorde que contienen una mezcla de cascarilla de arroz (50 t por cada 1.000 m²), excretas sólida y orina más agua. Se generan aproximadamente 300 t por 1.000 cabezas de animales. Este ciclo dura 130 días y se calcula la cantidad de compost de 1m² x animal.

Los informes de laboratorio que se obtuvieron en la granja, estiman un contenido de los residuos en: humedad del 46%; contenido de nitrógeno 2%; fósforo 2,14%; potasio 5%; materia seca 89,5%.

Tabla 1. Análisis de la muestra cruda. Laboratorio Industrias Trociuk, Fram, 2014.

	Efluente	Sedimentación	Decantación
pH	7,06	7,08	7,15
DQO (mg L ⁻¹)	4.263	1.842	246
Temperatura (°C)	26,3	-----	-----
Oxígeno Disuelto (mg L ⁻¹)	6,13	5,3	1,1

Según EMBRAPA, CNPSA (1993) la producción de efluentes dependerá de la cantidad de agua desperdiciada por los bebederos y agua utilizada para la higienización de los animales e instalaciones, lo que en la actualidad, en esta granja el contenido agua:estiércol tiene un rango de 1:3 – 1:4 dentro de las instalaciones.

Con los datos obtenidos del MAG, CAN(2008), el Departamento con mayor cantidad de población de granjas que se dedican a la producción porcina

es de Itapúa, esto da como posibilidad de lograr la obtención a un resultado estimativo de la utilización de biodigestores para usos domésticos o de usos externos dentro de sus instalaciones de cría. Con los informes obtenidos de laboratorio se compara la media de composición química en (%) de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, en el cual resulto el potasio con un elevado porcentaje dentro de la granja, sería lo correcto de lograr una corrección dependiendo del cultivo a ser utilizado para aplicar este biofertilizante.

Conclusión

El beneficio potencial de los biodigestores será principalmente el de promover innovaciones tecnológicas alternativas de protección al entorno, a través de la utilización de residuos para generar energía y fertilizantes orgánicos. Este sentido con unos 300 m³ de desechos diarios que produce la finca estaría en condiciones de producir unos 164.000 kW mes⁻¹ con lo cual se excede aparentemente el promedio utilizado (110.000 kW mes⁻¹).

En lo que respecta el uso de fertilizantes, el propietario independientemente dedicarse a la producción de carne porcina, cuenta con la producción agrícola, por lo tanto utilizaría el fertilizante producido en su propia parcela y el exceso sería comercializado a un precio de Gs 220 el kilo. Con los informes obtenidos de laboratorio se compara la composición química en (%) de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, en donde se determinó que el contenido de potasio contenía un elevado porcentaje dentro de la granja.

Lo correcto sería de realizar las correcciones dependiendo al cultivo a utilizar para que se aplique de manera correcta el fertilizante orgánico.

La instalación de un biodigestor podría contribuir con la conservación del medio ambiente evitando las emanaciones de metano (reconvirtiéndola en energía renovable), eliminación de organismos patógenos propios del estiércol (se reducen a un 95%) y generando como subproducto un fertilizante que podría sustituir en un 50% a los de origen químico.

Referencias bibliográficas

- EMBRAPA/CNPISA (Empresa Brasileira de Investigações Agropecuárias/ Centro Nacional de investigaciones de Cerdos y Aves). 1993. Manual de manejo y utilización de desechos de cerdos. Concordia, Santa Catarina, Brasil. s.p.
- MAG/CAN (Ministerio de Agricultura y Ganadería/Censos Agropecuarios Nacionales, PY). 2008. Capítulo V. Censos Agropecuarios, 39p. Disponible en <http://www.mag.gov.py/censo/estudio%20de%20caso.pdf>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2010. Síntesis de producción y el comercio pecuario del Paraguay. San Lorenzo, Paraguay, MAG, 23 p.

Propuesta metodológica para la obtención de información a partir de fotografías aéreas obtenidas por vehículos aéreos no tripulados (VANT) con Sistemas de Información Geográfica de código libre

Rossana Ibañez Giménez^{1*}, David Fernando Castro¹, Adolfo Daniel Molinas¹, Cristian Gabriel Pereira¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Cruce de los Pioneros, Paraguay.

*Autor para correspondencia: rossibanet93@gmail.com

Introducción

Los drones o vehículos aéreos no tripulados (VANT) son alternativas tecnológicas que permiten la recopilación y el registro de datos del terreno con alta resolución espacial y una ágil adquisición de la información comparada con otras plataformas convencionales. A partir de los datos obtenidos por estos sensores, es posible mapear diferentes variables espaciales en las unidades de producción (Agrícolas, pecuarias, silvopastoril, forestal, etc.), para dar lugar al tratamiento específico de algunos problemas en campo. Laliberte y Rango (2008) mencionan que los VANT tienen gran potencial de incorporación en los protocolos de monitoreo de la calidad de pasturas.

La implementación de herramientas tecnológicas que favorezcan la óptima gestión del territorio, mediante la obtención ágil de los datos con mayor calidad de información, se traduce en la disminución de costos de producción por la optimización de recursos.

Las fotografías aéreas obtenidas por VANT pueden ser tratadas para la extracción de información temática mediante técnicas de vectorización manual o clasificación automática. La integración de los datos en Sistemas de Información Geográfica abre una variedad de aplicaciones para la gestión de la información espacial (Roberto 2013).

Según la Sociedad Internacional de Fotogrametría y Teledetección (ISPRS 2004) la Fotogrametría es el arte, la ciencia y la tecnología para la obtención de datos fiables de objetos físicos y

su entorno a través de la grabación, medición, análisis y representación.

El objetivo del estudio es proponer una metodología de obtención de información de fotografías aéreas (tipo RGB) obtenidas con VANT mediante Sistemas de Información Geográfica de código libre.

Metodología

El estudio tuvo lugar en Cruce los Pioneros, Distrito de Tte. 1ro Manuel Irala Fernández, Presidente Hayes, Paraguay (22°40'55,12"S; 59°46'39,25"W). La selección del área de estudio fue exclusivamente con los fines de aplicar el procedimiento de adquisición y tratamiento de fotografías aéreas (RGB) en áreas de producción agropecuaria, de modo a replicar el proceso en sitios de características similares.

Se elaboró un modelo conceptual, donde fueron definidas las diferentes etapas de la adquisición y tratamiento de las imágenes fotogramétricas (Figura 1).

Primeramente, se ha realizado una recopilación bibliográfica basada en estudios de utilización de VANT en áreas de producción agrícola y pecuaria. Seguidamente se realizó la adquisición de datos en campo, con pruebas preliminares con el VANT seleccionado (definición de superficie cubierta en función a la altura de vuelo).

Las fotografías aéreas fueron georreferenciadas en gabinete mediante el Sistema de Información Geográfica de Código Libre QGIS 2.8.3; y se formaron los mosaicos fotogramétricos.

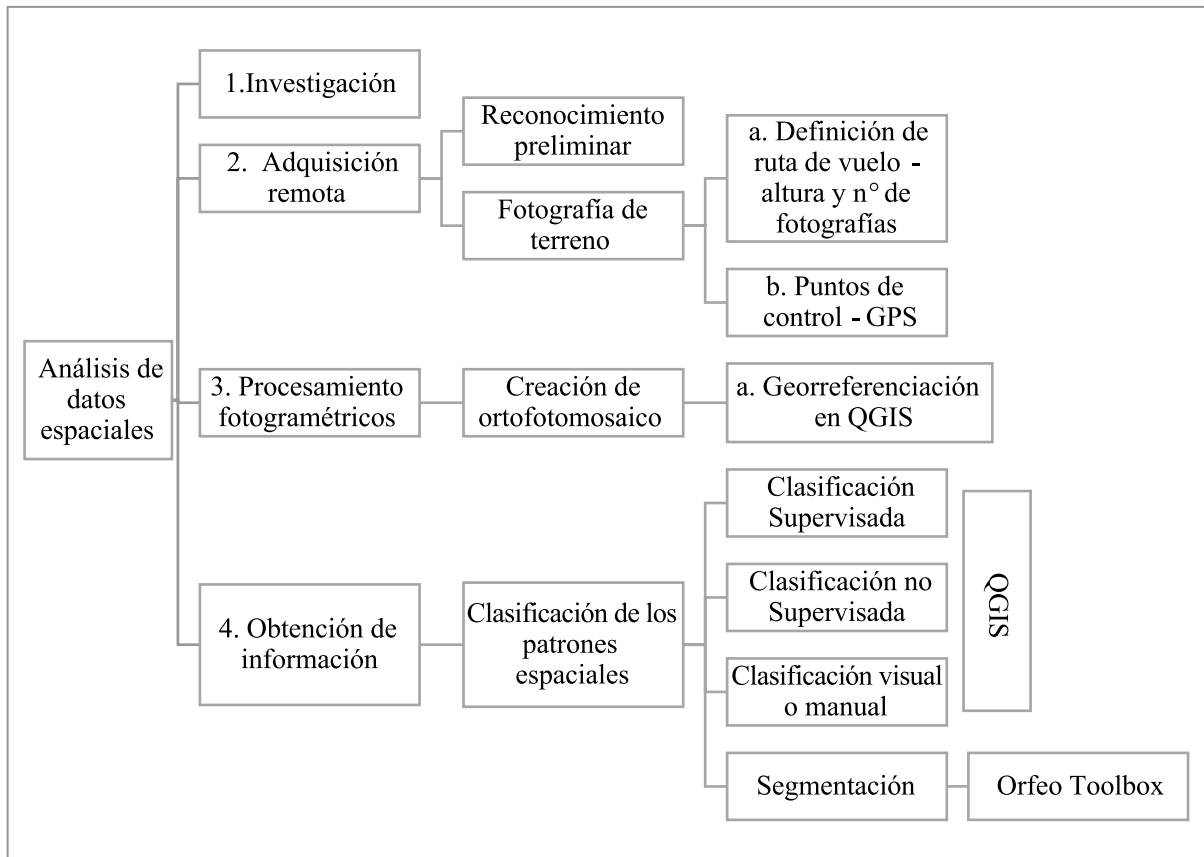


Figura 1. Propuesta metodológica para la obtención de información de fotografías aéreas.

Para por último clasificarlos de acuerdo a las cubiertas del suelo; la clasificación fue realizada de forma manual como automática.

Para la adquisición remota fue utilizado el VANT – DJI Phantom 3 Profesiona (P3P), este constituye un VANT tipo multirrotor con sensor RGB, cuyas aplicaciones consisten en la detección de fallas del plantío, desarrollo del cultivo, modelo de elevación del terreno, etc.

El P3P alcanza una altura máxima de 600 m y una velocidad de 20 m s⁻¹. Su autonomía de vuelo es de 23 minutos, con un 70% de tiempo efectivo (aproximadamente 16 min)

El sensor utilizado corresponde a una cámara fotográfica Sony EXMOR 1/2.3”, donde cada fotografía capturada cuenta con 12,4 MP efectivos, permitiendo obtener una alta resolución espacial. Corresponde a un sensor convencional diseñado para la captura del espectro de luz visible (Sensor RGB).

Resultados y discusión

Fueron tomadas un total de 17 fotografías a una altura de 250 m con 13,5 ha de superficie cubierta por unidad fotográfica. El equipo colecta de datos contó con un operador de estación de tierra, un piloto de radio control, dos operadores para la toma de coordenadas (GPS Garmin eTrex 20).

A partir de la georreferenciación de cada fotografía (formato jpeg) se generó el fotograma final que tuvo un tamaño de 1,06 GB y una resolución espacial de 0,85 m² (formato TIFF); con columnas – filas de 15.599 – 10.627 respectivamente (Figura 2).

La imagen fue sometida a uno de los procesos de clasificación planteados en la metodología, la clasificación no supervisada mediante el algoritmo *KMeans* de Orfeo Toolbox disponible en la interfaz avanzada de la caja de herramienta de procesos de QGIS 2.8.3. Los parámetros considerados fueron número



Figura 2. Mosaico de fotografías adquiridas por el VANT en área de producción ganadera.

de clase de cinco y disponibilidad de RAM de 500 Mb, los demás parámetros fueron los establecidos por defecto.

Obtenida la clasificación, el ráster resultante fue filtrado con conexiones de pixel 8 (Aplicación de un operador de vecindad a cada pixel de la imagen).

Una vez filtrada la imagen esta es convertida a formato vectorial, donde las categorías de uso

identificadas en el mosaico fueron editadas, corregidas y reclasificadas según necesidad.

La clasificación generó cuatro coberturas: Cobertura forestal, pastura, pastura degradada y suelo desnudo que fueron verificadas en campo mediante la técnica de observación directa. El atributo estudiado fue el área de ocupación por categoría expresado en hectáreas (Figura 3).

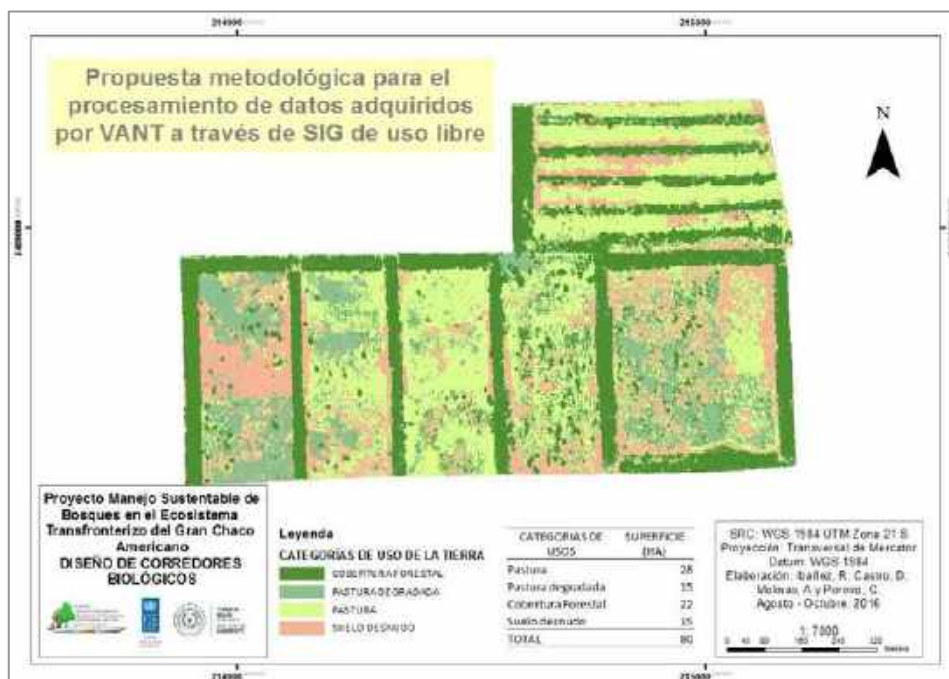


Figura 3. Mapa de categoría de uso de la tierra resultante del procesamiento de fotografías adquiridas por VANT.

La clasificación genera como principal aporte la medición de diferentes categorías de uso de la tierra, en especial el área de suelo desnudo que corresponde a una variable de interés en áreas pastoriles.

Conclusiones

A partir de la ejecución de la metodología propuesta puede afirmarse que es posible obtener información de las fotografías aéreas (Sensor RGB – P3P) mediante su procesamiento en el Sistema de Información Geográfica QGIS 2.8.3.

El procedimiento de adquisición y procesamiento de fotografías aéreas generó un mapa de clasificación de las coberturas del suelo con sus respectivas áreas de ocupación. La generación de información a tiempo real y a bajo costo (plataforma de bajo costo y SIG de código libre) permite que este procedimiento pueda ser replicado en otras áreas de producción.

Referencias bibliográficas

- ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing). 2004. STUTE II: definitions (en línea). Consultado 10 mar. 2017. Disponible en http://www.isprs.org/documents/pdf/statues_bylaws04.pdf
- Laliberte AS; Rango, A. 2008. Incorporation of texture, intensity, hue, and saturation for rangeland monitoring with unmanned aircraft imagery. ISPRS. Consultado 11 mar. 2017. Disponible en: www.isprs.org/6555_Laliberte_Proc.pdf
- Roberto, AJ. 2013. Extração de informação geográfica a partir de fotografias aéreas obtidas com VANTs para apoio a um SIG Municipal. Porto, PO, Universidade do Porto, Departamento de Geociencias, Ambiente e Ordenamento do Território. 108 p.

Capacidad reproductiva y longevidad de adultos de *Helicoverpa armigera* alimentada con dieta artificial en condiciones controladas

Verónica Sosa^{1*} y Stella Candia¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sede Hohenau, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Campus Itapúa. Hohenau, Paraguay.

*Autor para correspondencia: vero_sosa90@hotmail.com

Introducción

Helicoverpa armigera (Hübner 1809) (Lepidoptera: Noctuidae) presenta una amplia distribución geográfica siendo registrada en Europa, Asia, África y Oceanía (Zalucki et al. 1986). Ha sido registrada en el continente americano primeramente en Brasil (Czepak et al. 2013). En el Paraguay la especie fue reportada por SENAVE en el año 2013 en el cultivo de soja en los departamentos de Itapúa y Alto Paraná.

Los daños que ocasiona la plaga es preocupante, atendiendo a que es una especie polífaga, con gran capacidad de dispersión, alta fecundidad y una diapausa facultativa, características que le permite sobrevivir en ambientes inestables y adaptarse a los cambios estacionales (Avila et al. 2013), pudiendo completar varias generaciones al año y finalizando su ciclo de huevo a adulto en un periodo de cuatro a seis semanas (Fitt 1989).

Esta plaga posee un alto potencial reproductivo, ya que cada hembra tiene la capacidad de ovipositar de 1.000 a 1.500 huevos, siempre de forma aislada, sobre tallos, flores y hojas, preferentemente en el periodo nocturno (EPPO 1996). En India y China, el 50% de los insecticidas usados son para el control de esta especie. Los productores gastan hasta el 40% de sus ingresos anuales en la compra de productos químicos para frenar su accionar (Lammers y MacLeod 2007).

Por lo mencionado es importante conocer la biología de la plaga, siendo así, el objetivo de esta investigación fue determinar el periodo de pre oviposición y la longevidad en días de adultos copulados y no copulados, la duración

del periodo de postura, periodo de incubación de huevos, cantidad de huevos puestos por hembra por día y por ciclo reproductivo y el porcentaje de viabilidad de los huevos.

Metodología

El estudio se realizó en el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Hohenau, Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción” Campus Universitario de Itapúa. Fueron colectadas orugas de *H. armigera* del campo y llevadas al laboratorio para iniciar el proceso de cría en condiciones controladas de temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$, HR 60-70% y fotoperiodo 12:12 (L: O).

Para determinar la longevidad de adultos copulados, se sexaron a los adultos y se unieron en parejas, formando 20 parejas y para adultos no copulados se tuvieron en cuenta a 20 individuos por sexo, los cuales fueron alimentados a través de algodón embebido con miel al 10%, dando como resultado, la duración de vida promedio en días de adultos hembras y machos copulados y no copulados. Para la determinación del periodo de pre oviposición, se registró el tiempo en que se unieron a las parejas hasta la primera ovipostura, mientras que la duración del periodo de postura se midió desde la primera puesta hasta el día de la última puesta, también se registró el tiempo de incubación de los huevos, los mismos fueron recolectados diariamente y se separaron por puestas, registrándose el número de huevos en cada puesta por hembra y de todo el ciclo reproductivo.

En cuanto al porcentaje de viabilidad de huevos, se contabilizaron las orugas eclosionadas de cada

puesta. El análisis de datos se realizó a través de la estadística descriptiva.

Resultados y discusión

Con respecto a la longevidad de adultos de *H. armigera* las hembras copuladas presentaron un promedio de 17,10 días y los machos 17,25 días (Tabla 1), sin embargo el periodo de las hembras no copuladas fue de 26,15 días en promedio, mientras que los machos vivieron 30,30 días en promedio.

En estudios realizados por Ali y Choudhury (2009) las hembras presentaron longevidad media de 11,7 días y los machos de 9,2 días, y según Oballe et al. (1998) la longevidad de adultos hembras y machos con puestas fértiles en diferentes proporciones sexuales fue de 17,6 a 21,7 días y 17,6 a 27,0 días promedio respectivamente. Ramírez et al. (2016) obtuvieron un promedio de 23,49 días para la longevidad de *H. armigera* alimentadas con dieta artificial.

Tabla 1. Longevidad de adultos de *H. armigera* alimentadas con dieta artificial. Temperatura 25 ± 2 °C, HR 60-70% y fotoperiodo 12:12 (L: O). FCA-UCA, Hohenau - Paraguay, 2016.

	Hembras copuladas	Machos copulados	Hembras no copuladas	Machos no copulados
Promedio	17,10	17,25	26,15	30,30
Min	6,00	8,00	17,00	23,00
Max	26,00	35,00	39,00	38,00
D. E.	4,59	5,50	5,93	3,80

En la Tabla 2 se obtienen los datos promedios del periodo de pre-oviposición el cual presentó un valor de 3,43 días, el periodo de postura fue de 13,00 días, la oviposición por hembra fue de 122,00 huevos y por ciclo reproductivo fue de 1.540 huevos, mientras que Nassery et al. (2011) mencionan que las hembras pueden poner entre 2.200 hasta 3.000 huevos en un periodo de 5,3 días bajo condiciones de campo.

La incubación de huevos se dio por un tiempo de 6,11 días, valor que supera lo expuesto por

Ávila et al. (2013) quien menciona que el periodo de incubación tiene una duración de 3,3 días en promedio. La viabilidad de huevos fue de 46,62%.

En estudios realizados por Ramírez et al. (2016) sobre *H. armigera* alimentadas con dieta artificial, el período de pre-oviposición fue de 4,20 días, la oviposición se dio por 12,22 días, y la postura por día fue de 67,52 unidades, con un total de huevos por ciclo de 630,30 unidades con 3,37 días de incubación, mientras que Azambuja (2016) observó que la longevidad de *H. armigera* fue de

Tabla 2. Tasa de reproducción de *H. armigera* alimentadas con dieta artificial. Temperatura 25 ± 2 °C, HR 60 -70% y fotoperiodo 12:12 (L: O). FCA-UCA, Hohenau-Paraguay, 2016.

	Pre oviposición (Días)	Periodo de Postura (Días)	Oviposición/ hembra (Unidades)	Oviposición por ciclo (Unidades)	Incubación de huevos (Días)	Viabilidad de huevos (%)
Promedio	3,43	13,00	122,00	1540,00	6,11	46,62
Min	2	7	59	946	2	9,27
Max	5	19	186	1964	7	70,42
D. E.	3,40	3,40	33,60	463,67	1,22	15,98

13,0 días en hembras y 11,8 días para machos, el periodo de pre-oviposición fue de 2,40 días, oviposición de 10,6 días, total de huevos por hembra (Oviposición por ciclo) 1.000,5 unidades y una viabilidad de huevos del 30,3%.

Albernaz-Godinho et al. (2016) obtuvieron una viabilidad de huevos del 32,0 %. Oballe et al. (1998) midieron los parámetros de pre-oviposición, oviposición y viabilidad de huevos para diferentes proporciones sexuales de adultos de *H. armigera* donde el periodo de pre-oviposición varía de 1,7 a 3,0 días, la duración de la oviposición fue de 15,0 a 21,3 días y el periodo de puesta fértil fue de 8,7 a 15,0 días en promedio.

En este trabajo se observó que *H. armigera* presenta un elevado potencial reproductivo y longevidad.

Conclusión

Adultos de *H. armigera* presentan una longevidad de 17 a 30 días con una capacidad reproductiva en media de 1.540 huevos/hembra, con 46,62% de viabilidad.

Referencias bibliográficas

Albernaz-Godinho, KC; Figueiredo, LL; Ordonez, FB; Nunes, MS; Andrade, RS; Rezende, JM; Czepak, C. 2016. Biología de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) e custo de produção em dieta natural e artificial (en línea). Brasília, DF, Embrapa. Consultado 02 mar. 2017. Disponible en <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/>

Ali, A; Choudhury, RA. 2009. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. *Tunisian Journal of Plant Protection* 4(1):99-106.

Ávila, CJ; Vivan, LM; Tomquelski, GV. 2013. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas (en línea). Dourado, Embrapa. Consultado 9 Set. 2014. Disponible en http://www.cnpso.embrapa.br/caravana/pdfs/FINAL_Circular_Tecnica_23_CPAO%281%29.pdf

Azambuja, R. 2016. Bioecología de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera:Noctuidae) e seu controle microbiano e biotecnológico (en línea). Dourados, UFGD. Consultado 2 mar. 2017. Disponible en [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:U4INHKyitcsJ:files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-DOUTORAD OENTOMOLOGIA/e%2520\(2016\)%2520Rosalia%2520Azambuja\(1\).pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&client=firefox-b-ab](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:U4INHKyitcsJ:files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-DOUTORAD OENTOMOLOGIA/e%2520(2016)%2520Rosalia%2520Azambuja(1).pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&client=firefox-b-ab)

Cunningham, JP; Zalucki, MP; West, SA. 1999. Learning in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): a new look at the behaviour and control of a polyphagous pest. *Bulletin of Entomological Research* 89(3):201-207.

Czepak, C; Cordeiro, K; Vivan, L; Oliveira, H; Carvalhais, T. 2013. First reported occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil (en línea). *Pesq Agropec Trop Goiânia* 43(1):110-113. Consultado 23 Jun. 2016. Disponible en http://www.scielo.br/pdf/pat/v43n1/en_15.pdf

European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). 1996. *Helicoverpa zea*. In Smith, IM; McNamara, DG; Scott, PR; Holderness, M. (Eds.). *Quarantine pests for Europe*. 2 ed. Wallingford, CAB International. p. 1-6.

Fitt, GP. 1989. The ecology of *Heliothis species* in relation to agroecosystems. *Annual Review of Entomology* 34(1):17-52.

Lammers, JW; MacLeod, A. 2007. Report of a pest risk analysis *Heliothis armigera* (Hübner H, 1808). In Plant Protection Service (NL) and Central Science Laboratory (UK) joint pest risk analysis for *Helicoverpa armigera*. Sand Hutton, York, Central Science Laboratory. p.18.

Nasseri, B; Fathipour, Y; Moharramipour, S; Hosseinaveh, V. 2011. Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. *Journal of Agricultural Science and Technology Tehran* 13:17-26.

- Oballe RH; Aldebis, K; Santiago-Álvarez, C; Vargas Osuna E. 1998. Influencia de la proporción sexual de adultos de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre la reproducción de la especie en laboratorio (en línea). Bol San Veg Plagas 24:519-524. Consultado 2 Mar. 2017. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Enrique_Vargas_Osuna/publication/28161416_Influencia_de_la_proporcion_secual_de_adultos_de_Helicoverpa_armigera_Hubner_LepidopteraNoctuidae_sobre_la_reproduccion_de_la_especie_en_laboratorio/links/00b49528a05cc7f87b000000/Influencia-de-la-proporcion-secual-de-adultos-de-Helicoverpa-armigera-Huebner-LepidopteraNoctuidae-sobre-la-reproduccion-de-la-especie-en-laboratorio.pdf
- Ramírez, ML; Candia, SM; Sosa, VI; Schmickler, S; Jara, KL. 2016. Aspectos biológicos de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1809) (Lepidoptera: Noctuidae) criadas con dieta artificial y natural en condiciones de laboratorio (en línea). Brasília, DF. Consultado 2 Mar. 2017. Disponible en <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/>
- SENAVE (Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas, PY). 2013. SENAVE en alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola (en línea). San Lorenzo, PY. Consultado 20 Nov. 2014. Disponible en <http://www.abc.com.py/edicion-impresaeconomia/senave-en-alerta-tras-ingresso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>.
- Zalucki, MP; Darglish, G; Firempong, S; Twine, P. 1986. The biology and ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? Australian Journal of Zoology 34(6):779-814.

Predadores asociados al estadio vegetativo de la soja (*Glycine max* (L.) Merrill), Distrito Arquitecto Tomás Romero Pereira, Itapúa

Marco Maidana Ojeda^{1,2,4*}, Erika Viviana Stepin Sytnik¹, Claudia Cabral Antúnez³

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Campus Universitario Itapúa, sub Campus de María Auxiliadora. Tomás Romero Pereira. Paraguay.

²Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Nacional de Itapúa. Natalio. Paraguay.

³Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay.

⁴Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica. Hohenau, Paraguay.

*Autor para correspondencia: marcomo-1987@hotmail.com

Introducción

En el Paraguay, la soja constituye el principal rubro agrícola de exportación. Paraguay ocupa el 6to lugar en cuanto a producción de soja mundial; antecediéndole USA, Brasil, Argentina, China e India, así mismo es el 4to exportador mundial; antecediéndole Brasil, USA y Argentina (MAG 2008).

El cultivo de soja es atacado durante todo su ciclo vegetativo por plagas, que se presentan en las diferentes fases de acuerdo a la preferencia alimentaria y hábitos de las mismas. Es preciso tomar en cuenta que no todos los insectos considerados como plagas ocasionan daños económicos significativos, como para hacer el control químico (ANAPO 2011).

El método biológico es una táctica fundamental para el control de plagas en un eficiente programa de manejo integrado de plagas (Charlet 2001). Esto consiste en el aprovechamiento de organismos biológicos para inhibir la población de plagas, disminuyendo el daño que podrían ocasionar. El manejo biológico puede ser utilizado contra todo tipo de plagas, incluyendo vertebrados, fitopatógenos, malezas, así como insectos (Stoner 1998).

Generalmente todos los insectos y ácaros tienen algún enemigo natural, sin embargo no todos son efectivos en la reducción de la población de plagas. En muchos casos, los enemigos naturales son la primera fuerza de regulación de la población de plagas. El control natural incluye efectos de

enemigos naturales (depredadores, parasitoides y entomopatógenos), otros factores bióticos como habilidad alimentaria y competencia, y factores abióticos como clima y suelo (Alston 2011).

En cultivos anuales como la soja, en etapas tempranas del cultivo los enemigos naturales tienen potencial de reducir la población de plagas, antes de alcanzar niveles de alta población (Chang y Kareiva 1999). Esto se debe a altas densidades de enemigos naturales en las primeras seis semanas del cultivo (McPherson et al. 1982).

Aprender a reconocer, manejar y conservar los enemigos naturales puede ayudar a reducir la población de plagas y mantenerlos debajo de los niveles económicos, reduciendo las pérdidas de los cultivos y los costos necesarios en medidas de control que también causan efectos indeseables sobre el medio ambiente (Michaud et al. 2008).

El objetivo de este trabajo fue identificar los órdenes y familias de los predadores naturales presentes en el cultivo de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) durante el estadio vegetativo.

Metodología

El trabajo se llevó a cabo en una parcela comercial, ubicada en la localidad de Guapo'y, Distrito Tomás Romero Pereira, Itapúa, durante el periodo agrícola 2016/2017.

La parcela de muestreo fue de una hectárea y media; donde se realizaron los manejos correspondientes

al cultivo (fertilización, manejo de malezas y enfermedades), exceptuando la aplicación de insecticidas.

El muestreo se realizó con ‘trampas de agua’ conteniendo una mezcla de 1.000 mL de agua y 0,20 mL de detergente sin fosfato. Las trampas fueron colocadas en dos alturas: en el suelo y a 100 cm del suelo, que consistía en recipientes de plásticos circulares de color amarillo de 20 cm de alto por 50 cm de diámetro, fueron distribuidos en la parcela en forma de ‘zig zag’, totalizando 30 trampas, 15 en cada altura.

Los muestreos se realizaron durante todo el ciclo productivo, a partir de la emergencia (VE), una vez por semana en horas de la mañana. Una vez instaladas las trampas, 24 horas después fueron recolectados los insectos, depositados en frascos con alcohol al 70 % y llevados al laboratorio para la clasificación. Para la determinación taxonómica a nivel de familia fueron utilizadas claves taxonómicas y comparación con especímenes depositados en el Laboratorio de Entomología del Área de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción.

Resultados y discusión

Se identificaron un total de 12 familias distribuidas en 7 órdenes (Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Neuroptera, Diptera, Odonata y Dermaptera). Las familias de mayor frecuencia fueron Coccinellidae, seguido de Carabidae y Dolichopodidae.

Dentro de la familia Coccinellidae se pudo identificar *Cycloneda sanguinea* y *Harmonia axyridis*, especies que han sido descritos como depredadores de una gran variedad de Hemipteros como áfidos, psílidos, coccidos, adélgidos, además de otros insectos (Teddars y Schaefer, 1994; Hodek, 1996). En la familia Carabidae, pudo ser identificada *Lebia concina*, concordando con lo reportado por Belorte et al. (2004), quienes comprobaron que *Lebia concina* es una especie asociado al cultivo de soja. En cuanto a los Dolichopodidae (Diptero), fue identificado la especie *Condylostylus* spp. reconocido por ser predador de varias especies de insectos (Sujji et al. 2007).

También fueron identificados individuos de la familia Reduviidae (Hemiptera) Chrysopidae (Neuroptera), Vespidae (Hymenoptera) y Tachinidae (Diptera),

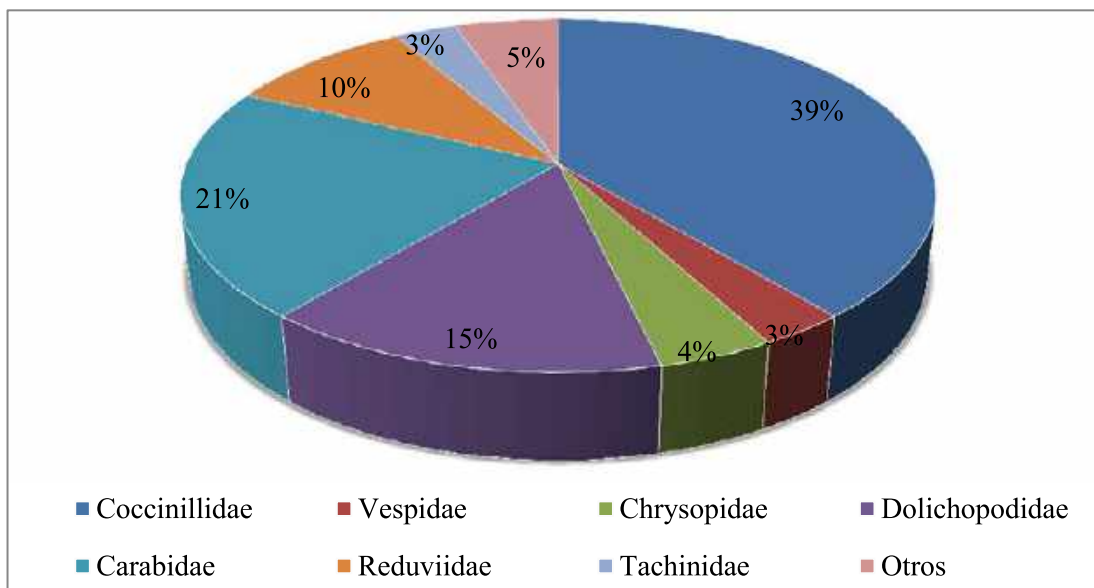


Figura 1. Familias de predadores capturados en cultivo de soja. Tomás Romero Pereira. Ciclo 2016/2017.

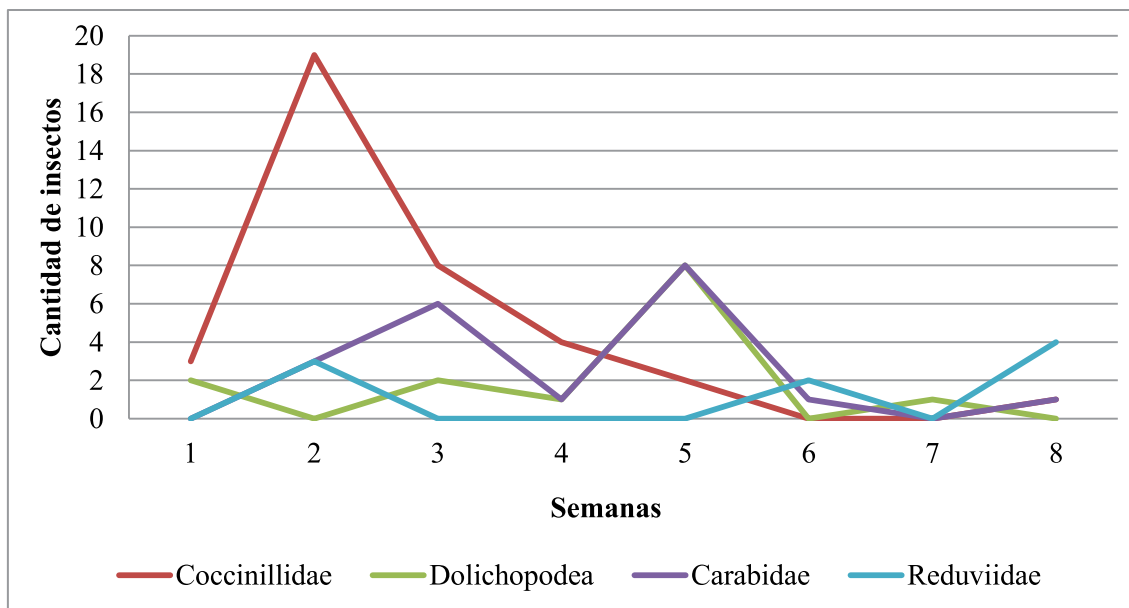


Figura 2. Cantidad de familias capturadas durante ocho semanas en cultivo de soja. Tomás Romero Pereira. Ciclo 2016/2017.

además de otras familias con muy baja frecuencia, Libellulidae (Odonata), Pentatomidae (Hemiptera), Halictidae (Hymenoptera), Chiromyzidae (Diptera) y Forficulidae (Dermaptera), quienes conformaron un total de 5% del total de insectos capturados.

En el transcurso del ciclo vegetativo del cultivo, la población de insectos benéficos va cambiando, según McPherson et al. (1982), esto tiende a disminuir. Dicha tendencia no se observó en este estudio para la familia Reduviidae, observándose un máximo de captura en el octava semana. Dentro de esta familia se identificó individuos del género *Zelus*, que según Sahayaraj (2014), es un género que reúne importantes especies depredadores de plagas del cultivo de soja.

Conclusión

Se identificaron un total de 12 familias de predadores naturales, Coccinellidae, Carabidae, Pentatomidae, Reduviidae, Vespidae, Halictidae, Chrysopidae, Chiromyzidae, Dolichopodidae, Tachinidae, Libellulidae y Forficulidae; las cuales están distribuidas en 7 órdenes Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Neuroptera, Dyptera, Odonata y Dermaptera.

Referencias bibliográficas

- Alston, DG. 2011. General concepts of biological control (en línea). Consultado 30 dic. 2016. Disponible en <https://extension.usu.edu/files/publications/publication/gen-biocontrol96.pdf>
- ANAPO (Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo). 2011. Proyecto producción de soja responsable en Bolivia: plagas en el cultivo de soja. Santa Cruz, BO. 8 p. (Cartilla de difusión técnica).
- Belorte, LCC; Ramiro, ZA; Faria, AM. 2004. Ocorrência de predadores em cincocultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill, 1917] no município de Araçatuba, SP. Arq Inst Biol 71(1):45-49.
- Chang, GC; Kareiva, P. 1999. The case for indigenous generalists in biological control. In Hawkins, B, Cornell, HV (eds.), Theoretical approaches to biological control. Cambridge, UK, Cambridge University Press. p. 103–115.
- Charlet, L. 2001. Biology and seasonal abundance of parasitoids of the banded sunflower moth (Lepidoptera: Tortricidae) in sunflower. Biological Control 20(2):113-121.

- Hodek, I. 1996. Food relationships: ecology of coccinellidae (ed. by I. Hodek and A. Honek). Dordrecht, Kluwer Academic. p. 143–238.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Py). 2008. ISA (Informe del Sector Agropecuario). Ing. Agr. Mario Gustavo Aquino Cañete (Director de la Unidad de Estudios Agroeconómicos de la Dirección General de Planificación, dependiente del MAG). Asunción, Py. Octubre, 26 p.
- McPherson, R; Smith, J; Allen, W. 1982. Incidence of arthropod predators in different soybean cropping systems. *Environmental Entomology* 11(3):685-689.
- Michaud, JP; Sloderbeck, P; Nechols JR. 2008. Biological control of insect pests on field crops in Kansas. Kansas, USA, Kansas State University. 11 p.
- Sahayaraj, K. 2014. Reduviids and their merits in biological control. *In* Basic and applied aspects of biopesticides. India, Springer. p. 195-214.
- Stoner, K. 1998. Approaches to the biological control of insects. University of Maine Cooperative Extension.
- Sujii, ER; Beserra, VA; Ribeiro, PH; da Silva-Santos, PV; Pires, CSS; Schmidt, FGV; Fontes, EMG; Laumann, RA. 2007. Community of natural enemies and natural biological control of the aphid *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) and cotton leafworm *Alabama argillacea* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in the cotton crop. *Arquivos do Instituto Biológico (São Paulo)* 74(4):329-336.
- Tedders, WL; Schaefer, PW. 1994. Release and establishment of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) in the south-eastern United States. *Entomological News* 105:228–243.

Evaluación del daño causado por *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en diferentes híbridos de maíz

Lorena Raquel Marini Benitez^{1*}, Guillermo Andrés Enciso Maldonado¹, Mónica Elizabeth Bogado Rotela¹, Elvio Joel López Ranoni¹

¹Fundación Nikkei-Cetapar, Km 45 - Ruta N° 7 Dr. José G. R. de Francia. Yguazú, Paraguay.

*Autor para correspondencia: entomología@cetapar.com.py

Introducción

Uno de los factores que comprometen el rendimiento y la calidad de la producción de granos es la incidencia de plagas. Dentro de las más importantes para el maíz se encuentra el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith 1797), el cual destruye hojas y cogollo e incluso daña la espiga, comprometiendo así la producción de granos (Pencoe y Martin 1981).

El desarrollo de maíz genéticamente modificado, mediante la introducción de genes Bt, confiere a las plantas resistencia a ciertas especies de lepidópteros. Las proteínas Bt, una vez ingerido el tejido vegetal, actúan sobre las células epiteliales del tubo digestivo, promoviendo la rotura osmótica de las mismas, provocando la muerte del insecto antes de que pueda causar daños importantes al cultivo (Pietrantonio et al. 1993, Gill 1995).

El presente trabajo tuvo por objeto evaluar el nivel de daño ocasionado por el gusano cogollero en siete híbridos de maíz, seis con tecnología Bt

y uno convencional, disponibles en el mercado paraguayo, en condiciones de campo con infestación natural de la plaga.

Metodología

El experimento se realizó en las parcelas experimentales de la Fundación Nikkei-CETAPAR, Yguazú (coordenadas geográficas 24°29'38"S, 56°48'14"O; altitud de 260 msnm), entre los meses de enero a junio de 2015. Durante el periodo del ensayo la temperatura media registrada fue de 23,05°C y la precipitación total 6.467 mm. Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Los tratamientos consistieron en siete híbridos de maíz (Tabla 1). La superficie total del experimento fue de 452,4 m² (29,0 m x 15,6 m), dividido en 28 unidades experimentales con 1,8 m de ancho y 5,0 m de largo cada uno. Se consideró como área útil de cada unidad experimental las dos hileras centrales, descontando un metro en las cabeceras. La siembra se realizó el 27 de enero de 2015 de forma manual, con densidad de siembra

Tabla 1. Descripción, híbrido y evento de los tratamientos evaluados en el estudio evaluación del daño causado por *S. frugiperda* en diferentes híbridos de maíz. Fundación Nikkei-CETAPAR, Yguazú. 2017.

Tratamiento	Descripción	Híbrido	Evento
T1	DK 919	Simple	Convencional
T2	DK 910 VTPRO	Simple	MON 89034 x MON 88017
T3	DKB 390 VT3PRO	Simple	MON 89034 x MON 88017
T4	DOW 2B587 Hx	Simple	TC1507
T5	AS 1590 YG	Triple	MON 810
T6	Fórmula TL	Simple	Bt 11
T7	Status TL	Simple	Bt 11

de 55.000 plantas ha⁻¹, con distanciamiento de 0,45 m entre hileras y 0,4 m entre plantas. Se aplicó 150 kg ha⁻¹ de N-P-K de formulación 8-20-10 al momento de la siembra y a los 45 días después de la emergencia (DDE) se aplicó 50 kg ha⁻¹ de urea (45-00-00). El control de malezas fue realizado mediante carpidas manuales a los 20 y 45 DDE.

A los 45 días después de la siembra (DDS) se evaluaron las variables; índice de daño, se utilizó la escala visual de daño adaptada de Davis et al., citado por Zancaranò et al. (2012) (Tabla 2),

tomándose la totalidad de hojas de 8 plantas por cada unidad experimental.

Porcentaje de plantas dañadas; a partir de 8 plantas por unidad experimental se cuantificó el número de plantas con daños, el resultado se convirtió a porcentaje.

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y las medias comparadas con el test de Tukey al 5% utilizando el programa estadístico INFOSTAT versión 2016.

Tabla 2. Escala de notas (0 a 9) utilizadas para evaluación de daños por ataque de *S. frugiperda* en cogollos de maíz, adaptada de Davis et al. citado por Zancaranò et al. (2012).

Nota	Descripción
0	Plantas sin daño
1	Plantas con puntuaciones
2	Plantas con puntuaciones, 1 a 3 lesiones circulares pequeñas (hasta 1,5 cm)
3	Planta con 1 a 5 lesiones circulares pequeñas (hasta 1,5 cm) más 1 a 3 lesiones alargadas (hasta 1,5 cm)
4	Planta con 1 a 5 lesiones circulares pequeñas (hasta 1,5 cm) más 1 a 3 lesiones alargadas (entre 1,5 a 3 cm) más pequeños agujeros circulares (hasta 0,5 cm)
5	Plantas con 1 a 3 lesiones alargadas grandes (más de 3 cm) en 2 o más hojas, más 1 a 5 agujeros o lesiones alargadas (hasta 1,5 cm)
6	Plantas con 1 a 3 lesiones alargadas grandes (más de 3 cm) en dos o más hojas, más 1 a 3 agujeros grandes (más de 1,5 cm) en dos o más hojas
7	Planta con 3 a 5 lesiones alargadas grandes (más de 3,5 cm) en 2 o más hojas, más 3 a 5 agujeros grandes (más de 1,5 cm) en dos o más hojas
8	Planta con muchas lesiones alargadas (más de 5) de todos los tamaños en la mayoría de las hojas, muchos agujeros medianos a grandes (más de 5) mayores a 3 cm en muchas hojas
9	Planta con hojas casi totalmente destruidas

Resultados y discusión

Se observan daños en todos los materiales evaluados, teniendo en cuenta que los insectos deben ingerir la proteína Bt para ser controlados. El híbrido DKB 390 VT3PRO fue el que presentó un menor índice de daño (0,80) como un menor porcentaje de plantas con daños (15%). Los materiales que presentaron mayor porcentaje de plantas con daños fueron DOW 2B587 Hx (77%) y Fórmula TL (72%), mientras que el híbrido convencional DK 919 y Fórmula TL presentaron mayor índice de daño que fue de 4,30 y 2,95,

respectivamente (Tabla 3).

Teniendo en cuenta que los híbridos transgénicos no sobrepasan la nota 3 en la escala de Davis, correspondiente a lesiones pequeñas y alargadas, lo cual coincide con el hábito alimentario inicial de las larvas, los resultados denotan un buen control sobre orugas de *S. frugiperda* en todos los materiales transgénicos evaluados.

Los resultados concuerdan con el trabajo presentado por Massoni et al. (2014), cuya lectura de Davis en función de los tratamientos fue: 2,97

Tabla 3. Índice de daño y porcentaje de plantas con daño a los 45 DDS causado por *S. frugiperda* en diferentes híbridos de maíz. Fundación Nikkei-CETAPAR, Yguazú. 2017.

Tratamiento	Índice de daño	Plantas con daños (%)
T1	4,30 c	63 b
T2	2,70 b	53 b
T3	0,80 a	15 a
T4	2,75 bc	77 b
T5	2,70 bc	58 b
T6	2,95 c	72 b
T7	1,40 ab	48 b
CV (%)	14,25	23,49

*Medias en las columnas con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), CV: Coeficiente de variación

(Testigo); 2,08 (MGR2) y 1,68 (VT3PRO), por su parte, Zancaran et al. presentan notas de daños mayores, de 3,88 e 3,38 para los híbridos AG 7000 YG e DKB 390 YG, los cuales tienen evento MON 810. No se observa diferencia estadística en cuanto a plantas con daños entre los híbridos transgénicos DK 910 VTPRO, DOW 2B587 Hx, AS 1590 YG, Fórmula TL, Status TL y el material convencional DK 919. Fernandes et al. (2003) demostraron para los cultivares DKB 806 YG y DKB 909 YG que expresan la toxina Cry 1Ab, en condiciones de campo, niveles diferentes de infestación de *S. frugiperda*, de acuerdo con el estadio fenológico, la época del año y la localización geográfica del cultivo, por lo que, la eficacia y la expresión de la resistencia en la planta son complejas, y pueden ser influenciadas tanto por factores bióticos como abióticos.

Conclusión

Los materiales con tecnología Bt presentaron notas por debajo del nivel 3 en la escala de Davis, aunque no exista diferencias significativas en el porcentaje de plantas con daños, denota una correcta protección frente a los daños causados por *S. frugiperda*.

Referencias bibliográficas

Fernandes, OD; Parra, JRP; Neto, AF; Pícoli, R; Borgato, AF; Demétrio, CGB. 2003. Efeito do milho genéticamente modificado MON 810 sobre

a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (JE Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Revista Brasileira de Milho e Sorgo. 2: 25-35.

Gill, SS. 1995. Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* toxins. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. 90 (1): 69-74.

Massoni, FA; Schlie, G; Frana, JE. 2014. Evaluación del daño causado por insectos lepidópteros en híbridos de maíz Bt (VT Triple Pro y MG) y convencional, y determinación del impacto sobre el rendimiento (en línea). EEA INTA Rafaela. En X Congreso Nacional de Maíz. Rosario, Argentina. Consultado el 25 nov 2016. Disponible en <http://www.congresodemaiz.com.ar/areas/proteccion/evaluacion-del-dano-causado-por-insectos-lepidopteros-en-hibridos-de-maiz-bt-y-convencional-y-determinacion-del-impacto-sobre-el-rendimiento.pdf>

Penceo, NL; Martin, PM. 1981. Development and reproduction of fall armyworm on several wild grasses. Environmental Entomology. 10 (6):999-1002.

Pietrantonio, PV; Federici, BA; Gill, SS. 1993. Interaction of *Bacillus thuringiensis* endotoxins with the insect midgut epithelium. In: Thompson, SN; Federici, BA. (Eds.) Parasites and pathogens of insects. New York: Academic Press. 2 (3): 55-79.

Zancanaro, PO; Buchweitz, ED; Boiça, AL; Moro, JR. 2012. Avaliação de tecnologias de refúgio no cultivo de milho transgênico. Pesquisa Agropecuaria Brasil. 47 (7): 886-891.

Efecto de chlorfenapyr para el control del ácaro *Tetranychus evansi* en cultivo de tomate

Sandy Noemí González Bogarín¹, María B. Ramírez de López^{1*}, Pedro A. Vera Ojeda¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: mramirez@agr.una.py

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las principales especies hortícolas cultivadas en Paraguay. A nivel nacional la superficie destinada a este cultivo es aproximadamente de 1.324 ha, con una producción de 45.376 t y un rendimiento de 34.272 kg ha⁻¹ (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias - DCEA 2014). Según Forero et al. (2008), los Tetranychideos son considerados actualmente como una de las plagas más importantes en cultivos bajo invernadero, alteran los procesos fisiológicos de las plantas como la fotosíntesis y la respiración, afectan el crecimiento, la floración y la fructificación en las plantas que infestan.

Debido al impacto económico producido por el ataque del ácaro *T. evansi* (Tetranychidae) en diferentes sistemas de producción agrícola, la estrategia de control ha sido casi exclusivamente basada en el uso de agroquímicos, sin embargo su efectividad ha sido variable, siendo así, estudios de eficacia de diferentes productos que se encuentran en el mercado es de mucha importancia, a fin de conocer cuál de ellos es más adecuado para manejo de esta plaga.

El objetivo general del presente estudio ha sido determinar la eficacia Chlorfenapyr para el control del acaro *T. evansi* (Tetranychidae), determinando el porcentaje de disminución de la población.

Metodología

El experimento se realizó entre los meses de diciembre de 2015 a marzo de 2016 en invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), ubicada en la ciudad de San Lorenzo, Departamento Central (Latitud 25° 20' 25" S Longitud 57° 31' 2" O) y 120 m de altitud. Los tratamientos consistieron en tres dosis del producto Chlorfenapyr 24 SC, dosis recomendada de Abamectina 18 EC y el testigo absoluto (Tabla 1).

El diseño del experimento fue completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Antes de la aplicación de los tratamientos se realizó el primer conteo de los ácaros vivos por medio de una lupa de mano de 10x de aumento. Al presentar las plantas el 15% de daños por ácaros en el nivel medio un promedio de 6 a 10

Tabla 1. Tratamiento, ingrediente activo, dosis del producto para el control de *T. evansi*. FCA/UNA, San Lorenzo. 2016.

Tratamientos	Ingrediente Activo	Dosis (cc en 100 L AGUA)
T1	Chlorfenapyr 24 SC	40
T2	Chlorfenapyr 24 SC	60
T3	Chlorfenapyr 24 SC	80
T4	Abamectina 18 EC	75
T5	Testigo absoluto	Sin aplicación

ácaros por planta según Noronha et al. (2008) se procedió a la aplicación de los productos. En cada unidad experimental las observaciones de ácaros se realizaron en 4 plantas, en cada una se marcaron 3 hojas del estrato superior (10 cm). El conteo de ácaros vivos se realizó a los 3, 7, 15 y 30 días, después de la aplicación de los productos (DAP).

Para determinar la eficacia de los productos se utilizó la fórmula de Herderson y Tilton (1981):

$$\% E = [1 - (Id \times Ta) / (Ia \times Td)] \times 100$$

Donde:

Id= n° de insectos en tratamiento con insecticida después de la aplicación del producto.

Ia= n° de insectos en tratamiento antes de la aplicación.

Td= n° de insectos en testigo después de la aplicación del insecticida.

Ta= n° de insectos en testigo antes de la aplicación.

Para determinar el porcentaje de disminución de los ácaros se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% D = (Pte - Ptr / Pte) \times 100$$

Donde:

Pte=Promedio del testigo

Ptr=Promedio del tratamiento

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa Infostat (Di Rienzo et al. 2014). Se realizó el análisis de varianza y luego la comparación de medias entre los tratamientos por el test de Tukey, con un nivel de significancia de 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

En la Tabla 2, se observa el porcentaje de disminución de los ácaros a los 3, 7, 15 y 30 días, después de la aplicación de los productos (DAP).

Todos los tratamientos a los 3 días (DAP) presentaron diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo, por otro lado los tratamientos fueron iguales entre sí. Según Flores et al. (2007) reportan una disminución del 100% de *T. urticae* (Tetranychidae) a los 3 días, que concuerda con el presente estudio, utilizando la misma dosis de abamectina. Igualmente a los 7 días (DAP), todos los tratamientos presentan diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo.

Los tratamientos T2, T3 y T4, estadísticamente son iguales, no así el tratamiento T1, que difiere con los demás tratamientos. Esteves Filho et al. (2013) obtuvieron una disminución superior al 98% de *T. urticae* con el acaricida

Tabla 2. Tratamiento, ingrediente activo, dosis, porcentaje de disminución del acaro *T. evansi* a los 3, 7, 15 y 30 días después de la aplicación de los productos (DAP). FCA/UNA, San Lorenzo. 2016.

Tratamiento	Ingrediente Activo	Dosis (cc en 100 L de agua)	Porcentaje de disminución del acaro - DAP			
			3	7	15	30
T1	Chlorfenapyr 24 SC	40	78 a	98 b	92a	85a
T2	Chlorfenapyr 24 SC	60	96 a	100 a	100a	84a
T3	Chlorfenapyr 24 SC	80	74 a	100 a	95a	72a
T4	Abamectina 18 EC	75	100a	100 a	100a	89a
T5	Testigo absoluto	-	0 b	0 c	0 b	0 b
CV			30,51	1,34	6,94	15,9
FC			14,55	6975	260,8	51,01
DMS			47,64	2,39	12,10	23,59

*Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí, por el test de Tukey al 5%; CV: Coeficiente de variación; DMS: Diferencia Mínima Significativa

Chlorfenapyr a los 7 días con una dosis de 40cc/100 L de agua, resultados semejantes al estudio realizado. A los 15 y 30 días (DAP), todos los tratamientos estadísticamente fueron similares entre sí, pero diferentes al testigo. A los 30 días (DAP), el porcentaje de disminución todos los tratamientos fue menor que a los 15 días (DAP). Con relación a la eficacia se observa en la Tabla 3, en la evaluación a los 3 días (DAP) se puede observar el tratamiento T4 fue el más eficaz, pero sin embargo estadísticamente no difiere de los demás tratamientos. Por otro lado todos los tratamientos fueron diferentes estadísticamente al testigo.

A los 7 días (DAP), todos los tratamientos resultaron eficaces, siendo similares entre sí pero diferentes al testigo. Vásquez y Ceballos (2009) reportaron un de control de 100% con el acaricida Chlorfenapyr a los 7 días con una dosis de 80 cc 100 L⁻¹ de agua, que concuerdan con el experimento realizado. A los 15 días (DAP), se observa la eficacia de todos los productos, estadísticamente son iguales entre sí, pero diferentes al testigo. A los 30 días (DAP), se observa la disminución de la eficacia de los productos no difiriendo del testigo con excepción del T4.

Tabla 3. Tratamiento, ingrediente activo, dosis, eficacia de los productos a los 3, 7, 15 y 30 días después de la aplicación (DAP). FCA/UNA, San Lorenzo. 2016.

Tratamiento	Ingrediente Activo	Dosis (cc en 100 L de agua)	Porcentaje de eficacia del producto/ DAP			
			3	7	15	30
T1	Chlorfenapyr 24 SC	40	65 a	92 a	70 a	28 ab
T2	Chlorfenapyr 24 SC	60	82 a	100 a	99 a	50 ab
T3	Chlorfenapyr 24 SC	80	73 a	100 a	95 a	55 ab
T4	Abamectina 18 EC	75	98 a	100 a	100a	68 a
T5	Testigo	-	0 b	0 b	0 b	0 b
CV			43,49	5,56	21,25	63,53
FC			7,38	406,9	30,23	4,33
DMS			62,04	9,82	34,81	57,35

*Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren estadísticamente entre sí, por el test de Tukey al 5%; CV: Coeficiente de variación; DMS: Diferencia Mínima Significativa

Conclusión

Por el efecto del Chlorfenapyr 24 SC, el porcentaje de disminución de la población de los ácaros se observa en todos los tratamientos hasta los 30 días. El producto evaluado es eficaz sobre el ácaro *Tetranychus evansi* hasta los 15 días después de la aplicación.

Referencias bibliográficas

DCEA (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias, PY). 2014. Tomate, producción y rendimiento por Departamento. San Lorenzo, PY, DCEA. 3 p.

Di Rienzo, J; Casanoves, F; Balzarini, MG;

González, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2014. Infostat versión 2014 (en línea). Argentina. Consultado 27 May. 2015. Disponible en <http://www.Infostat.com.ar>

Esteves Filho, AB; de Oliveira, JV; Matos, CHC. 2013. Eficiencia residual de acaricidas sintéticos y produtos naturais para *Tetranychus urticae* Koch, em algodoeiro (en línea). Agrária-Revista Brasileira de Ciências Agrárias. Consultado 28 Jun. 2016. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/1190/119029239011/>

Forero, G; Rodríguez, M; Cantor, F; Rodríguez, D; Cure, J. 2008. Criterios para el manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) con el ácaro depredado



- Amblyseius (Neoseiulus)* sp. (Acari: Phytoseiidae) en cultivos de rosas (en línea). *Agronomía Colombiana* 26(1):78-86. Consultado 16 Ago. 2016. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n1/v26n1a10.pdf>
- Flores, A; Silva, G; Tapia, M; Casals, P. 2007. Susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) colectada en *Primula obconica* Hance y *Convolvulus arvensis* L. a acaricidas (en línea). *Agricultura Técnica* 67(2):219-224. Consultado 26 Jun. 2016. Disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072007000200014>
- Noronha, AC; Santos Filho, HP; Sanches, NF; Oliveira, AA; Lopez, FF; Andrade, PR; Oliveira, AM. 2008. Procedimientos para o monitoramento e níveis de controle de ácaros em momoeiro sob sistema de Producao integrada. *In* Simposio Brasileiro de Acarologia. (2, 2008, Poços de Caldas). Anais. Poços de Caldas, BR, SIBAC. p. 180.
- Henderson, CF; Tilton, EW. 1981. Tests with acaricides against the brow wheat mite. *J Econ Entomol* 48:157-161.
- Vasquez, C; Ceballos, MC. 2009. Susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a los plaguicidas chlorfenapir y abamectina en condiciones de laboratorio (en línea). *Idesia (Arica)* 27(1):23-28. Consultado 23 feb. 2015. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292009000100004

Dinámica poblacional de adultos de lepidópteros plagas en el estado vegetativo del cultivo de soja (*Glycine max*) atraídas por trampas de luz blanca

Naiani Mauer Placinsch^{1*} y Verónica Sosa¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sede Hohenau, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Campus Itapúa. Hohenau, Paraguay.

*Autor para correspondencia: naiani_mp@hotmail.com

Introducción

La soja ha venido convirtiéndose en los últimos años en la protagonista destacada de la actividad económica y productiva del Paraguay, junto con otros productos y servicios que conforman el complejo soja. Este cultivo es atacado por varios tipos de plagas a lo largo de su ciclo, las orugas defoliadoras aparecen con mayor o menor intensidad en cada temporada de siembra (Candia 2013). Según los autores Vilca y Sánchez 1994 citados por (Chavez 2002) el conocimiento de las variaciones poblacionales de insectos a nivel de campo, permite determinar la etapa o período crítico del cultivo y establecer una estrategia adecuada al manejo de las plagas. Por tanto, es necesario realizar estudios para conocer con mayor precisión el movimiento de las poblaciones de estos insectos durante el ciclo del cultivo.

Las trampas de luz representan una herramienta para el monitoreo de insectos de hábito nocturno, ya que a través de su iluminación en el ambiente, permite que estos insectos sean atraídos, capturados e identificados y así obtener datos precisos de los insectos plagas que pueden atacar al cultivo o que ya se encuentren en él.

En Paraguay, diversos trabajos se han enfocado en la taxonomía y descripción de los insectos del orden lepidóptera, siendo escasos los reportes sobre la dinámica poblacional utilizando este método, por ello el objetivo de este trabajo fue determinar la dinámica poblacional de adultos de lepidópteros plagas en la etapa vegetativa del cultivo de soja atraídas por trampas de luz blanca.

Metodología

El experimento consistió en el empleo de trampas de luz blanca, para realizar monitoreos de lepidópteros de importancia agronómica durante el estado vegetativo del cultivo de la soja. Estas trampas fueron instaladas en parcelas de productores, en tres localidades del departamento de Itapúa-Paraguay, los mismos fueron: La Paz (Colonia Fuji), Obligado (Morena`i) y Jesús de Tavarangue, iniciando en el mes de setiembre de 2015 y finalizando en el mes de noviembre de 2015. Los tubos fluorescentes poseían las siguientes especificaciones técnicas: Foco de luz de 18 watt y 220 voltios, contaba con un encendido y apagado automático a través de una fotocélula.

Para dar inicio al ensayo, se instaló una trampa por cada localidad, siendo colocadas al momento de la siembra de soja en las fincas de los productores, se realizaron 3 colectas por semana de las bolsas conteniendo los lepidópteros, llevándolas hasta el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Hohenau-UCI para realizar el conteo y la identificación de las especies obtenidas utilizando una Clave pictórica de polillas de interés agrícola, agrupadas por relación de semejanza, según (Navarro et al. 2009). Se registró el estado de desarrollo en que se encontraba el cultivo al momento de las colectas y las evaluaciones se realizaron hasta finalizar la etapa vegetativa del cultivo. El análisis de datos se realizó a través de la estadística descriptiva.

Resultados y discusión

En las siguientes Figuras se expresan los

resultados referentes a las capturas de insectos lepidópteros plagas de la etapa vegetativa del cultivo de soja (*Glycine max*) en las localidades de La Paz (Colonia – Fuji), Jesús de Tavarangue y Morena`i.

Según la Figura 1, durante esta campaña en el estado vegetativo se ha identificado un total de 6 especies de lepidópteros conocidas como plagas de la soja, siendo las siguientes; *Agrotis ipsilon*, *Chrysodeixis includens*, *Rachiplusia nu*, *Helicoverpa sp*, *Spodoptera sp* y *Spodoptera cosmioides*. También se registró la presencia de *Pseudaletia sp*, esta fue la especie de mayor abundancia en el estado V7. Valle da Silva (s. f.) menciona que las orugas pertenecientes a la especie de *Pseudaletia sequax* son denominadas

vulgarmente lagartas del trigo, y se alimentan de hojas de cereales de invierno, su presencia en las trampas de luz de esta localidad, se debió al cultivo de cereales que antecedieron en las parcelas vecinas.

Se observa que *Helicoverpa sp* estuvo presente en el inicio del estado vegetativo, a mediados de setiembre. Según Candia (2013), *Helicoverpa* es una plaga que muestra una marcada preferencia por órganos reproductivos como brotes, inflorescencias, frutos y vainas, esta es una plaga que generalmente se presenta en la etapa reproductiva en el cultivo de soja y es altamente polífaga; sin embargo en esta parcela se dio la presencia de este lepidóptero en la etapa inicial del cultivo.

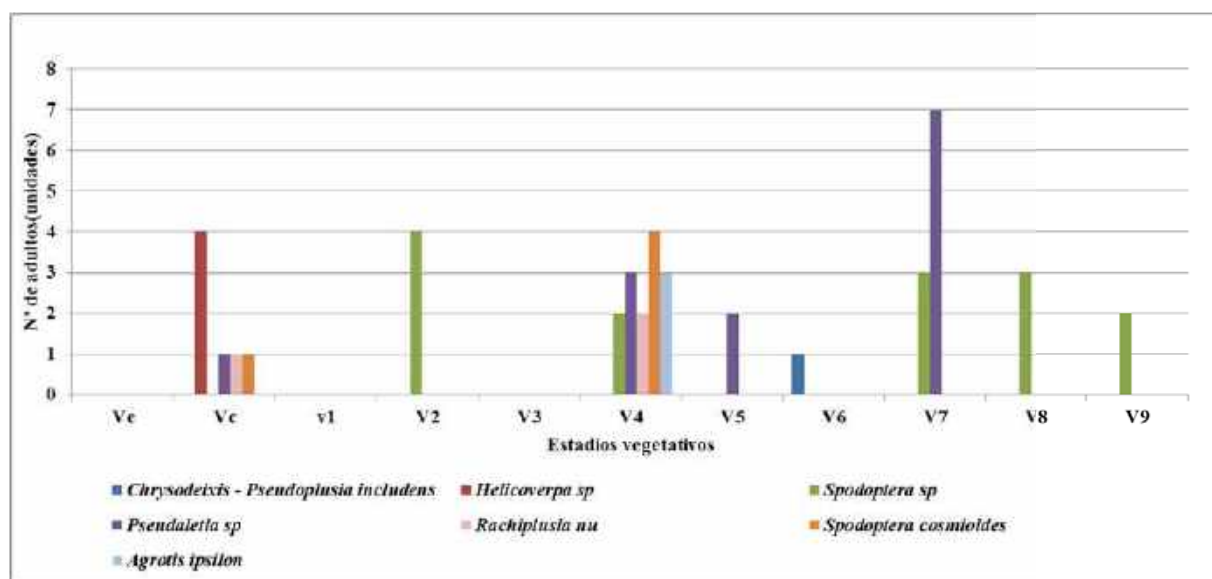


Figura 1. Dinámica poblacional de lepidópteros en el estado vegetativo de soja zafra 2015-2016 en la localidad de La Paz (Colonia – Fuji).

Durante el estado vegetativo V2 a V9, a finales de octubre, se observó la fluctuación de *Spodoptera sp.*, fue difícil su identificación, por el deterioro y pérdida de escamas de las alas que presentaban los especímenes capturados.

Entre el estado vegetativo VC y V6, a partir del mes de setiembre hasta mediados de octubre, se pudo registrar la presencia de *Spodoptera cosmioides*, *Rachiplusia nu*, *Agrotis ipsilon*,

Pseudaletia sp y *Chrysodeixis includens* en cantidades menores.

En la campaña 2015-2016 en la localidad de Morena`i durante el estado vegetativo de la soja se ha reconocido un total de 6 especies de lepidópteros conocidas como plagas agrícolas de la región.

En la Figura 2 se presentan los resultados

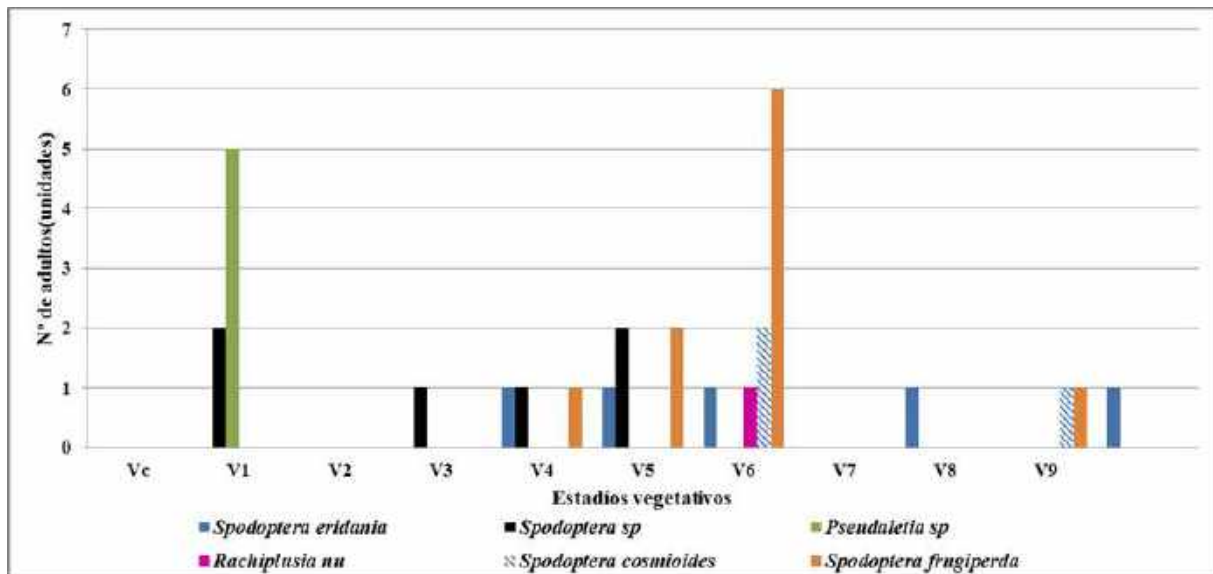


Figura 2. Dinámica poblacional de lepidópteros en el estado vegetativo de soja zafra 2015-2016 en la localidad de Morena.

obtenidos en las capturas de adultos a través de trampa de luz en esta localidad durante el estado vegetativo del cultivo de soja, en los meses de octubre hasta finales de noviembre, las especies registradas fueron, *Pseudaletia sp* durante el estado V1, *Rachiptusia nu* en el estado V6 y el género *Spodoptera* (*cosmioides*, *eridania*, *frugiperda* y *sp*) estuvieron presentes durante los estados V1, V3, V4, V5, V6, V8 y V9. Fik

et al. (2015) destaca que *Spodoptera frugiperda* es una especie polífaga, pero con preferencia por gramíneas y suele causar daños en los cultivos de maíz, soja y verdeos.

Durante la campaña 2015-2016 en el estado vegetativo se ha identificado un total de 8 especies de lepidópteros plagas en el cultivo de soja en la localidad de Jesús de Tavarangue (Figura 3).

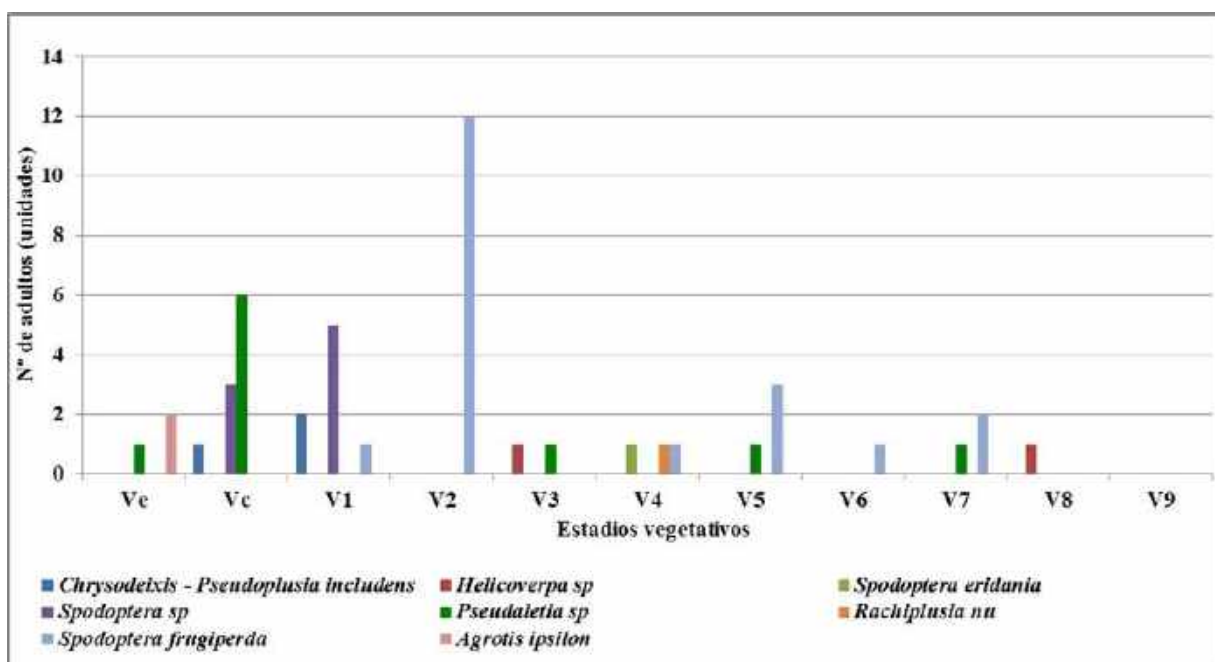


Figura 3. Dinámica poblacional de lepidópteros en el estado vegetativo de soja zafra 2015-2016 en la localidad de Jesús de Tavarangue.

Los resultados obtenidos en las capturas de los adultos lepidópteros plagas fueron; durante el estado vegetativo VC se registró una población de 6 individuos de *Pseudaletia sp*, en el estado V1 se contabilizó 5 *Spodoptera sp*, y en el estado vegetativo V2, en donde se presentó la mayor población de *Spodoptera frugiperda*, también se han identificado y contabilizado a especies de; *Chrysodeixis includens*, *Rachiplusia nu*, *Agrotis ipsilon*, *Spodoptera eridania* y *Helicoverpa sp*.

Conclusión

En las localidades de La Paz, Morena'i y Jesús de Tavarangue en el estadio vegetativo del cultivo de la soja durante la zafra 2015/2016 las especies más abundante son del género *Spodoptera*.

Referencias bibliográficas

- Candia, SM. 2013. Manual de identificación de principales insectos e invertebrados en el cultivo de soja. Asunción, Paraguay, Santillana. 102 p.
- Chavez, JA. 2002. Estudio de la dinámica poblacional de *Prodidiplosis longifila* Gagné (diptera: cecidomyiidae) en el cultivo de tomate en la localidad de Lodana- Manabí (en línea). Manabí, EC. Consultado 03 ago. 2015. Disponible en [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Estudio%20de%20la%20din%C3%A1mica%20poblacional%20de%20Prodidiplosis%20longifila%20Gagn%C3%A9%20\(%20Diptera%20Cecidomyiidae\)%20en%20el%20cultivo%20de%20tomate..pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Estudio%20de%20la%20din%C3%A1mica%20poblacional%20de%20Prodidiplosis%20longifila%20Gagn%C3%A9%20(%20Diptera%20Cecidomyiidae)%20en%20el%20cultivo%20de%20tomate..pdf)
- Fik, M; Manso, L; Forján, H. 2015. Monitoreo de Lepidópteros plaga en trampa de luz en el Sudeste bonaerense durante 2014/15 (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 21 jun. 2016. Disponible en http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp_inta_barrow__monitoreo_de_-l-epidpteros_plagas_en_tram.pdf
- Navarro, FR; Saini, ED; Leiva, PD. 2009. Clave pictórica de polillas de interés agrícola, agrupadas por relación de semejanza. Buenos Aires, AR, Estación Experimental Agropecuaria Pergamino e IMyZA-CNIA Castelar Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. 100 p.
- Valle da Silva, PR. s.f. Lagartas filófagas: agencia Embrapa de Información Tecnológica (AGEITEC) (en línea). Brasil. Consultado 11 mar. 2017. Disponible en <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/triticales/arvore/CONT000gbe2jfc302wx5ok07shnq92eleizc.html>

Biología del ácaro *Tetranychus urticae* Koch alimentadas con dieta natural en condiciones de laboratorio

Magaly Antonella Ovelar González^{1*}, María Bernarda Ramírez de López¹,
Edgar Francisco Gaona Mena¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: magaoavelar_191@hotmail.com

Introducción

Los ácaros, después de los insectos, constituyen el grupo más importante dentro de las especies plagas de las plantas cultivadas. Comprenden entre un 15 y 20% de las plagas de mayor incidencia económica. La familia Tetranychidae se destaca por reunir los ácaros plagas más perjudiciales para la agricultura, dentro de la misma se encuentra la especie *Tetranychus urticae* Koch, acaro fitófago, que posee una distribución cosmopolita, que ataca a numerosos cultivos (Moraes y Flechtmann 2008).

Los cultivos presentan factores abióticos y bióticos adversos que afectan su desarrollo fenológico, entre ellas se puede mencionar el ataque de ácaros, que bajo ciertas condiciones ambientales, logran alcanzar poblaciones elevadas, que reducen el rendimiento y calidad de los productos. Actualmente en el Paraguay, los ácaros están presentes en todos los rubros económicamente preponderantes, como el cultivo de soja, siendo este uno de los rubros más producidos, con un área cultivada de 3.500.000 ha, por otro lado el rubro intensivo la frutilla (*Fragaria* sp.) con un área cultivada de 206 ha, destacándose el departamento Central como el de mayor producción (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de censos y estadísticas - MAG/DCEA 2014).

Hasta el presente existen escasos estudios relacionados a la biología del ácaro *T. urticae* en nuestro país, siendo fundamental para el manejo integrado de ácaros. La investigación tuvo como objetivo determinar la biología de *T.*

urticae alimentados con hojas de soja y frutilla en condiciones de laboratorio, así también determinar la duración de los principales estados del ciclo biológico del ácaro; huevo, larva, ninfa (protoninfa y deutonifa) y adulto, determinar la oviposición, longevidad, números de huevos puestos por hembra y el periodo de incubación de huevos.

Metodología

El experimento fue realizado en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), de la Universidad Nacional de Asunción (UNA). Las condiciones ambientales se controlaron en una incubadora de la marca Shimadzu con Temperatura 25±3°C, 70±2% de Humedad Relativa y fotoperiodo de 12:12 h (luz: oscuridad). Los adultos del ácaro *T. urticae*, fueron colectados de cultivos de frutilla de la ciudad de Areguá, que fueron criados en plantas de poroto Pyta'í (*Vigna unguiculata*).

Para el estudio de biología se utilizaron hojas de frutilla (*Fragaria* sp.) y soja (*Glycine max*). Cada unidad experimental estuvo constituida por una placa de Petri, con un individuo, totalizando 50 repeticiones por cada tratamiento. El tratamiento 1 consistió en 50 hojas de soja del estado fenológico vegetativo en adelante, el tratamiento 2 por 50 hojas de frutilla. Se utilizó la metodología adaptada y descrita por Helle y Overmeer (1985), donde en una placa de Petri, se colocó 1 cm de espesor de agar comercial, con el fin de mantener la turgencia de la hoja. Previamente identificada la hembra con el estereoscopio, se procedió a colocar con un

pinzel de cerda fina, en cada placa de Petri (una hembra), con el fin de obtener huevos.

Los ácaros fueron observados pasadas las 24 horas para detectar la oviposición. Una vez que la hembra ovipositó un número determinado de huevos luego de las 24 horas, se dejó un huevo por cada placa de Petri descartando a la hembra.

Las observaciones se realizaron diariamente bajo la luz del estereoscopio con el fin de determinar el tiempo de desarrollo de los estados subsiguientes hasta la emergencia del adulto, diferenciando así todos los estados del ciclo de vida. Para el estudio de la pre-oviposición, oviposición, post-oviposición y longevidad, se utilizaron 20 placas de petri, se colocaron una hembra y un macho recién emergidos por cada placa. El macho se colocó junto a la hembra durante dos días para promover la cópula y su posterior descarte (macho). Las variables de estudio fueron: Periodo de incubación: diariamente se registraron el tiempo de incubación de huevos hasta la eclosión.

Duración y sobrevivencia del periodo ninfal; se realizaron observaciones diarias, registrándose los estados ninfales: protoninfa y deutoninfa, y el estado adulto. Tiempo de pre-oviposición, oviposición, post-oviposición y tasa de fecundidad de las hembras, diariamente se registraron número de huevos por hembra durante el ciclo.

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa Infostat. La prueba de hipótesis se realizó a través de la test de Student al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se observan los valores promedios en días del ciclo de vida de *T. urticae* sobre hojas de soja y frutilla. Los resultados en los dos tratamientos son similares estadísticamente en el estadio de huevo y larva, sin embargo, las diferencias fueron significativas en los estadios de protoninfa y deutoninfa.

Tabla 1. Valores promedios y desvío estándar (días) de los estadios de *T. urticae* en hojas de soja y frutilla. FCA/UNA. San Lorenzo, 2016.

Tratamiento	Huevo	Larva	Protoninfa	Deutoninfa	Huevo-Adulto
Soja	3,24 ± 0,15 a ¹	2,20 ± 0,32 a	2,92 ± 0,33 b	1,64 ± 0,25a	10 ± 0,53 b
Frutilla	3,56 ± 0,14 a	2,08 ± 0,21a	1,70 ± 0,19a	2,02 ± 0,25 b	9,36 ± 0,38a

¹ Test de Student al 5% de probabilidad de error: Medias seguidas con letras diferentes dentro de la columna difieren significativamente entre sí.

La duración total de los estadios de huevo a adulto fueron de 10 y 9,36 días en hojas de soja y frutilla, respectivamente. Valores similares de 9,3 días registraron Moro et al. 2012 el periodo de huevo-adulto con *T. urticae* sobre hoja de mamón. Dehghan et al. (2009) utilizando diferentes variedades de soja para el estudio de la biología de *T. urticae* obtuvieron resultados de 16 a 22 días en la duración total del ciclo a una temperatura de 25°C y 70% de humedad relativa.

La curva de sobrevivencia en hojas de soja y

frutilla se observa en la (Figura 1), donde (lx) corresponde a la tasa de sobrevivencia (días) de las hembras de *T. urticae*. Con hoja de soja, la sobrevivencia fue máxima los primeros 4 días, declinando a los 5 días, con un total de 18 individuos, a los 12 días la sobrevivencia fue de 5 hembras y la mortalidad total de las hembras se observó a los 16 días.

Estos mismos resultados obtuvieron Gallardo et al. (2005), en hojas de pimentón a los 16 días. En hojas de frutilla la sobrevivencia fue mayor

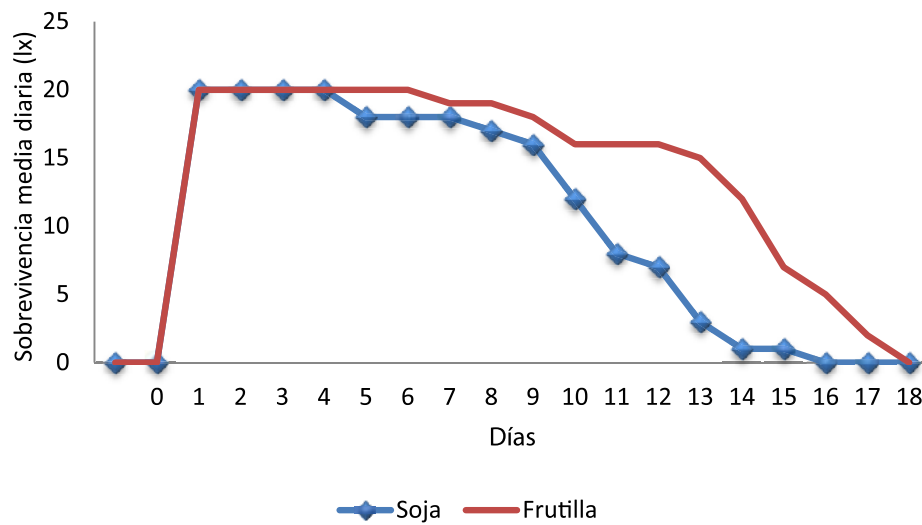


Figura 1. Curvas de sobrevivencia media diaria (l_x) de *T. urticae* con hojas de soja y frutilla. FCA/UNA. San Lorenzo, 2016.

durante los primeros 6 días con un total de 20 hembras, los mismos disminuyeron a los 7 días, declinando la curva a los 15 días con total de 7 individuos, y a los días 18 la mortalidad total.

Con respecto a la fecundidad en hoja de frutilla el número total de huevos a la edad x (m_x) puestos diariamente por el total de hembras fue mayor en comparación con hoja de soja (Figura 2) con una oviposición de 171 huevos en el día 5, la misma

declinó considerablemente a los 15 días a 9 huevos. El periodo reproductivo fue de 14 días, la producción de progenie fue relativamente constante durante los días 3 y 11, en un total de 8 días. En hoja de soja se puede observar un periodo reproductivo de 12 días, con una oviposición de 72 huevos a los 3 días, la oviposición bajó a los 12 días a una tasa de 3 huevos que sobrevivieron en ese periodo. La producción de progenie fue constante entre los días 4 y 14 totalizando 10 días.

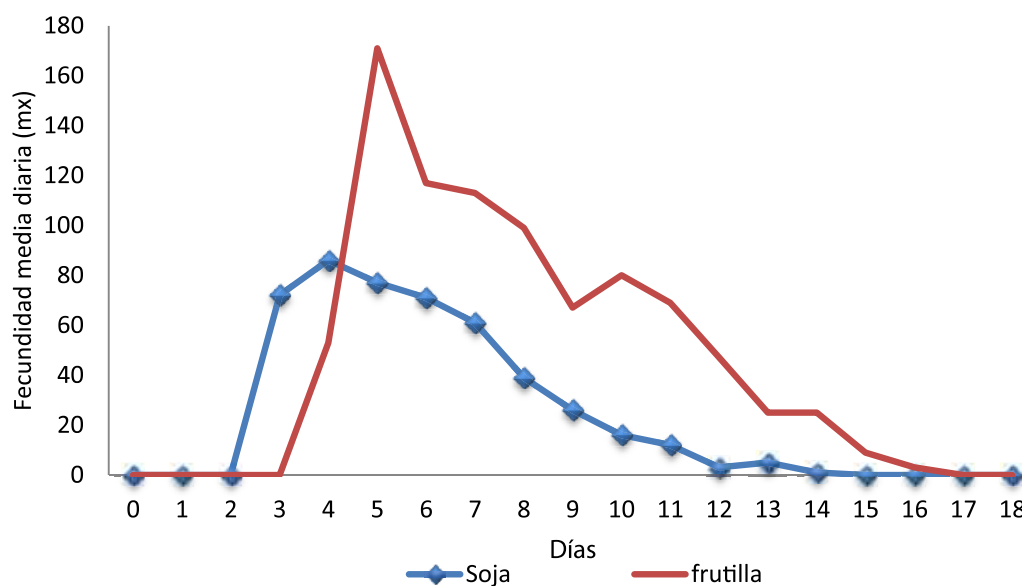


Figura 2. Fecundidad de la hembra a la edad x (m_x) de *T. urticae* con hojas de soja y frutilla. FCA/UNA. San Lorenzo, 2016.

En la Tabla 2, se observa la pre-oviposición en hoja de soja y frutilla, siendo estadísticamente iguales entre sí. Los resultados concuerdan con Moro et al. (2012) que encontraron valores de (1,4 días) en estudios con diferentes variedades de mamón en la cría de *T. urticae*. Crooker (1985) menciona que la duración del periodo de pre-ovoposición de tetraníquideos varía de 1 a 2

días, seguido de un periodo de oviposición, cuya duración depende de la especie del ácaro y de las condiciones ambientales, pero en promedio puede alcanzar entre 10 y 15 días. La duración promedio del periodo de oviposición fue 6,20 días sobre hojas de soja, siendo estadísticamente diferente con hojas de frutilla.

Tabla 2. Valores promedio y desvío estándar (días) de pre-oviposición, oviposición y post-oviposición, fecundidad y tasa de oviposición de *T. urticae* alimentados con hojas de soja y frutilla. FCA/UNA. San Lorenzo, 2016.

	Hoja de soja	Hoja de frutilla
Pre-oviposición (días)	1,45 ± 0,22 a ¹	1,40 ± 0,29 a
Oviposición (días)	6,20 ± 1,08 b	8,85 ± 1,19 a
post-oviposición (días)	1,60 ± 0,38 a	1,45 ± 0,32 a
Fecundidad (huevos/hembra)	24,0 ± 4,1 b	43,9 ± 7,0 a
Tasa de oviposición(nro huevos/día)	1,95 ± 0,37 b	3,14 ± 0,50 a

¹Test de Student 5% de probabilidad de error: Medias seguidas con letras diferentes dentro de la columna difieren significativamente entre sí.

Conclusión

Existen diferencias estadísticas significativas en el ciclo biológico total de *T. urticae*, criados en hojas de soja y frutilla. Sobre hoja de frutilla, los ácaros completan en menor tiempo los estadios ninfales, sin embargo el tiempo de oviposición, sobrevivencia, fecundidad y la tasa de oviposición, son mayores sobre el mismo.

Referencias bibliográficas

- Crooker, A. 1985. Spider mites: their biology, natural enemies and control. Elsevier Science Publishers 34(1):149-160.
- Dehghan, M; Allahyari, A; Saboori, J; Nowzari, J; Naveh, V. 2009. Fitness of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on different soybean cultivars: biology and fertility life-tables. International Journal of Acarology 35:341-347.
- MAG/DCEA (Ministerio de Agricultura y Ganadería/Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias, PY). 2014. Evolución de la superficie sembrada en soja (en línea). Consultado 16 ago. 2015. Disponible en <http://www.mag.gov.py/>
- Gallardo, A; Gallardo, J; Vásquez, C; Morales, J. 2005. Biología y enemigos naturales de *Tetranychus urticae* en pimentón (en línea). Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) 74:34-40. Consultado 2 may. 2016. Disponible en <http://www.sidalc.net/REPDOC/A2137E/A2137E.PDF>
- Helle, W; Overmeer, W. 1985. Spider mites: their biology, natural enemies and control. Elsevier Science Publishers 20(1):331-335.
- Moraes, G.J; Flechtmann, CHW. 2008. Manual de acarología: acarología básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, BR, Holos. 228 p.
- Moro, L; Polanczyk, RA; Carvalho, J; Pratsoli, D; Franco, R.2012. Parâmetros biológicos e tabela de vida de *Tetranychusurticae* (Acari: Tetranychidae) em cultivares de mamão. Ciência Rural 42(3):487-493.

Eficacia de insecticidas en el control de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) en condiciones de laboratorio

Victor Adolfo Gómez López^{1*} y Juan Torres¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: victor.gomez@agr.una.py

Introducción

El cultivo de soja, es un rubro de gran importancia para el país por su implicancia en la generación de divisas provenientes de las exportaciones, conjuntamente con la comercialización de otros granos son fuentes principales de ingresos del sector agrícola (CAPECO 2016). Según Casuso (2012) sistemas agrícolas constituidos de soja, maíz y algodón presentan una oferta continua de alimento a insectos polípagos, como es el caso de *Spodoptera cosmioides* (Walk.).

Esta situación hace necesaria la búsqueda de alternativas para poder reducir la población de los insectos plaga, de manera a disminuir los efectos negativos de los mismos en el cultivo de soja u otros rubros agrícolas de importancia económica con consecuencias que pueden incidir en la economía del productor y consecuentemente del país.

Este experimento tuvo como objetivo general evaluar la eficacia de insecticidas en el control de la *Spodoptera cosmioides* (Walk.); siendo los siguientes objetivos específicos; determinar el porcentaje de mortalidad de *S. cosmioides* (Walk.) en los diferentes productos; así como a diferentes dosificaciones de los mismos.

Metodología

El experimento fue realizado en el Laboratorio de Bioensayos Entomológicos INBIO - UNA del área de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con trece tratamientos, que incluyeron cuatro

insecticidas; Clorantraniliprole, Fluebendiamide, Deltametrina, Benzoato de emamectina con tres distintas dosis, baja, media (dosis recomendada por las empresas fabricantes) y alta; así como un testigo sin tratar constituido por la aplicación de agua destilada para la evaluación de insectos; con diez repeticiones. Los productos se aplicaron mediante el equipo aplicador de precisión Torre de Potter (Pulverizador de precisión). Fueron aplicados los productos sobre hojas de soja variedad convencional S909 con tamaño estandarizado de acuerdo al contenedor “placa de Petri”. La unidad experimental estuvo constituida por una placa de Petri, con diez larvas de *S. cosmioides* (Walk.) en cada placa, obtenidas de la cría de laboratorio, totalizando así, 130 unidades experimentales.

La variable evaluada en el experimento fue la mortalidad de las larvas de *S. cosmioides* (Walk.) del tercer instar con los distintos productos insecticidas en tres distintas dosis, medidas por medio del conteo de individuos muertos dividido la cantidad total de individuos, expresado en porcentajes por tratamiento a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas posteriores a la aplicación de los tratamientos, las correcciones de mortalidad fueron realizadas mediante la fórmula de Abbot (1925). Los datos obtenidos fueron llevados a Análisis de Varianza (ANAVA), y las medias con diferencias significativas se sometieron al análisis de Diferencia Mínima Significativa, por test de Tukey con 5% de significancia.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se verifica el porcentaje de mortalidad de *S. cosmioides* a las 24 horas posteriores a la aplicación de los tratamientos.

Tabla 1. Porcentaje de mortalidad de larvas de *S. cosmioides* (Lepidoptera; Noctuidae) a las 24 horas después de la aplicación de los tratamientos. San Lorenzo. Paraguay. 2015.

Tratamientos	Formulación	Dosis: cc – g ha ⁻¹	24 horas DDA**		
T1 Agua	-	-	0* a		
T2 Clorantraniliprole	SC	10	9	c	
T3 Clorantraniliprole	SC	30	8	b	c
T4 Clorantraniliprole	SC	50	7 a	b	c
T5 Flubendiamide	SC	30	0 a		
T6 Flubendiamide	SC	50	0 a		
T7 Flubendiamide	SC	70	0 a		
T8 Cypermctrina	EC	80	0 a	b	
T9 Cypermctrina	EC	100	0 a		
T10 Cypermctrina	EC	120	7 a	b	c
T11 Benzoato de emamectina	SP	10	2 a	b	c
T12 Benzoato de emamectina	SP	20	1 a	b	
T13 Benzoato de emamectina	SP	30	2 a	b	c

CV 172,24

*Medias con letras en común no son significativamente diferentes. Tukey 5%.

**DDA: Después de la aplicación

Se detectó, que a las 24 horas después de las aplicaciones de los tratamientos no presentaron diferencias significativas entre la mayoría de los tratamientos a excepción de las dosis baja y media del producto Clorantraniliprole, que en comparación al testigo demostraron diferencias significativas. Estos resultados varían, con relación a la evaluación llevada a las 48 horas después de la aplicación de los tratamientos como se observa en la Tabla 2.

Después de 48 horas de la aplicación de

los tratamientos, se observaron diferencias significativas en los resultados de entre todos los tratamientos en la dosis alta del producto Benzoato de emamectina, con el mayor porcentaje de mortalidad de larvas; sin embargo, en comparación al testigo se pueden apreciar diferencias significativas en los tratamientos de las dosis baja y media del producto Clorantraniliprole y la dosis baja del Benzoato de emamectina. A las 72 horas de la aplicación de los tratamientos, los porcentajes de mortalidad varían para cada tratamiento, como se observa en la Tabla 3.

Tabla 2. Porcentaje de mortalidad de larvas de *S. cosmioides* (Lepidoptera; Noctuidae) a las 48 horas después de la aplicación de los tratamientos. San Lorenzo. Paraguay. 2015.

Tratamientos	Formulación	Dosis cc – g ha ⁻¹	48 horas DDA**				
T1 Agua	-	-	0* a				
T2 Clorantraniliprole	SC	10	16	b	c	d	
T3 Clorantraniliprole	SC	30	20	c d			
T4 Clorantraniliprole	SC	50	11 a	b	c	d	
T5 Flubendiamide	SC	30	6 a	b	c		
T6 Flubendiamide	SC	50	0 a				
T7 Flubendiamide	SC	70	5 a	b	c		
T8 Cypermctrina	EC	80	0 a				
T9 Cypermctrina	EC	100	1 a	b			
T10 Cypermctrina	EC	120	11 a	b	c	d	
T11 Benzoato de emamectina	SP	10	23	d			
T12 Benzoato de emamectina	SP	20	7 a	b	c		
T13 Benzoato de emamectina	SP	30	40	e			

CV 94,12

*Medias con letras en común no son significativamente diferentes. Tukey 5%.

**DDA: Después de la aplicación

Tabla 3. Porcentaje de mortalidad de larvas de *S. cosmioides* (Lepidoptera; Noctuidae) a las 72 horas después de la aplicación de los tratamientos. San Lorenzo. Paraguay. 2015.

Tratamientos	Formulación	Dosis cc – g ha ⁻¹	72 horas DDA**			
T1 Agua	-	-	0* a			
T2 Clorantraniliprole	SC	10	24	b	c	d
T3 Clorantraniliprole	SC	30	22	b	c	d
T4 Clorantraniliprole	SC	50	15	a	b	c
T5 Flubendiamide	SC	30	18	a	b	c
T6 Flubendiamide	SC	50	12	a	b	
T7 Flubendiamide	SC	70	34		c	d
T8 Cypermetrina	EC	80	0	a		
T9 Cypermetrina	EC	100	1	a		
T10 Cypermetrina	EC	120	14	a	b	c
T11 Benzoato de emamectina	SP	10	41			d
T12 Benzoato de emamectina	SP	20	23	b	c	d
T13 Benzoato de emamectina	SP	30	76			e

CV 61,03

*Medias con letras en común no son significativamente diferentes. Tukey 5%.

**DDA: Después de la aplicación

En la Tabla 3 se observa, que las dosis baja y media, del producto Clorantraniliprole, así como la dosis alta del producto Flubendiamide y Cypermetrina no presentan diferencias significativas en el porcentaje de mortalidad de las larvas, no así la dosis alta del Benzoato de emamectina, el cual presenta el mayor porcentaje, diferenciándose significativamente de todos los otros tratamientos. La cuarta evaluación se llevó a cabo a las 96 horas posteriores a la aplicación de los tratamientos cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.

En esta tabla se evidenciaron diferencias significativas en el porcentaje de mortalidad de las dosis baja y alta del producto Benzoato de emamectina en comparación a los demás tratamientos, en tanto se verificó también una alta diferencia significativa en el porcentaje de mortalidad obtenida por el producto Flubendiamide en su dosis alta en comparación al testigo. La quinta evaluación se llevó a cabo a las 120 horas después de la aplicación de los tratamientos; en donde los tratamientos obtenidos pueden detallarse en la Tabla 5.

Tabla 4. Porcentaje de mortalidad de larvas de *S. cosmioides* (Lepidoptera; Noctuidae) a las 96 horas después de la aplicación de los tratamientos. San Lorenzo. Paraguay. 2015.

Tratamientos	Dosis cc – g ha ⁻¹	96 horas DDA**				
T1 Agua	-	0* a				
T2 Clorantraniliprole	10	45		d	e	f
T3 Clorantraniliprole	30	31	b	c	d	
T4 Clorantraniliprole	50	43		c	d	e
T5 Flubendiamide	30	41		c	d	e
T6 Flubendiamide	50	24	a	b	c	d
T7 Flubendiamide	70	63			e	f
T8 Cypermetrina	80	1	a			
T9 Cypermetrina	100	2	a	b		
T10 Cypermetrina	120	14	a	b	c	
T11 Benzoato de emamectina	10	74				f
T12 Benzoato de emamectina	20	32		c	d	
T13 Benzoato de emamectina	30	90				g

CV 50,33

*Medias con letras en común no son significativamente diferentes. Tukey 5%.

**DDA: Después de la aplicación

Tabla 5. Porcentaje de mortalidad de larvas de *S. cosmioides* (Lepidoptera; Noctuideae) a las 120 horas después de la aplicación de los tratamientos. San Lorenzo. Paraguay. 2015.

Tratamientos	Formulación	Dosis cc – g ha ⁻¹	120 horas DDA**		
T1 Agua	-	-	0*	a	
T2 Clorantraniliprole	SC	10	84		c d
T3 Clorantraniliprole	SC	30	78	b	c d
T4 Clorantraniliprole	SC	50	93		d
T5 Flubendiamide	SC	30	64	b	c
T6 Flubendiamide	SC	50	58	b	
T7 Flubendiamide	SC	70	88		c d
T8 Cypermetrina	EC	80	2	a	
T9 Cypermetrina	EC	100	4	a	
T10 Cypermetrina	EC	120	17	a	
T11 Benzoato de emamectina	SP	10	87		c d
T12 Benzoato de emamectina	SP	20	85		c d
T13 Benzoato de emamectina	SP	30	99		d

CV 27,94

*Medias con letras en común no son significativamente diferentes. Tukey 5%.

**DDA: Después de la aplicación

Se observaron los distintos porcentajes de mortalidad sobre las larvas de *S. cosmioides* de cada tratamiento en la última evaluación; con un mayor porcentaje de control del producto Benzoato de emamectina en sus tres dosis, seguido de Clorantraniliprole, también en sus tres dosis y el producto Flubendiamide en su dosis más alta, pudiendo considerarse estas como eficaces para el control de *S. cosmioides* (Walk.), obteniendo porcentaje mayor a 80% de mortalidad con estas dosis (FAO 2006), y el producto Cypermetrina en sus tres dosis con un bajo porcentaje de control. Los productos que se consideran efectivos en el ensayo deberán ser manejados de acuerdo a criterios del manejo de la resistencia; caso contrario, los mismos someterán a los insectos a una presión de selección con aumento de poblaciones resistentes, invalidando la acción de los mejores productos.

Conclusiones

Se verifica una mayor eficacia en el control de las dosis altas de los insecticidas Benzoato de emamectina, Clorantraniliprole y Flubendiamide. Todas las dosis del insecticida Benzoato de emamectina son eficaces para el control de *S. cosmioides*. El insecticida Benzoato de emamectina presenta mayor porcentaje de

mortalidad, seguida del Clorantraniliprole, Flubendiamide y Cypermetrina. El insecticida Cypermetrina no presenta eficacia en el control de larvas de *S. cosmioides*.

Referencias bibliográficas

- Abbott, W. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18(1):265-267.
- Casuso, M. 2012. Entomología (en línea). Argentina. Consultado 27 jul. 2014. Disponible en http://inta.gov.ar/documentos/informe-tecnico-eea-las-brenas-no-3/at_multi_download/file/bol_inf_eaalb3.pdf
- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas). 2016. Área de siembra, producción y rendimiento: estadística soja (en línea). Asunción, PY. Consultado 5 may. 2016. Disponible en <http://www.capeco.org.py/estadisticas.php>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2006. Guidelines on efficacy evaluation for the registration of plant protection products. US, FAO. 61 p.

Entomofauna asociada al cultivo de soja (*Glycine max*) en el Departamento de Caazapá

Maria de Fatima Pereira Muzzachi¹ y Claudia Carolina Cabral Antúnez^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: claudia_c_cabral@hotmail.com

Introducción

El cultivo de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) constituye un rubro de vital importancia, ya que se ubica en el primer lugar en área de superficie cultivada, ampliándose cada año (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas - CAPECO 2015). Es importante mencionar que en el cultivo de la soja aparecen un importante grupo de insectos desde la siembra hasta la cosecha, en cuanto a los insectos las chinches están avanzando con densidades cada vez mayores también encontramos a los Coleopteros y Lepidopteros.

De esta manera, el manejo de plagas debe basarse en la evaluación de aspectos relacionados a la plaga, el cultivo y el ambiente. Determinar la especie en una comunidad es un método para estimar la diversidad faunística, que puede ser por muestreo de especies, que consisten en diferentes métodos de muestreo que son empleados para el manejo mínimo de plagas. El primer aspecto crítico para un manejo eficiente y efectivo de plagas es la correcta cuantificación del tipo, nivel y distribución de plagas presentes. Para ello es necesario realizar un muestreo representativo del lote o unidad de manejo.

En base a lo expuesto y en la ausencia de datos con relación a las especies presentes en el cultivo de la soja, este estudio tuvo como objetivo estimar los índices faunísticos para lo cual se efectuaron levantamientos poblacionales de insectos plagas y enemigos naturales en la fase reproductiva del cultivo de la soja recolectados con paño de batida y red entomológica; determinar el método de

colecta más eficiente, así también se determinó la ocurrencia de plagas entre cultivares en el Departamento de Caazapá.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en 16 fincas de productores de soja, ubicados en el Departamento de Caazapá (Gral Morinigo, Ava'i, Taruma, Tito Firpo, Cruce Pacuri, Cantina Cue, San Francisco, Emiliano Cue, Espíritu Santo, Nueva Esperanza). El periodo de muestreo fue realizado en los meses de Enero a Febrero 2016. Fueron utilizados cultivos de soja de diferentes genotipos y de diferentes tipos de manejo para garantizar representatividad. Se colectaron en 30 puntos, es decir tres hileras de 10 puntos separadas cada punto por 20 metros.

La colecta de insectos se realizó con dos métodos el paño de batida que consiste en un tejido blanco de 1,0 m de largo por 1,0 m de ancho con los bordes insertos en cabo de madera. La red entomológica que consiste en una tela de tul sostenida por un aro de alambre acerado, de 30 cm de diámetro y unida a un mango de madera. Los insectos colectados en cada finca fueron identificados en el lugar, y en el caso de dificultades en el momento de identificación fueron colectados en recipientes y llevados al Laboratorio de Entomología de la FCA. Para la identificación de género y especie de los individuos de la subfamilia Plusiinae, fueron observadas las mandíbulas y espirinete de las larvas con ayuda de un estereoscopio (Angulo et al. 2006).

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis faunísticos de constancia, frecuencia y

dominancia para la cual fue utilizado el programa ANAFAU desarrollado por el Departamento de Entomología de la Escuela Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidad de San Pablo (Moraes et al. 2003).

Resultados y discusión

Durante el periodo de recolección de plagas y enemigos naturales en el cultivo de soja en el departamento de Caazapá fueron colectadas tres órdenes de insectos con un total de 4.596 individuos colectados, de las cuales 3.970 fueron

insectos plagas y 626 enemigos naturales siendo el Orden Hemiptera el que mayor número de representantes presentó seguido por el Orden Coleoptera y Lepidoptera.

Los resultados de análisis faunístico (Tabla 1) correspondientes a las colectas realizadas con la utilización del paño de batida, indican que según el método de Sagakami y Larroca (1967) se realizó la colecta de un total de 3.848 individuos, en donde se observa la súper dominancia de *Chrysodeixis includens*, del orden Lepidoptera (n=1.317), *Euschistus heros* de la

Tabla 1. Análisis faunístico de la población de insectos colectados mediante el método de colecta de paño de batida. Departamento de Caazapá. FCA, UNA.

Orden	Especie	Dominancia	Abundancia	Frecuencia	Constancia
Plagas					
Lepidoptera	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	D	ma	MF	Z
	<i>Chrysodeixis includens</i>	SD	sa	SF	W
	<i>Spodoptera cosmioides</i>	D	c	F	W
	<i>Spodoptera eridania</i>	ND	r	PF	Y
	<i>Rachiplusia nu</i>	ND	c	F	Z
	<i>Helicoverpa</i> spp.	ND	r	PF	Z
Hemiptera	<i>Euschistus heros</i>	SD	sa	SF	W
	<i>Dichelops</i> spp.	ND	c	F	Y
	<i>Nezara viridula</i>	D	ma	MF	Y
	<i>Piezodorus guildinii</i>	ND	r	PF	Z
Coleoptera	<i>Diabrotica speciosa</i>	D		MF	W
	<i>Lagria villosa</i>	D	C	F	W
	<i>Cerotoma</i> spp.	ND	R	PF	Z
	<i>Colaspis</i> spp.	ND	R	PF	Z
	<i>Aracanthus mourei</i>	ND	R	PF	Z
Enemigos Naturales					
	Arácnidos	ND	C	F	W
	<i>Geocoris</i> spp.	ND	R	PF	Z
	<i>Lebia connexa</i>	D	ma	MF	W
	<i>Zelus</i> spp.	ND	R	PF	Z
	<i>Cycloneda sanguinea</i>	ND	R	PF	Z

D= dominante SD=superdominante ND= no dominante; a= abundante, ma= muy abundante, sa= super abundante, r= rara, d= dispersa, c= común; MF= muy frecuente, SF=superfrecuente, PF= poco frecuente; Z=accidental, W=constante, Y= accesorias.

orden Hemiptera (n=1.846), y la dominancia de *Diabrotica speciosa* y *Lagria villosa* del orden Coleoptera (n=370), en cuanto a enemigos naturales se observó la dominancia de *Lebia conncina*.

Estos resultados coinciden con órdenes encontradas en Rio Grande do Sul, Brasil por Brondani et al. (2008), donde expresan datos de un levantamiento en un sistema convencional (soja RR), registrando ordenes como Hemiptera, Lepidoptera y Coleoptera. Coincidiendo con lo citado por Marrero y Martínez (2003) donde observaron una mayor ocurrencia de chinches pentatomidos, las cuales se presentaron en altas poblaciones desde la floración hasta final de ciclo de las plantas.

En cuanto a las colectas realizadas por red entomológica (Tabla 2) se colectaron un total de 748 individuos, las especies que permanecieron como dominantes fueron *C. includens*, *E. heros* y *D. speciosa*, y como no dominante a *L. conncina*. Con relación a las especies identificadas de la orden Lepidoptera representando a las orugas defoliadoras, la población de la misma no fue muy elevada en relación con la orden Hemiptera, ya que las colectas se realizaron en estado reproductivo de la soja. Valle da Silva et al. (2010). mencionan que de manera general las especies de *Chrysodeixis includens* predominan sobre *A. gemmatalis* concordando con lo encontrado en este trabajo.

Tabla 2. Análisis faunístico de la población de insectos colectados mediante el método de colecta de red entomológica del Departamento de Caazapá. FCA, UNA, San Lorenzo, Paraguay, 2016.

Orden	Especie	Dominancia	Abundancia	Frecuencia	Constancia
Plagas					
Lepidoptera	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	ND	R	PF	Z
	<i>Chrysodeixis includes</i>	D	Ma	MF	W
	<i>Spodoptera cosmioides</i>	ND	R	PF	Z
Hemiptera	<i>Euschistus heros</i>	D	Ma	MF	W
	<i>Dichelops spp.</i>	ND	C	F	Z
	<i>Nezara viridula</i>	ND	C	F	Z
Coleoptera	<i>Diabrotica speciosa</i>	SD	Sa	SF	W
	<i>Lagria villosa</i>	D	Ma	MF	Y
	<i>Cerotoma spp.</i>	ND	D	PF	Z
Enemigos Naturales					
	Arácnidos	ND	R	PF	Z
	<i>Lebia conncina</i>	ND	C	F	Z

D= dominante SD=superdominante ND= no dominante; a= abundante, ma= muy abundante, sa= super abundante, r= rara, d= dispersa, c= común; MF= muy frecuente, SF=superfrecuente, PF= poco frecuente; Z=accidental, W=constante, Y= accesorias.

Conclusión

El paño de batida es más eficiente en la colecta de insectos plagas y enemigos naturales en el cultivo de la soja.

Euschistus heros son plagas súper abundantes, super frecuentes y accesorias en tanto que *Nezara viridula* muy abundante, muy frecuente y accesorias en el cultivo de soja por el método de paño de batida.

Chrysodeixis includens, son plagas super abundantes, súper frecuentes y constantes en el cultivo de soja en tanto larvas de *Anticarsia gemmatalis* son muy abundante muy frecuente y accidental ya *Spodoptera cosmioides* son común, frecuente y constante por el método de paño.

Diabrotica speciosa y *Lagria villosa* son los coleópteros de mayor dominancia y constantes en el cultivo de soja por el método de paño de batida.

Lebia connexa es el predador más dominante de mayor abundancia y muy frecuente en el cultivo de soja.

Referencias bibliográficas

Ângulo, AO; Olivares, TS; Weigert, G. 2006. Estados inmaduros de lepidópteros noctuidos de importancia económica agrícola y forestal en Chile (Lepidoptera: Noctuidae). Concepción, CH, Ciclo Veinituno. 154 p.

Brondani, B; Guedes, J.V; Farias, J; Bigolin, M. Karlec, F; Lopes, J.S.2008. Ocurrencia de insectos en la parte aérea de la soja en función al manejo de planta dañinas en cultivo convencional y genéticamente modificado resistente al glyphosate. Rio Grande do Sul, BR.

CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas). 2015. Área de Siembra, Producción y Rendimiento (en línea). Consultado 11 ago 2015. Disponible en <http://www.tera.com.py/capeco/index.php?id=area-de-siembra-produccion-y-rendimiento>.

Marrero, L.A; Martinez, M.A.2003. Ocurrencia de Heteropteros en agroecosistemas cubanos de soja. La Habana, CU: FA/UM

Moraes, RCB; Haddad, ML; Silveira Neto, S; Reyes, AEL. Software para análise faunística. In Simpósio de controle biológico. 2003. San Pedro, BR, Resumen. 195 p.

Sakagami, S; Larroca, S; Moure, J. 1967. Wild bees bionotics in Sao José dos Pinhais (PR), South Brazil – preliminary report. Journal of the Faculty Science 6 (4): pág 253-291.

Valle da Silva, E. 2010. Insectos Perjudiciales de importancia agronómica (en línea). Buenos Aires. 77p. Consultado 9 de ago 2015. Disponible en: inta.gob.ar/documentos/lepidopteros-insectos-perjudiciales-de-importancia-agronomica/at-multi-download/fila/inta%20lepidopteros.pdf

Entomofauna asociada al cultivo de la soja (*Glycine max*) en el Departamento de San Pedro

Divina María Soledad Núñez Lezcano¹ y Claudia Carolina Cabral Antúñez^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: claudia_c_cabral@hotmail.com

Introducción

El cultivo de la soja (*Glycine max* (L.) Merrill) constituye un rubro de importancia, ya que se ubica en primer lugar en área de superficie cultivada en el país. Paraguay es el cuarto país exportador, detrás de EE.UU., Brasil y Argentina (Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas - CAPECO 2016).

El Paraguay se encuentra entre los mayores productores y exportadores de soja del mundo, es un producto de gran importancia económica, debido a que brinda una estabilidad económica al país, generando ingresos de divisas a través de las exportaciones, además constituye una materia prima fundamental para la formulación de raciones y su posterior conversión en proteína animal (Ramírez y Gómez 2010).

Los insectos plagas son uno de los principales factores que interfieren en la producción de granos, en la calidad de la semilla y en los aumentos de los costos de producción de esta oleaginosa. La soja constituye el alimento de larvas de una gran diversidad de especies de lepidópteros que provocan defoliación durante el período vegetativo.

En tanto, durante la etapa reproductiva se incrementan las poblaciones de hemípteros (chinchas), insectos que representan una problemática crucial en el cultivo por su gran efecto sobre el rendimiento y la calidad del grano, debido a que se alimentan directamente de la semilla. Existe la necesidad de realizar investigaciones sobre las poblaciones de estos insectos-plagas en el cultivo de soja en el país mediante el monitoreo y el muestreo en distintos periodos fenológicos de la planta.

En este trabajo se pretende evaluar la entomofauna asociada al cultivo de la soja con dos métodos de colecta, siendo los objetivos específicos identificación, cuantificación de insectos plagas y enemigos naturales; determinar índices faunísticos y mejor método de colecta.

Metodología

El trabajo se llevó a cabo en 15 fincas de productores de soja, ubicados en el Departamento de San Pedro, específicamente en los distritos de Chore, Itacurubí del Rosario, Lima y Sta. Rosa del Aguaray. Fueron utilizados cultivos de soja, de diferentes variedades y eventos. El periodo del muestro fue de noviembre del 2015 a febrero del 2016.

La colecta de insectos se realizó con paño de batida que consiste en un tejido blanco de 1,0 m de largo por 1,0 m de ancho. El paño de batida fue colocado entre las hileras de soja, las plantas fueron sacudidas vigorosamente sobre el paño, de modo a que los insectos presentes sean depositados en el mismo. La colecta se efectuó en 30 puntos dentro de las fincas, a una distancia de 20 m entre puntos.

El segundo método de colecta fue la red entomológica que consiste en una tela de tul sostenida por un aro de metal de 40 cm de diámetro. El muestreo consistió en 5 barridos por punto avanzando para cubrir un área aproximada de 1 metro cuadrado.

Los insectos colectados en cada finca fueron identificados en el lugar, y los que no fueron identificados se colocaron en tubos de plásticos y llevados al Laboratorio de Entomología del

área de Protección Vegetal de la FCA-UNA. Para la identificación de género y especie de los individuos de la subfamilia Plusiinae, fueron observadas las mandíbulas de las larvas (Ángulo et al. 2006) con ayuda de un estereoscopio.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis faunísticos de constancia, frecuencia y dominancia para la cual fue utilizado el programa ANAFAU desarrollado por el Departamento de Entomología de la Escuela Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidad de San Pablo (Moraes et al. 2003).

Resultados y discusión

En las 15 fincas visitadas, fueron colectados 3.816 individuos en total de los cuales 3.613 fueron colectados con el paño de batida, y 203 con la red entomológica. Pudiéndose observar que el paño de batida fue más eficiente que la

red entomológica en colecta de insecto. Esto concuerda con los trabajos de Correa-Ferreira y Panizzi (1999) y Ribeiro y Castiglioni (2009).

Fueron colectados 3.624 insectos plagas; del orden Lepidoptera, Hemiptera y Coleoptera. Se colectaron cuatro especies de lepidópteros (Tabla 1 y 2), siendo de mayor importancia *Chrysodeixis includens* seguido de *Spodoptera* spp., luego *Anticarsia gemmatalis*. Esto concuerdan con Zárate (2015) donde la especie *C. includens* fue de mayor ocurrencia en el departamento de Alto Paraná, también concuerda con Lezcano (2009) donde observó dominancia de *Spodoptera* spp. sobre *A. gemmatalis*. Difiere con el trabajo de Chiaradia et al. (2011) donde mencionan que la especie *A. gemmatalis* fue dominante y con Perotti y Gamundi (2007) donde observaron que la especie predominante fue *R. nu* lo que demuestra la dinámica de las poblaciones.

Tabla 1. Análisis faunístico de la población de insectos colectados mediante el método de paño de batida en el Departamento de San Pedro. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Orden	Especie	Dominancia	Abundancia	Frecuencia	Constancia
Plagas					
Lepidoptera	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	ND	C	F	Y
	<i>Chrysodeixis includens</i>	D	MA	MF	W
	<i>Spodoptera</i> spp.	D	C	F	W
	<i>Rachiplusia nu</i>	ND	D	PF	Z
Hemiptera	<i>Euschistus heros</i>	SD	SA	SF	W
	<i>Dichelops</i> spp.	D	C	F	W
	<i>Nezara viridula</i>	ND	R	PF	Z
Coleoptera	<i>Diabrotica speciosa</i>	D	C	F	W
	<i>Lagria villosa</i>	ND	C	F	Y
	<i>Cerotoma</i> spp.	ND	R	PF	Z
	<i>Colaspis</i> spp.	ND	D	PF	Y
Enemigos Naturales					
	Arácnidos	D	C	F	W
	<i>Geocoris</i> spp.	ND	C	F	W
	<i>Lebia conncina</i>	ND	R	PF	Z
	<i>Zelus</i> spp.	ND	D	PF	Y
	<i>Eryopsis</i> sp.	ND	R	PF	Z

SD: Súper Dominante; D: Dominante; ND: No dominante; SA: súper abundante; MA: Muy abundante; C: Común; D: Dispersa; R: Rara; MF: Muy frecuente; F: Frecuente; PF: Poco frecuente; W: Constante; Y: Accesorio; Z: Accidental

Se colectaron tres especies del orden Hemiptera de los cuales el más importante fue la especie *Euschistus heros* (Tablas 1 y 2) seguido de *Dichelops* spp. Estos resultados concuerdan con Zárate (2015) donde menciona que las especies más abundantes fueron *E. heros* y *Dichelops* spp. en el departamento de Alto Paraná, también coincide con el trabajo realizado por Colman (2010) donde observó dominancia de la especie *E. heros* en el distrito de Yguazú. Difiere con Chiaradia et al. (2011), Ribeiro et al. (2009) ya que encontraron *P. guildinii* y *N. viridula* en mayor cantidad en cultivos de soja y mencionan como plagas clave. También Silva (2008) menciona a *P. guildinii* como especie más frecuente y dominante por encima de *N. viridula* y *D. furcatus*.

Los coleópteros colectados fueron las especies *Diabrotica speciosa* que fue dominante y *Lagria villosa* (Tabla 1 y 2) que concuerdan con Zárate (2015), Chiaradia et al. (2011) ya que citan a la especie *D. speciosa* como de mayor ocurrencia en levantamientos de insectos en cultivos de soja.

Fueron colectados en total 192 insectos benéficos de los cuales *Geocoris* spp. fue el más frecuente (Tabla 1). Estos resultados concuerdan con Chiaradia et al. (2011) para Brasil y Zárate (2015) para el departamento de Alto Paraná donde observaron cómo predador más frecuente a *Geocoris* spp.

Tabla 2. Análisis faunístico de la población de insectos colectados mediante el método de red entomológica en el Departamento de San Pedro. FCA- UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2016.

Orden	Especie	Dominancia	Abundancia	Frecuencia	Constancia
Plagas					
Lepidoptera	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	ND	C	F	Z
	<i>Chrysodeixis includes</i>	D	MA	MF	Y
	<i>Spodoptera</i> spp.	ND	D	PF	Z
Hemiptera	<i>Euschistus heros</i>	SD	SA	SF	W
	<i>Dichelops</i> spp.	ND	D	PF	Z
Coleoptera	<i>Diabrotica speciosa</i>	D	MA	MF	W
	<i>Lagria villosa</i>	ND	C	F	Z
Enemigos Naturales					
	Arácnidos	ND	C	F	Z
	<i>Geocoris</i> spp.	ND	R	PF	Z
	Díptera	D	MA	MF	Y
	Hymenoptera	ND	C	F	Y

SD: Súper Dominante; D: Dominante; ND: No dominante; SA: súper abundante; MA: Muy abundante; C: Común; D: Dispersa; R: Rara; MF: Muy frecuente; F: Frecuente; PF: Poco frecuente; W: Constante; Y: Accesorio; Z: Accidental.

Conclusiones

El paño de batida es el método más eficiente en colecta de insectos en cultivos de soja.

Euschistus heros es el insecto plaga súper dominante, super abundante, super frecuente y constante en colectas con el paño de batida.

Dichelops spp. es la plaga dominante, constante, frecuente y constante en colectas con paño de batida.

Chrysodeixis includens es una plaga dominante, muy frecuente, muy abundante y constante y *Spodoptera* spp. es dominante, común, frecuente y constante en colectas con paño de batida.



Diabrotica speciosa es el coleóptero dominante, común frecuente y constante en colectas con paño de batida.

Geocoris spp. es la especie frecuente y constante entre los insectos benéficos colectados con paño de batida.

Referencias bibliográficas

- Ângulo, AO.; Olivares, TS.; Weigert, G. TH. 2006. Estados inmaduros de lepidópteros noctuidos de importancia económica agrícola y forestal en Chile (Lepidoptera; Noctuidae). Concepción, Chile, 148 p.
- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas. 2016. (en línea). Consultado 15 oct 2016. Disponible en: <http://www.tera.com.py/capeco/index.php?id=area-de-siembra-produccion-y-rendimiento>
- Chiaradia, LA.; Rebonatto, A.; Smaniotto, MA.; Davila, MRF.; Nunes, C. Artropodofauna asociada às lavouras de soja. 2011. Revista de Ciências Agroveterinárias. 10 (1): 29-36.
- Colman, M. 2010. Estudio poblacional de chinches plagas (Hemiptera: Pentatomidae) en el cultivo de soja en la zona central del Departamento de Alto Paraná. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, Py, UNA. FCA. Dpto. Protección Vegetal. 42 p.
- Correa-Ferreira, BS; Panizzi, AR 1999. Percevejos da soja e seu manejo. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1999. 45p. (Circular Técnica, 24).
- Lezcano A, Y. 2009. Ocurrencia de plagas y enemigos naturales en el cultivo de soja (*Glycine max* L.) en el distrito de Yguazú, Departamento de Alto Paraná. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, UNA. FCA. Dpto. Protección Vegetal. 58 p.
- Moraes, RCB; Haddad, ML; Silveira Neto, S; Reyes, AEL. Software para análise faunística. In Simpósio de controle biológico. 2003. San Pedro, BR, Resumen. 195 p.
- Perotti ER; Gamundi JC. 2007. Evaluación del daño provocado por lepidópteros defoliadores en cultivares de soja determinados e indeterminados (GM III, IV y V) con diferentes espaciamientos entre líneas de siembra. Para Mejorar la Producción, 36:119-126. (en línea). INTA EEA Oliveros. Consultado el 12 oct 2016. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185386652014000100002&script=sci>
- Ramírez, MB; Gómez L, VA. 2010. Biología de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera; Noctuidae) en dieta natural y artificial, en condiciones de laboratorio. Investigación Agraria. 12 (1): 17-21
- Ribeiro, A.; Castiglioni, E. 2009. Fluctuaciones de poblaciones de *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) en soja y alfalfa en Paysandú, Uruguay (en línea). Facultad de Agronomía. Estación Experimental. Consultado 21 nov 2015. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-154
- Silva dos Santos, RS 2008. Levantamento populacional de percevejos e da incidencia de parasitóides de ovos em cultivos orgânicos de soja Pesq. Agrop. Gaúcha, Porto Alegre. 14 (1) 41-46.
- Zárate N, AM 2015. Entomofauna asociada a cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) en el Departamento de Alto Paraná. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, UNA. FCA. Dpto. Protección Vegetal. 40 p.

Eficacia de insecticidas para el control del pulgón *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*)

Mariela Denice Rodas Benítez^{1*} y Fidelino López¹

¹Centro de Investigación Hernando Bertoni (CIHB), Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), Caacupé, Paraguay.

*Autor para correspondencia: mariela.rodas79@gmail.com

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum*) ocupa el cuarto lugar entre los alimentos más consumidos a nivel mundial, superada por el trigo, arroz y maíz (Batista et al. 2008). Este cultivo es atacado por varias especies de insectos, cuyos daños pueden causar pérdidas significativas, afectando el rendimiento y la calidad.

Dentro de estos se encuentran los pulgones, que son de gran importancia por ser vectores de enfermedades virósicas, sobre todo en los campos de producción de semilla debido a que se pierde la calidad fitosanitaria de los tubérculos semilla, y pueden causar pérdidas directas al cultivo (INIFAP 2000), al succionar la savia desde el floema, pudiendo interferir con el normal desarrollo del cultivo, produciendo debilitamiento y marchitez (Méndez y Inostroza 2009).

La especie *Myzus persicae* es la más importante por ser la responsable de la degeneración de semilla de papa, esta especie es capaz de transmitir más de 100 virus en diferentes especies vegetales causantes de grandes pérdidas en el rendimiento (Furiatti 2002). El efecto de los virus reduce el rendimiento hasta en un 50%, y en la no germinación de los brotes en los tubérculos-semilla. Los pulgones también atacan la papa durante el almacenamiento cuando comienzan a aparecer los brotes (Cortez y Hurtado 2002).

El control de plagas en este cultivo asume diferentes dimensiones dependiendo del propósito del cultivo. Para el consumo de papa se pueden tolerar niveles más altos de población

de determinadas plagas que para la producción de papa para semilla, en este contexto el nivel poblacional de pulgones es muy importante por ser insectos vectores (Furiatti et al. 2008).

El objetivo fue determinar la eficacia de diferentes insecticidas para el control del pulgón en el cultivo de la papa.

Metodología

El experimento fue conducido en el campo experimental del Programa de Investigación de Cultivos Olerícolas (PICO) del Centro de Investigación Hernando Bertoni (CIHB) Caacupé, Paraguay; durante el periodo comprendido entre los meses de mayo a julio de 2016. Las semillas vegetativas utilizadas para la plantación de papa fueron de la variedad Villa Serrana.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo constituida de 20 plantas, separadas 0,40 m entre plantas y 1,0 m entre hileras.

Los tratamientos fueron: T1 (imidacloprid 15 cc 20 L⁻¹ de agua), T2 (Thiamethoxan + Lambdaialotrina 10 cc 20 L⁻¹ de agua), T3 (piriproxifen 15 cc 20 L⁻¹ de agua) y T4 (testigo sin aplicación).

Para evaluar la eficacia de control de pulgones en el cultivo se realizaron observaciones en las 15 plantas centrales de cada unidad experimental, dejando como borde las dos primeras y las dos últimas plantas.

El estudio se inició cuando las plantas presentaron dos a cuatro hojas verdaderas con la primera aplicación de los tratamientos. A los siete días de la aplicación, se realizó el primer conteo de pulgones sobrevivientes seguido de la segunda aplicación. A los siete días después de la segunda aplicación se realizó el siguiente conteo seguido de la tercera aplicación, realizando el conteo a los 7 días (21 días después de la plantación), estas aplicaciones se realizaron de forma preventiva, para reducir la aparición de enfermedades virósicas, que son transmitidas por los pulgones, sin tener en cuenta el nivel de infestación. A partir de esta etapa se realizó el monitoreo y

la cantidad de pulgones encontrados fueron registrados en una planilla para establecer el nivel poblacional a través de la escala propuesta por Kimura et al. (2002).

El nivel de infestación leve (Tabla 1) fue el criterio utilizado para la aplicación de insecticidas. En el monitoreo realizado a los 7 días después de la tercera aplicación no se encontraron pulgones, a los 14 días después de la tercera aplicación se tuvo un nivel de infestación leve y se realizó la cuarta aplicación de insecticidas. El conteo fue realizado a los 7 y 14 días después de la esta última aplicación.

Tabla 1. Escala de nivel poblacional de pulgones, Kimura et al. (2002).

Nivel	Número de Pulgones/15 plantas
0:nada	0
1:leve	1 a 20
3:mediano	21 a 100
5:fuerte	más 101

Las variables evaluadas fueron el número de ninfas y adultos vivos de pulgones, y rendimiento de tubérculos por parcela. Fueron evaluadas las 15 plantas centrales de cada tratamiento, donde se recolectaron al azar 15 hojas, correspondientes a la parte inferior, media y superior de la planta y llevadas al Laboratorio de Entomología, para el conteo mediante el uso de la lupa estereoscópica, anotando en una planilla el número de insectos encontrados.

Los datos fueron evaluados utilizando la fórmula de Abbot.

$$\%E = \frac{Mt - Mtrat}{Mt} \times 100$$

Donde:

E: eficiencia

Mt: mortalidad en el testigo

Mtrat: mortalidad en el tratamiento

Una vez alcanzado el momento de cosecha, se procedió a la recolección de tubérculos de las plantas centrales de todas las parcelas, se pesaron

y se determinó el rendimiento de tubérculos en kg/parcela. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza y comparación de medias por la prueba Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

A los siete días después de la primera aplicación de los productos, el T1 (imidacloprid) registró una eficiencia del 100% sobre pulgones, en tanto que el T2 (Thiamethoxan+Lambdacialotrina) y T3 (piriproxifen) registraron eficiencias del 77,8 y 33,3% respectivamente. A los siete días después de la segunda aplicación, los tres tratamientos tuvieron una eficiencia del 100% en el control de pulgones (Tabla 2).

En el conteo realizado a los siete días después de la tercera aplicación los T1, T2 y T3 registraron eficiencias del 88,2%, 94,1% y 70,6% respectivamente. A los 14 días después de la tercera aplicación, se registró un aumento en el control de pulgones, presentando los T1 y T2 100% de eficiencia y el T3, 94,5%.

Tabla 2. Eficiencia de insecticidas para el control del pulgón *M. persicae* en el cultivo de la papa. CIHB/IPTA. Caacupé, 2016.

Tratamientos	% Eficiencia						
	7 DD1A	7 DD2A	7 DD3A	14 DD3A	21 DD3A	7 DD4A	14 DD4A
T1=Imidacloprid	100	100	88,2	100	97	100	97,4
T2 Thiamethoxan+Lamb dacialotrina	78,8	100	94,1	100	99,1	100	97,4
T3=Piriproxifen	33,3	100	70,6	94,5	61,8	95,5	89,5

A los 21 días después de la tercera aplicación, se pudo observar una leve disminución en el control en los T1 y T2 con 97 y 99,1% de eficiencia respectivamente; en tanto que en el T3 la disminución fue más acentuada, registrando el mismo 61,8%.

En el conteo realizado a los siete días después de la cuarta aplicación de los productos, la eficiencia fue del 100% en los T1 y T2, en el T3 fue del 95,5%. A los 14 días después se registraron eficiencias del 97,4% en los T1 y T2; y 89,5% en el T3.

Estos resultados concuerdan con lo citado por Zagonel et al. (2002), quienes en estudios

realizados para el control de *M. persicae* en lechuga, obtuvieron eficiencias iguales o superiores al 98,6% con el imidacloprid y thiamethoxan durante todo el ciclo de cultivo; y con los resultados de Beltrán et al. (2006) en el que el thiamethoxan aplicados al follaje en el cultivo del algodón reduce significativamente la población de pulgones hasta los veinte días posteriores a la aplicación, proporcionando niveles de control por encima del 70%.

El rendimiento de tubérculos de papa no registró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tabla 3), presentando el mayor rendimiento el T1 (imidacloprid).

Tabla 3. Rendimiento de tubérculos de papa en kg ha⁻¹ del ensayo de control de insecticidas del pulgón *M. persicae* en el cultivo de la papa. CIHB/IPTA. Caacupé, 2016.

Tratamiento	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
Imidacloprid	8.967 ns
Piriproxifen	8.533
Thiamethoxan+lambdacialotrina	8.267
Testigo abosoluto	7.533

ns: no significativo (p<=0,05)

Conclusión

Los insecticidas imidacloprid y thiamethoxan + lambdacialotrina presentan mayor eficacia para el control de *M. persicae*.

Referencias Bibliográficas

Abbott, WS. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J Econ Entomol 18:265-267.

- Batista L, E; Brito de, CH; Felinto dos Santos, J. 2008. Regiões produtoras-situação atual da bataticultura no Estado da Paraíba (en línea). Itapetininga, BR. Consultado 9 feb. 2017. Disponible en http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2008/revista.asp?id_REVCAT=32&id_REVCON=708
- Beltran, RE; Helman, S; Garay, F; Lescano, A; Peterlin, OS. 2006. Eficacia de insecticidas aplicados al follaje en el control de *Aphis gossypii* Glover en algodón (en línea). Argentina. Consultado 8 feb. 2017. Disponible en <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210023.pdf>
- Cortez, MR; Hurtado, G. 2002. Guía técnica: cultivo de la papa (en línea). San Salvador, SV. Consultado 2 feb. 2017. Disponible en <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>
- Furiatti, S. 2002. O pulgão verde da batata *Myzus persicae* (Suiz.) (en línea). Itapetininga, BR. Consultado 8 feb. 2017. Disponible en http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista05_027.htm
- Furiatti, RS; Rodríguez P. A; Valle Silva P, PR. 2008. Controle de *Myzus persicae* (Sulzer 1778) (Homoptera, Aphididae) en batata (*Solanum tuberosum*) (L.) (en línea). Curitiba, BR. Consultado 2 feb. 2017. Disponible en http://www.academia.edu/17005469/CONTROLE_DE_MYZUS_PERSICAE_SULZER_1778_HOMOPTERA_APHIDIDAE_EM_BATATA_SOLANUM_TUBEROSUM_L_
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, MX). 2000. Manual para la producción de papa en las sierras y valles altos del centro de México (en línea). México. Consultado 22 oct. 2015. Disponible en www.inifap.gob.mx/circe/Documents/publime/2%20MANUAL%20DE%20PAPA.pdf
- Kimura, Y; Ramírez de López, MB; Palacio, C. 2002. Monitoreo de las plagas y su control en parcelas de validación de frutilla. In Kimura, Y; Ramírez de López, M; Trabuco de Evert, M; Palacio, C. (Eds). Plagas de las hortalizas; frutilla, melón, pimiento y otros. Caacupé, PY, MAG/JICA. p. 33-42.
- Méndez, LP; Inostroza FJ. 2009. Manual de papas para La Araucanía: manejo de cultivo, enfermedades y almacenajes (en línea). Temuco, CL. Consultado 1 feb. 2017. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36493.pdf>
- Zagonel, J; Reghin, MY; Dalla P, M; Kunz, RP. 2002. Avaliação de inseticidas no controle de *Myzus persicae* (Sulz.) (Homoptera: Aphididae) na cultura da alface (en línea). Brasília, BR. Consultado 6 feb. 2017. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/hb/v20n3/14481.pdf>

Diversidad de Lepidópteros plagas en soja transgénica con toxina de *Bacillus thuringiensis* en el departamento del Amambay

Marcos Arturo Ferreira Agüero^{1*}, Enson Gusman Sosa¹, Cristhian Benitez¹, Matheus Acosta Resquin¹, Camila Bogarin¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Pedro Juan Caballero, Paraguay.

*Autor para correspondencia: ingeniero.ferreira1@gmail.com

Introducción

El cultivo de soja en el Paraguay responde por el 90% del ingreso de los productores, el área de cultivo en la temporada 2015/2016 fue de 3,2 millones de hectáreas con un rendimiento estimado de 2,8 toneladas por hectárea. (CAPECO 2017). Esta alta producción tiene relación directa con las condiciones climáticas favorables que se dio durante este periodo, además al evento transgénico que expresan proteínas Bt que confieren resistencia contra los principales lepidópteros plagas.

La literatura científica relaciona 69 especies de lepidópteros cuyas orugas se alimentan de soja. Las especies incluyen representantes de las Superfamilias Noctuoidea (31), Pyraloidea (13), Hesperioidea (12), Tortricidae (5), Geometroidea (5), y Bombycoidea (3). La diversidad de los lepidópteros asociados con el cultivo, los daños en diferentes partes de la planta y alteraciones en la composición de las especies se discuten considerando el cambio en el manejo de plagas, la introducción de soja Bt y la ocurrencia de *Helicoverpa armigera* (Hübner) como una nueva plaga de la soja (Formentini 2015).

El objetivo de este trabajo fue verificar la diversidad y abundancia relativa de lepidópteros plagas en los cultivos de soja Bt en el Departamento del Amambay.

Metodología

La investigación del tipo observacional se realizó en el marco del Proyecto 14-INV-

115, CONACYT-FCA en el Departamento de Amambay, en los distritos: Pedro Juan Caballero; Bella Vista Norte; Zanja Pytã; Capitán Bado y Karapa'í ubicados entre las coordenadas geográficas 22°34'00''S 55°43'00''W. El monitoreo de los lepidópteros adultos se realizó con la utilización de trampas tipo delta con feromona sexual (Isalure) en cultivos de soja transgénica que expresa la toxina de *Bacillus thuringiensis* (Bt) nombre comercial INTACTA RR2 PRO™ instalando en las adyacencias del cultivo, considerando que la instalación de armadillas en el cultivo o próximo a ellas son igualmente efectivas (Borges et al. 2013).

Las trampas fueron montadas y sujetas con alambre y clavo sobre base fija: poste de madera y/o arbusto aledaños al cultivo según indicaciones del fabricante. El monitoreo y verificación de las trampas se realizó entre los meses de noviembre y diciembre de 2016 y enero de 2017 con una frecuencia quincenal. También se procedió a la toma fotográfica de los pisos adhesivos para registrar la población de lepidópteros en los cultivos de soja Bt. Los especímenes fueron transportados al laboratorio para su identificación taxonómica. Mensualmente se ha procedido al cambio del piso adhesivo con las mariposas adheridas en ellas y la sustitución del septo de goma que contiene la feromona sexual atractiva.

Luego de la identificación de las especies según las características morfológicas, los datos fueron tabulados en una planilla digital según la localidad, fecha, identificación de la familia, género y especie.

Posteriormente se ha procedido al cálculo de

diversidad y abundancia relativa de especies a través de la fórmula de Shannon-Wiener:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

donde:

S– número de especies (la riqueza de especies)

pi– proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*): $\frac{n_i}{N}$

ni– número de individuos de la especie

N– número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (*riqueza de especies*), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (*abundancia*). El análisis de Frecuencia relativa se ha realizado para determinar la proporción de familias de lepidópteros plagas en el cultivo de soja Bt.

Resultados y discusión

Se ha verificado un total de 362 especímenes de las cuales 7 especies corresponden a la Familia Noctuidae (87,5%) y 1 Familia Pyralidae (12,5%), estas se presentan de acuerdo a la abundancia relativa según las siguientes especies: *Elasmopalpus lignosellus* (50,27%), *Spodoptera frugiperda* (32,04%), *Spodoptera*

cosmioides (4,69%), *Anticarsia gemmatalis* (3,59%), *Chrysodeixis includens* (5,52%), *Helicoverpa* sp.(2,48%), *Spodoptera eridania* (1,10%) (Tabla 1).

Según el análisis de índice de diversidad por el método de Shannon-Wiener, el resultado obtenido fue de 1,291. Teniendo en cuenta que valores inferiores a 2 es considerado bajo para un ecosistema, probablemente este efecto está relacionado a la reciente introducción de la variedad de soja transgénica Bt INTACTA RR2 PRO™ que expresa la proteína Cry1Ac, la cual es tóxica para una diversidad de lepidópteros además esta puede variar para una especie u otra (Azambuja 2016).

Cabe destacar que los eventos Bt ejercen control contra las principales orugas de lepidópteros plagas, siendo estas: la oruga de la soja (*Anticarsia gemmatalis*), oruga falso medidor (*Chrysodeixis includens*), oruga perillera (*Heliothis virescens*) y la broca de las axilas (*Crociosema aporema*), además de la supresión de orugas del tipo Elasmopalpus (*Elasmopalpus lignosellus*) y *Helicoverpa* (*Helicoverpa zea* y *Helicoverpa armigera*) (Bernardi et al. 2012). Es importante considerar que la tecnología Bt puede perder su eficiencia si los productores no realizan cultivos de refugio, cuya finalidad es impedir que se genere una selección de biotipos de lepidópteros resistentes al Bt.

Tabla 1. Diversidad y abundancia relativa de especies de lepidópteros plagas en soja Bt en el Departamento de Amambay.

Nombre científico	F.A.	A.R.	H'
<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	182	0,5027	-0,347
<i>Spodoptera frugiperda</i>	116	0,3204	-0,364
<i>Spodoptera cosmioides</i>	17	0,0469	-0,143
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	13	0,0359	-0,119
<i>Chrysodeixis includens</i>	20	0,0552	-0,055
<i>Helicoverpa</i> sp.	9	0,0248	-0,024
<i>Spodoptera eridania</i>	4	0,0110	-0,011
<i>Spodoptera albula</i>	1	0,0276	-0,016
Total	362		1,291

F.A.= Frecuencia Absoluta; A.R.= Abundancia relativa; H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

La oruga de *C. includens* se ha vuelto en la plaga más abundante del cultivo de la soja (Pinto et al. 2008). Esta especie es polífaga y de difícil control, cuando comparada con *A. gemmatalis* (Sosa-Gómez 2014). Además de polífaga, la oruga del cogollo del maíz *S. frugiperda* se alimenta de las plantas en diferentes estadios, haciendo con que la planta quede vulnerable por largo tiempo (Sa et al. 2009).

Por otro lado, ocurrencia de *H. armígera* fue registrada por primera vez en las Américas, en el Brasil (Czepak et al. 2013). Meses después fue relatada en el Paraguay (SENAVE 2013) y la Argentina (Murúa et al. 2014). Otras orugas del complejo Spodoptera: *S. frugiperda*, *S. cosmioides*, *S. eridania*, *S. albula* han sido reportadas como plagas de importancia en varias regiones agrícolas ocasionando daños a diversos cultivos. Las orugas cortan las plantas jóvenes en la base del tallo, causan defolia y perforan las estructuras reproductivas (botones florales, flores, frutos y vainas) (Sousa et al. 2013).

Conclusión

Se verificó alta diversidad de lepidópteros noctuides en el cultivo de soja Bt: *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera cosmioides*, *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens*, *Helicoverpa* sp., *Spodoptera eridania* y la especie de mayor abundancia relativa fue *Elasmopalpus lignosellus* (Pyralidae).

Referencias bibliográficas

- Azambuja, R. 2016. Bioecología de *Helicoverpa armigera* (hübner) (lepidoptera: noctuidae) e seu controle microbiano e biotecnológico. Tesis Dourados. Biol. Brasil, Universidade Federal da Grande Dourados Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. 91 p.
- Bernardi, O; Malvestiti, GS; Dourado, PM; Oliveira, WS; Martinelli, S; Berger, GU; Head, GP; Omoto, C. 2012. Assessment of the high-dose concept and level of control provided by MON 87701 x MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. Pest Management Science 68:1083-1091. Doi: 10.1002/ps.3271
- Borges, EM; Pereira da Silva, V; Barbosa Pereira, MJ; Vivan, LM; Blassiolimoraesm, C; Laumann, RA. 2014. Monitoramento do percevejo marrom *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) por feromônio sexual em lavoura de soja. Pesq Agropec Bras 49(11):844-852.
- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y oleaginosas). 2017. Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y oleaginosas (en línea, sitio web). Consultado 14 feb. 2017. Disponible en <http://capeco.org.py/>
- Czepak, C; Albernaz, KC; Vivan, LM; Guimaraes, HO; Carvalhais, T. 2013. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. Pesquisa Agropecuária Tropical 43:110-113.
- Formentini, AC; Sosa-Gómez, DR; M, Paula; De Barros, SV; Monteiro, N; Specht, A. 2015. Lepidoptera (Insecta) associated with soybean in Argentina, Brazil, Chile and Uruguay. Ciência Rural 45(12):2113-2120.
- Murúa, MG; Scalora, FS; Navarro, FR; Cazado, L.E.; Casmuz, A; Villagrán, ME; Lobos, E.; Gastaminza, G. 2014. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomologist 97:854-856.
- Pinto, AS; Parra, JRP; Oliveira, H. N. 2008. Guia de campo de pragas e insetos benéficos da soja (en línea). Piracicaba, Brasil. Consultado 12 feb. 2017. Disponible en <http://www.atividaderural.com.br/artigos/4fb3eadd5d6da.pdf>
- Sosa-Gómez, DR; Corrêa-Ferreira, BS; Hoffmann-Campo, CB; Corso, EC; Oliveira, L J; Moscardi, F; Panizzi, AR; Bueno, A. de F; Hirose, E; Roggia, S. 2014. Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja. Londrina, BR, Embrapa.



Sá, VGM de; Fonseca, BVC; Boregas, KGB; Waquil, JM. 2009. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. *Neotropical Entomology*, Londrina, BR. 38(1):108-115.

SENAVE (Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas). 2013. Senave en alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola (en línea). Consultado. 12 mar. 2017. Disponible en <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/senave-en-alerta-tras-ingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>

Souza, BHS; Botteca, DB; Silva, AG; Boica Junior, AL. 2013. Feeding non-preference by *Spodoptera frugiperda* and *Spodoptera eridania* on tomato genotypes. *Ceres* 60(1):21-29.

Ocurrencia de insectos plagas en cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), departamento Central, Paraguay

José D. Giménez^{1*}, María B. Ramírez de López¹, Edgar F. Gaona¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: jodogise89@hotmail.com

Introducción

Las condiciones climáticas están cambiando de manera más acentuada en los últimos años, por lo tanto es necesario realizar el estudio de la ocurrencia de insectos plagas, para conocer cuáles son los más frecuentes y abundantes que afectan a la producción del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.), de tal forma que los productores puedan tomar las medidas necesarias para el manejo y control de los mismos.

El conocimiento de la ocurrencia poblacional de insectos plagas es de gran importancia, porque permite estimar las épocas de mayor incidencia y en esa forma planificar y ejecutar programas de manejo integrado. Según Cisneros (1995), en la naturaleza las poblaciones de insectos no mantienen una densidad constante sino que, con el transcurso del tiempo, presentan fluctuaciones que se alternan altas y bajas densidades, estas fluctuaciones están asociadas con las variaciones estacionales, con la acción de enemigos naturales y con la disponibilidad de alimento. Por tanto, se torna necesario conocer las plagas y el momento que ocurren en el cultivo, asociando las condiciones ambientales que se desarrollan durante el ciclo de producción hortícola. Sagredo et al. (2002) indican que la distribución temporal de algunas especies de insectos está determinada por la variación de condiciones meteorológicas.

El objetivo del presente trabajo fue registrar la ocurrencia de insectos plagas en el cultivo de tomate en parcelas tratada y no tratada.

Metodología

El muestreo fue realizado en una finca

de producción hortícola en el distrito de Itá, departamento Central, Paraguay; la identificación de las muestras fueron realizadas en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA). El periodo de monitoreo y levantamiento fue durante el ciclo del cultivo del tomate.

Los tratamientos consistieron en una parcela tratada con aplicaciones de insecticidas/acaricidas y otra parcela sin tratamiento, en ambos tratamientos se realizaron aplicaciones con fungicidas. Cada tratamiento tuvo una superficie de 100 m² con un distanciamiento de 1,0 m entre hileras y 0,50 m entre plantas, con una separación de 0,80 entre tablones, constituida por 180 plantas. A partir del trasplante y hasta la etapa de cosecha, una vez por semana, se evaluó la presencia de insectos plagas en forma visual en 10 puntos al azar, evitando los bordes. Las observaciones de cada planta se realizaron en toda la planta, cada punto se contabilizaron el número de insectos presentes; el estado adulto (mosca blanca); adulto y ninfa de (trips) y estado larval (lepidópteros).

La identificación de las familias fue realizada con especialistas del área entomología de la FCA y con el material bibliográfico Gallo et al. (2002). El parámetro evaluado fue número de insectos presentes.

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa Infostat (Di Rienzo et al. 2014). La comparación de medias entre los tratamientos por el test de Student, con un nivel de significancia de 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

En la Figura 1 en la parcela con tratamiento, se observa la familia Aleyrodidae (Hemiptera) de mayor ocurrencia, en el mes de junio se presentó un promedio de baja precipitación, resultando un aumento de la población. Las lluvias pueden actuar interrumpiendo temporalmente los vuelos de los insectos, cuando las condiciones ambientales son favorables aumenta la población de individuos, la temperatura tiene efectos directos sobre los organismos, las altas temperaturas aceleran el ciclo biológico de las plagas (Castillo 1996 y Vázquez et al. 2006), por

otro lado la familia Noctuidae (Lepidoptera) es de menor ocurrencia. Los insectos de la familia Thripidae (Thysanoptera) aparecieron al inicio del cultivo con una baja población, en este periodo se produjeron altas precipitaciones.

Según Molinari et al. (2008) mencionan que las poblaciones de trips se incrementan en épocas de sequía, presentándose condiciones desfavorables para su ocurrencia. La presencia de la familia Agromyzidae (Diptera) la población aumentó en el mes que se presentó altas precipitaciones siendo un factor favorable para la ocurrencia de esta plaga.

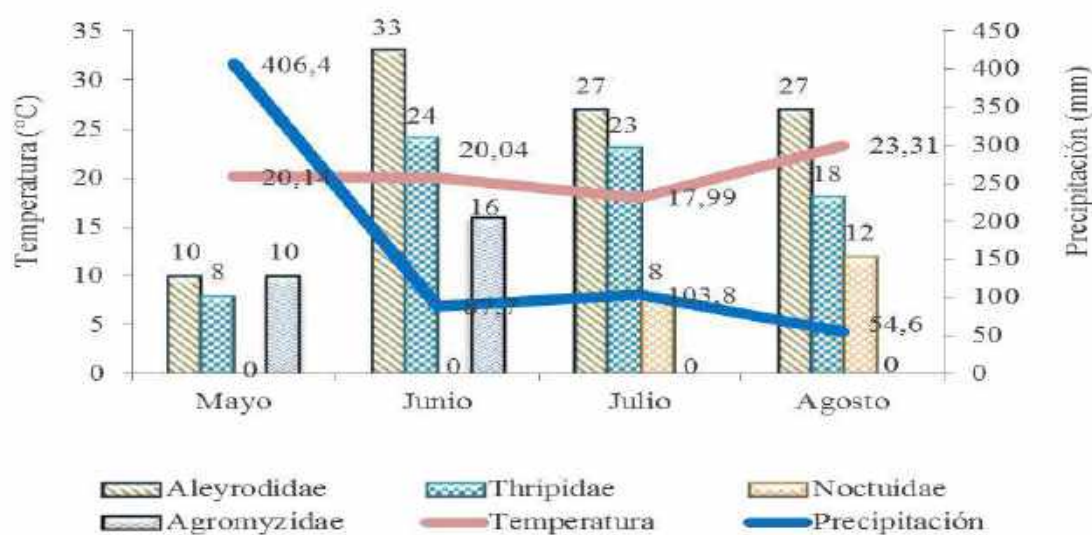


Figura 1. Número total de individuos por familia, en parcela con tratamiento en el cultivo de tomate. Itá, Departamento Central, FCA/UNA, San Lorenzo, Paraguay, 2015.

En la parcela no tratada los insectos plagas ocurrieron en todo el ciclo del cultivo (Figura 2), en la misma se verifica que la familia de mayor ocurrencia nuevamente ha sido Aleyrodidae (Hemiptera), los mismos presentaron una ocurrencia constante en todas las etapas del ciclo del cultivo; el aumento poblacional fue gradual e influenciado por las altas temperaturas, coincidiendo por lo expuesto por Hendi et al. (1987) donde mencionan que el tiempo de desarrollo de la mosca blanca depende principalmente de la temperatura, además

coinciden con Sánchez et al. (1991) quienes mencionan que el desarrollo del insecto y multiplicación es muy amplio situándose entre 16 a 34°C. Durante el estudio se presentaron factores favorables (temperatura de 17 y 20°C, respectivamente) donde fueron observados en todas las etapas del ciclo del cultivo y en todos los estratos de la planta, predominando su aparición en el envés de las hojas.

Las familias Noctuidae y Agromyzidae de los Ordenes Lepidoptera y Diptera respectivamente

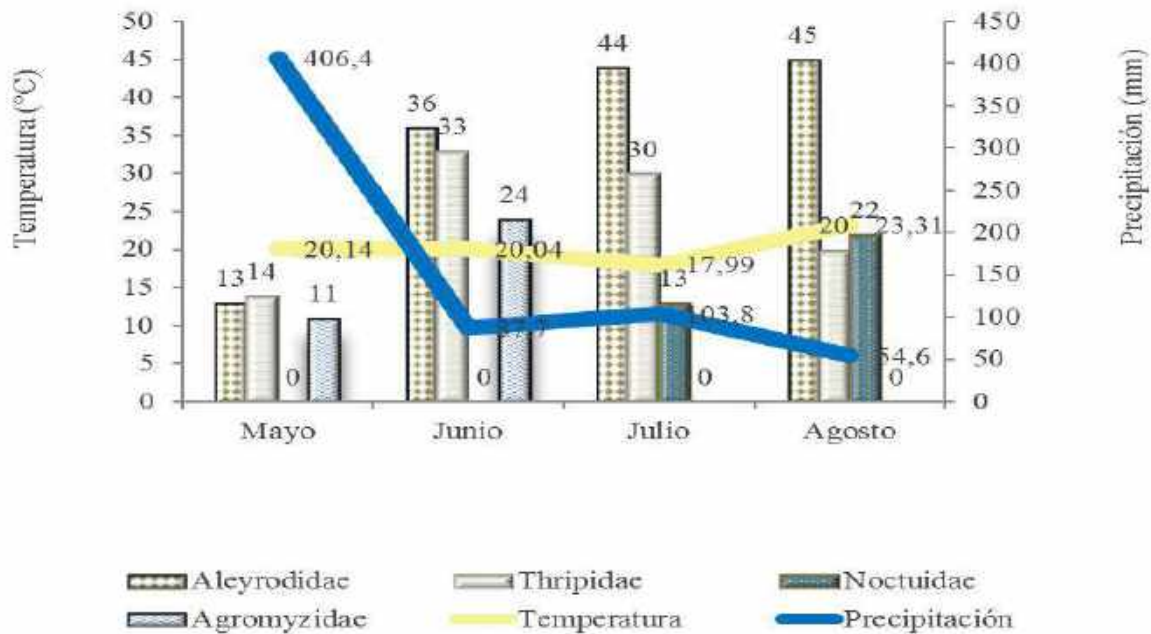


Figura 2. Número total de individuos por familias, en parcelas sin tratamiento en el cultivo de tomate. Itá, Departamento Central, FCA/UNA, San Lorenzo, Paraguay, 2015.

fueron de menor ocurrencia. La familia Thripidae (Thysanoptera) al inicio se presentó su menor ocurrencia, las condiciones ambientales fueron desfavorables registrándose elevada precipitación, luego hubo un aumento de temperatura y las precipitaciones disminuyeron aumentando la población de los insectos. Triplehorn y Johnson (2011), mencionan cuando la temperatura ambiental baja, la temperatura del cuerpo del insecto también disminuye y sus procesos fisiológicos se vuelven más lentos.

La presencia de la familia Noctuidae fue cuando

el promedio de temperatura iba aumentando y los índices de precipitación disminuyeron. Con relación a la familia Agromyzidae fue alta la población a inicios del ciclo del cultivo, coincidiendo con la gran cantidad de lluvia, los individuos de esta familia aparecen con alta humedad ambiental siendo importante este factor para su ocurrencia dentro del cultivo.

Se determinó las medias de los insectos (Tabla 1) comparándose las mismas entre los tratamientos, donde se observa en el T2 (parcela sin tratar) la población de Thripidae mayor con respecto

Tabla 1. Promedio de insectos en parcelas tratada y no tratadas en el cultivo de tomate. Itá, Central, FCA/UNA, 2015.

Familia	Ocurrencia de insectos / Meses							
	Mayo		Junio		Julio		Agosto	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
1. Aleyrodidae	5,0a*	6,5a	8,2a	9,0a	5,4a	8,8 b	9,0 a	15,0 a
2. Thripidae	3,3a	7,0 b	6,0a	8,2a	4,6a	6,0a	6,0 a	6,6 a
3. Noctuidae	----	----	----	----	4,0a	7,6a	4,0 a	7,3 a
4. Agromyzidae	3,3a	3,6a	4,0 a	6,0 b	----	----	----	----

*Medias seguidas de la misma letra en la fila (comparación de un tratamiento con otro en el mismo mes) no difieren estadísticamente entre sí, por el test de student. T1: parcela tratada, T2: parcela no tratada.



a T1 (parcela tratada) en el mes de mayo, estadísticamente existe diferencias significativas, sin embargo entre las demás familias no hubo diferencias significativas.

En el mes de junio se observa que la familia Agromyzidae la población fue mayor en el T2, en las demás familias no se presentaron diferencias significativas. Por otro lado en el mes de julio, la presencia de la familia Aleyrodidae hubo diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T2, los demás tratamientos fueron similares entre sí, en cambio, en el mes de agosto no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Conclusión

En la ocurrencia de insectos plagas en el cultivo de tomate, en parcelas tratada y no tratada se identificaron cuatro familias; Aleyrodidae (Hemiptera), Thripidae (Thysanoptera), Agromyzidae (Diptera) y Noctuidae (Lepidoptera). La familia de mayor ocurrencia es Aleyrodidae.

Referencias bibliográficas

- Castillo, F. 1996. Agrometeorología: ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid, ES, Mundi Prensa. 517 p.
- Clavijo, SA; Fernández, AB; Ramírez, A; Delgado, A; Lathullerie, JM. 1991. Influencia de la temperatura sobre el desarrollo de *Spodoptera frugiperda*. Maracaibo, VE, FA-UCV. 32 p.
- Cisneros, F. 1995. Control de plagas agrícolas (en línea). Consultado 22 mar. 2014. Disponible en http://www.avocadosource.com/books/CisnerosFausto1995/CPA_3_PG_63-77.pdf
- Di Rienzo, J; Casanoves, F; Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2014. Infostat versión 2014 (en línea). Argentina. Consultado 27 de jun. 2015. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
- Gallo, D; Nakano, O; Silveira N, S; Pereira LC, R; Casadel B, G; Berti F, E; Postali P, JR; Zucchi, RB; Alves, SB; Vendramim, JD; Marchini, LC; Spotti L, JR; Omoto, C. 2002. Entomología agrícola. Piracicaba, BR, FEALQ. 917 p.
- Hendi, A; Abdel-Fattah MJ; El-Sayed, A. 1987. Biological study on the whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.). Bull Soc Ent Egypto 65(1184):101-108.
- Molinari, A; Gamundi, J; Perroti, L; Lago, M. 2008. Presencia de trips em cultivos de soja. Santa Fé, AR, INTA, Oliveros. 23 p.
- Sagredo, E; Larraín, H; Ugarte, A; Cereceda, P; Farías, M. 2002. Variación espacio-temporal de la entomofauna de coleópteros en el Oasis de Niebla de Alto Patache y su relación con factores geográficos norte. Revista de Geografía Norte 3(6):121-133.
- Sanchez, MJ; Bolarin, MC; Alarcon, JJ; Torrcillas, A. 1991. Salinity effects on water relations in *Lycopersicon esculentum* and *L. pennellii*. Physiologia Plantarum (83):269-274.
- Triplehorn, CA; Johnson, NF. 2011. Estudio dos insectos. Sao Paulo, BR, Cengagelearning. 809 p.
- Vázquez, L; Fernández, E; Lauzando, J. 2006. Introducción al manejo agroecológico de plagas en la agricultura urbana. La Habana, CU, Universidad Agraria de la Habana (UNAH). p. 959-714.

Análisis faunístico de insectos plagas y benéficos en el cultivo de poroto (*Vigna unguiculata* L.) en la localidad de Choré, departamento de San Pedro

Marcial Adorno^{1*}, Adriana Mereles¹, Gerald Sormanti¹, Rocío Sequeira¹, María Ramírez de López¹, Luis González¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: iverydsjunior@gmail.com

Introducción

El cultivo de poroto (*V. unguiculata* L.) en el departamento de San Pedro, es uno de los rubros que forma parte de la agricultura familiar campesina dedicada en gran medida al autoconsumo y en ciertas ocasiones a la venta del mismo. Esta leguminosa no solo representa una fuente alimenticia; también mejora la fertilidad del suelo con su incorporación como abono verde, asociado o intercalado con otros cultivos, contribuyendo con la fijación atmosférica de nitrógeno gracias a la asociación simbiótica con bacterias del suelo (Jover 2003). Si bien no es un cultivo que requiera muchos cuidados en su mantenimiento; es necesario hacer un monitoreo acerca de la fitosanidad del mismo a fin de evitar posibles perjuicios en la producción. Algunos insectos plagas son vectores de virus y son frecuentes en el cultivo del poroto; como los pulgones, cigarritas y coleópteros que pueden debilitar a las plantas durante todo el ciclo del cultivo (Castillo 2013).

Además del ataque de estos insectos; existen otros de carácter benéfico como los predadores y parasitoides que ayudan a la disminución y control natural de las plagas, los cuales conforman una herramienta alternativa, económica y sin ningún impacto socio-ambiental (Cañedo et al. 2011). Es importante identificar los insectos benéficos de mayor frecuencia en el cultivo de poroto, de manera a implementarlos dentro de un manejo integrado de plagas del cultivo.

El conocimiento de la entomofauna en el poroto resulta fundamental para llevar a cabo estrategias de manejo más eficientes y oportunas, con el fin

de lograr mayores rendimientos al menor costo; por ello instalar sistemas de trampas de manera perimetral en las parcelas del cultivo nos permite, monitorear, detectar, manejar las distintas clases de insectos presentes y conocer la densidad de su población para establecer medidas de control más convenientes de acuerdo a la presencia de los controladores naturales.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la presencia de los insectos plagas y benéficos en el cultivo de poroto, en el campo experimental de Choré, Dpto. de San Pedro.

Metodología

El estudio se realizó en el campo experimental de Choré dependiente del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), Departamento de San Pedro, y en el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), ciudad de San Lorenzo. Durante el ciclo del cultivo del poroto en un área de 135 m², fueron colocadas 4 trampas de agua tipo Moericke a una altura de 15 cm del suelo, distribuidas en los bordes de las parcelas.

Las trampas son de color amarillo, de forma rectangular, perforados en los costados y cubiertos con malla fina para permitir la salida del exceso de agua. Con el fin de mantener conservados los insectos en cada trampa se agregaron una solución compuesta por agua más formaldehído al 0,1%, renovándose luego de cada colecta o en caso que fuese necesario. Las colectas se realizaron semanalmente, donde se procedió a eliminar todo el líquido del recipiente,

luego para la preservación de los insectos fueron colocados en frascos conteniendo alcohol al 70%. La clasificación e identificación por orden se realizó en el laboratorio de Entomología de la (FCA).

Para el análisis de datos fueron calculados por medio del Programa informático de Análisis Faunísticos (ANAFU) desarrollado en el Departamento de Entomología y Acarología de la Escola Superior de Agricultura Luis Queiroz, Universidad San Paulo, Brasil. Los datos meteorológicos fueron proveídos por la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil – DINAC (2016).

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se observa los resultados del análisis faunístico de los insectos plagas y benéficos. Con relación a insectos plagas se constató que el orden Hemiptera fue dominante y los no dominantes fueron Coleoptera y Orthoptera. Por otro lado, entre los insectos benéficos el orden Diptera fue dominante. La abundancia se registró en ambos

órdenes como muy abundante. En el cálculo de frecuencia, entre los insectos plagas, nuevamente el orden Hemiptera fue clasificado como muy frecuente; siendo los órdenes Coleoptera y Orthoptera frecuentes. Dentro de la población benéfica se observó que el orden Diptera fue muy frecuente y los demás frecuente. Al determinar la constancia de los insectos plagas y benéficos fueron constantes.

En ambos órdenes estudiados, el índice de diversidad de Shannon-Weaner y de Margalef arrojaron valores que demuestran una baja biodiversidad. No obstante, para las plagas se registró un índice de Uniformidad cercano al 1, todos los órdenes se encuentran en abundancia igualitaria. En cambio, para los benéficos el mismo índice se aproxima al valor 0, constatando que existe una dispersión variable de los órdenes colectados.

Los datos concuerdan con Nuessly et al. (2004) quienes en un estudio de los insectos asociados a *Vicia faba* durante dos zafra concluyeron que los individuos del orden hemiptera fueron

Tabla 1. Índice faunístico de insectos plagas y benéficos en el cultivo de poroto. Localidad Choré; San Pedro. FCA/ UNA, San Lorenzo, 2017.

Plagas						
Orden	Nº Individuos	Nº Colectas	Domin* (1)	Abundan	Freq	Const
Coleoptera	567	8	ND	ma	F	W
Hemiptera	3.745	8	D	ma	MF	W
Orthoptera	212	8	ND	ma	F	W
Benéficos						
Orden	Nº Individuos	Nº Colectas	Domin* (1)	Abundan	Freq	Const
Diptera	13.404	8	D	ma	MF	W
Hemiptera	36	4	ND	ma	F	W
Coleoptera	121	5	ND	ma	F	W
Hymenoptera	1.509	8	ND	ma	F	W
Neuroptera	6	5	ND	ma	F	W
Dominancia:		Abundancia:		Frecuencia:		Constancia:
D=Dominante		ma=Muy Abundante		MF=Muy Frecuente		W=Constante
ND=No Dominante				F=Frecuente		
Índice de diversidad		(Shannon-Weaner) =H=		0.5601 (Plagas)		0.3912 (Benéficos)
		(Margalef)=ALFA=		0.2376 (Plagas)		0.4158 (Benéficos)
Índice de Uniformidad o Equitabilidad=E=				0.5099 (Plagas)		0.2430 (Benéficos)
*Dominancia:		(1) Método de Sakagami e Larroca				

los de mayor presencia durante todo el ciclo. Abdel y Amro (2004); Leite (2007) y Glaeser et al. (2014) también coinciden al constatar que el orden hemiptera fue dominante en plantaciones de *Vigna unguiculata*.

Los resultados de los benéficos no concuerdan con Abdel y Amro (2004) afirman que el orden coleóptero se presentó como la población dominante entre los predadores naturales en el cultivo de poroto. Cabe destacar que Jiménez et al. (2010) demostraron una mayor presencia de insectos benéficos en comparación con los perjudiciales en cultivos asociados de pepino y poroto. De manera similar, en esta investigación los insectos benéficos superaron en un 30% a las plagas. Durante el levantamiento se pudo registrar una precipitación total 374 mm y una temperatura promedio de 25°C. Es así que, Rodrigues et al. (2009); Silva et al. (2011) y Moraes et al. (2014) confirmaron en ensayos de laboratorio que temperaturas de 25±3°C, es una faja óptima para un desarrollo acelerado de poblaciones del orden hemiptera.

Mientras que Rodrigues et al. (2009) y Silva et al. (2011) constataron que períodos lluviosos de alrededor de 350-450 mm es un factor importante de disminución de la población de insectos fitófagos del orden hemiptera.

Conclusiones

En el cultivo de poroto, insectos del orden Hemiptera son dominantes, muy abundantes, muy frecuentes y constantes. Entre los benéficos representantes del orden Diptera son dominantes, muy abundantes, muy frecuentes y constantes. Los demás órdenes de insectos plagas como benéficos; Coleóptera, Orthoptera, Hymenoptera, Hemiptera y Neuroptera están categorizados como no dominantes de acuerdo al índice faunístico.

Referencias bibliográficas

Abdel-Ghani, H; Amro, S. 2004. Characteristics of patients with hypoplastic thumb: a prospective study of 51 patients with the

results of surgical treatment. *J Pediatr Orthop B* 13(2):127-38.

Cañedo, V; Alfaro, A; Kroschel, J. 2011. Manejo integrado de plagas de insectos en hortalizas: principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa (CIP). 48 p.

Castillo, P. 2013. Plagas del cultivo de frijol caupi. Perú, Universidad Nacional de Tumbes. 36 p.

Cividanes, FJ; Barbosa, JC; Ide, S; Wanderlei, N; Rosa, RI. 2009. Faunistic analysis of Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera) in five agroecosystems in northeastern São Paulo state, Brazil (en línea). *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 44(8):954-958. Consultado 8 feb. 2017. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2009000800023

Dirección Nacional de Aeronáutica Civil. 2016. Observaciones para los últimos 365 días (en línea). Consultado 12 feb. 2017. Disponible en http://www.meteorologia.gov.py/emas/ch_ore/u365d.htm

Fernandes, IV; Cividanes, FJ; Ide, S; Queiroz, G. 2012. Diversity and habitat preferences of Carabidae and Staphylinidae (Coleoptera) in two agroecosystems (en línea). *Campinas* 71(4):471-480. Consultado 8 feb. 2017. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052012000400004

Glaeser, DF; Oliveira, HN; Correia, IVT; Santos, SA; Rodas, PL; Concenco, G. 2014. Ocorrência e diversidade de insetos em uma área cultivada com feijão-Caupi: impacto da aplicação de herbicidas (en línea). *Cadernos de Agroecologia* 9(4):1-12. Consultado 8 feb. 2017. Disponible en <http://www.abagroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/16471>

Jiménez, E; Sandino, V; García, K; Angulo, L. 2010. Efecto de cultivos en asocio pepino (*Cucumis sativus* L.), pipian (*Cucúrbita pepo* L.) y frijol de vara (*Vigna unguiculata* L. Walp), en la ocurrencia poblacional de insectos



- plagas, benéficos y el rendimiento en Tisma, Masaya (en línea). *La Calera* 10(14):13-24. Consultado 8 feb. 2017. Disponible en <http://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/view/23>
- Jover, P. 2003. Tecnología de producción y manejo poroto Caupi. Colonia Benítez, Chaco, Argentina, INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 32 p.
- Justiniano, W; Fernandes, MG; Pereira, CLT. 2014. Diversity, composition and population dynamics of arthropods in the genetically modified soybeans roundup ready RR1 (GT 40-3-2) and intacta RR2 PRO (MON87701 x MON89788) (en línea). *Journal of Agricultural Science* 6(2):33-44. Consultado 8 feb. 2017. Disponible en <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/31812>
- Leite, JG. 2007. Comportamento de genótipos de feijão-de-corda sob infestação de pragas (en línea). M Sc Tesis. Fortaleza, BR, Universidad Federal do Ceará. Consultado 8 feb. 2017. Disponible en <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/4800>
- Mohamed, A; Amor, RM. 2004. Incidence of certain arthropod pests and predators inhabiting cowpea, with special reference to the varietal resistance of selected cultivars to *Bemisia tabaci* (gen.) and *Tetranychus urticae* Koch (en línea). *Ass Univ Bull Environ Res* 7(1):31-39. Consultado 8 feb. 2017. Disponible en http://www.aun.edu.eg/env_enc/env%20mar/31-38.PDF
- Moraes, B; Barreiros, E; Miranda, J; Silva, D da; Mello, W de; Maia, S. 2014. Impactos das mudanças climáticas na ecoclimatologia de *Aleurocanthus woglumi* ashby, 1903 (hemiptera: aleyrodidae) no estado do Pará (en línea). *Revista Brasileira de Meteorologia* 29(1):77-84. Consultado 30 abr. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v29n1/a08v29n1.pdf>
- Nuessly, GS; Hentz, MG; Beiriger, R; Scully, BT. 2004. Insects associated with faba bean, *Vicia faba* (Fabales: fabaceae), in southern Florida (en línea). *Florida Entomologist* 87(2):204-211. Consultado 8 feb. 2017. Disponible en <https://www.jstor.org/stable/3496926>
- Rodrigues, F; Santos, R; Tadeu, A; Gusmao, J; Goncalves, K; Costa, A. 2009. Dinâmica populacional damosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* ashby (hemiptera: aleyrodidae) em *citrus* spp: no município de são luís – ma (en línea). *Rev Bras Frutic* 31 (4):1016-1021. Consultado 30 abr. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v31n4/v31n4a14.pdf>
- Silva, A; Boica, A; Farias, P. 2011. Influência da temperatura e precipitação na infestação de mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi*) em plantio de citros (en línea). *Nucleus* 8(1):385-392. Consultado 30 abr. 2016. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4039613>

Entomofauna asociada al cultivo de soja (*Glycine max*) en el Departamento de Itapúa

Marilia Araceli Salinas González^{1*} y Claudia Carolina Cabral Antúnez¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: arasalgon@gmail.com

Introducción

El cultivo de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) en el Paraguay es uno de los rubros agrícolas más importantes, actualmente es el cuarto exportador y el sexto productor mundial de esta oleaginosa (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura–IICA 2014). El Departamento de Itapúa es una zona mayoritariamente rural, ocupando el segundo lugar en la producción nacional, con una superficie cultivada de 632.263 ha en la campaña 2014/2015 y con un rendimiento estimado de 2.024 kg ha⁻¹ (Cubilla 2015).

El cultivo de soja es atacado por una gran diversidad de especies de diferentes órdenes durante su desarrollo; la frecuencia de aparición en diferentes zonas puede presentar variaciones a consecuencia de la interacción con la entomofauna asociada al cultivo (Chiaradia et al. 2010). El uso inadecuado de insecticidas ha generado poblaciones resistentes y la aparición de nuevas plagas, a consecuencia principalmente del uso de manera prolongada de productos con el mismo mecanismo de acción y el uso de productos no selectivos, que afectan a enemigos naturales como predadores, parasitoides y entomopatógenos (Soria 2011). Para establecer estrategias adecuadas de control, es necesario tener conocimiento sobre la dinámica poblacional, de manera a utilizar racionalmente los insecticidas teniendo en cuenta el nivel de daño económico.

De esta forma considerando la ausencia de datos con relación a las especies presentes en el cultivo de soja en el Departamento de Itapúa el presente trabajo tiene como objetivo general

evaluar la entomofauna asociada al cultivo de soja colectado por el método de paño de batida, y como objetivos específicos identificar las especies presentes en el cultivo de soja, categorizar las especies en plagas y enemigos naturales; determinar índices faunísticos (constancia, frecuencia y dominancia).

Metodología

El trabajo fue ejecutado en 22 fincas de productores de soja, ubicados en 18 distritos (Alto Verá, Artigas, Bella Vista, Capitán Miranda, Capitán Meza, Carmen del Paraná, Edelira, Fram, Hohenau, Itapúa Poty, Jesús, La Paz, , María Auxiliadora, Natalio, Obligado, Pirapó, San Pedro del Paraná, Yataty) del Departamentos de Itapúa. El periodo del muestro se extendió desde los meses de diciembre de 2015 a febrero de 2016. Fueron utilizados cultivos de soja con 8 días libres de aplicación de insecticida de la primera zafra, de diferentes genotipos, y con diferentes manejos de modo a garantizar la representatividad.

Se realizaron en total treinta puntos de muestreo en cada finca, con tres filas de diez puntos. Cada punto de muestreo distanciado a 20 metros. Para el muestreo fue utilizado el paño de batida que consiste en un tejido blanco de 1,0 m de largo por 1,0 m de ancho con los bordes insertos en cabo de madera (Corrêa-Ferreira 2013). El paño de batida, fue colocado desde la base de una hilera de soja y la otra hilera, las plantas fueron golpeadas vigorosamente sobre el paño, de modo a que los insectos presentes sean depositados en el paño (Panizzi y Corrêa-Ferreira 1978).

Los insectos colectados en cada finca fueron

identificados en el lugar, los insectos no identificados fueron colocados en tubos falcon de 50 mL y llevados al Laboratorio de Entomología de la FCA, para la identificación se utilizó el material bibliográfico de entomología agrícola de Gallo et al. (2002) y el manual de identificación de insectos y otros invertebrados del cultivo de soja Sosa-Gómez et al. (2014). Para la identificación de género y especie de los individuos de la subfamilia Plusiinae, fueron observadas las mandíbulas y espirinete de las larvas (Ángulo et al. 2006) con ayuda de un estereoscopio. El número de insectos plagas y enemigos naturales presentes en las fincas de productores del cultivo de soja de la primera zafra fueron identificadas y cuantificadas en el lugar.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis faunísticos de constancia, frecuencia y dominancia para la cual fue utilizado el programa

ANAFU desarrollado por el Departamento de Entomología de la Escuela Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidad de San Pablo (Moraes et al. 2003).

Resultados y discusión

Fueron colectados en total 4.768 insectos, 4.088 correspondiente a especies fitófagas, pueden ser observados en la Tabla 1, destacándose, en número las especies pertenecientes al orden Lepidoptera (1.485), Hemiptera (921) y Coleoptera (661). Fueron colectados 680 enemigos naturales (Tabla 2), predominando *Lebia* sp., *Podisus* sp. y arañas. El número de insectos fitófagos y de enemigos naturales colectados demuestra la existencia de un nivel medio de control biológico.

Dentro de las orugas defoliadores se destacan las especies de *Anticarsia gemmatalis* y *Chrysodeixis includens* representando el 52%

Tabla 1. Insectos fitófagos colectados en el Departamento de Itapúa, en la zafra 2015/2016, utilizando el método de paño de batida.

Espécie/Familia/Orden	Nº Individuos	Nº Coletas	Domin	Abund	Freq	Const
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	397	14	D D	ma	MF	W
<i>Chrysodeixis includens</i>	388	20	D D	ma	MF	W
<i>Rachiplusia nu</i>	55	9	D ND	d	PF	Y
<i>Helicoverpa</i> sp.	2	2	ND ND	r	PF	Z
<i>Spodoptera</i> sp.	61	13	D ND	c	F	W
<i>Omioides indicata</i>	582	11	D D	ma	MF	W
<i>Nezara viridula</i>	69	8	D ND	c	F	Y
<i>Euschistus heros</i>	600	19	D D	ma	MF	W
<i>Piezodorus guildinii</i>	11	6	D ND	r	PF	Y
<i>Dichelops</i> sp.	154	18	D D	c	F	W
<i>Edessa meditabunda</i>	53	12	D ND	d	PF	W
<i>Neomegalotomus</i> sp.	34	7	D ND	d	PF	Y
<i>Diabrotica speciosa</i>	586	20	D D	ma	MF	W
<i>Cerotoma</i> sp.	24	5	D ND	r	PF	Z
<i>Lagria villosa</i>	39	12	D ND	d	PF	W
<i>Promecops</i> sp.	3	3	ND ND	r	PF	Z
Elateridae	9	4	D ND	r	PF	Z
Cercopidae	4	2	ND ND	r	PF	Z
Pulmonata	155	10	D D	c	F	Y

Frecuencia: (PF)= poco frecuente, (F)=frecuente, (MF)=muy frecuente. Constancia: constante (W) – más del 50% de las colectas, accesoria (Y) – entre 25 a 50% de las colectas, accidental (Z) – menos del 25% de las colectas. Dominancia: (ND)=no dominante, (D)=dominante. Abundancia: (r)=raro, (d)=disperso, (c)=común, (ma)=muy abundante, (sa)=super abundante

Tabla 2. Enemigos naturales colectados en el Departamento de Itapúa, en la zafra 2015/2016, utilizando el método de paño de batida.

Espécie/Familia/Orden	Nº Individuos	Nº Coletas	Domin		Abund	Freq	Const
<i>Lebia concinna</i>	250	14	SD	SD	sa	SF	W
<i>Geocoris</i> sp.	16	5	D	D	ma	MF	Z
<i>Zelus</i> sp.	58	3	SD	SD	sa	SF	Z
<i>Podisus</i> sp.	7	3	D	ND	c	F	Z
<i>Cicloneda sanguinea</i>	2	2	ND	ND	d	PF	Z
<i>Mantodea</i>	1	1	ND	ND	d	PF	Z
Arenae	122	14	SD	SD	sa	SF	W
Formicidae	2	1	ND	ND	d	PF	Z
Hymenoptera	1	1	ND	ND	d	PF	Z
Otros	20	4	D	D	ma	MF	Z

Frecuencia: (PF)= poco frecuente, (F)=frecuente, (MF)=muy frecuente. Constancia: constante (W) – más del 50% de las coletas, accesoria (Y) – entre 25 a 50% de las coletas, accidental (Z) – menos del 25% de las coletas. Dominancia: (ND)=no dominante, (D)=dominante. Abundancia: (r)=raro, (d)=disperso, (c)=común, (ma)=muy abundante, (sa)=super abundante

de las orugas colectadas. Estos resultados son similares a los obtenidos por Saluso (2013), quien registró niveles poblacionales muy elevados de *A. gemmatilis* tanto en estados vegetativos como reproductivos, sin embargo, no constató la presencia de *Chrysodeixis includens* y Chiaradia et al. (2010), quienes registraron un predominio del 82,74% de *A. gemmatilis* sobre demás lepidópteras fitófagas.

El insecto plaga *Omiodes indicata* representa el 39% de las orugas colectadas en el estado reproductivo del cultivo. Biswas y Rabiul (2012), mencionan que la mayor población de esta oruga se registró en la etapa de formación de vainas.

La especie de *Euchistus heros* representa el 65% de las chinches fitófagas colectadas, estos resultados difieren con los de Chiaradia et al. (2010), quienes mencionan a *Nezara viridula* y *Piezodorus guildinii* como plagas claves del cultivo, representando 73,84% de las chinches fitófagas.

Entre los coleópteros defoliadores fueron colectados 610 crisomelidos, incluyendo 586 de *Diabrotica speciosa*. Hoffmann-Campo et al. (2000), mencionan a este crisomélido como una plaga secundaria del cultivo, al igual que Chiaradia et al. (2010), quienes mencionan que

la infestación de este coleóptero se presenta sobre todo en la fase vegetativa e inicio de la fase reproductiva.

En cuanto a los enemigos naturales, fue verificada solamente la presencia de predadores, siendo las arañas y *Lebia* sp. las más abundantes, estos resultados son similares a los obtenidos por Didonet et al. (2003), quienes mencionaron que las arañas en el cultivo de soja, fueron los primeros individuos en presentarse en el cultivo, persistiendo hasta el final del ciclo del cultivo. En cuanto a *Lebia* sp. presentó mayor número de individuos colectados en el periodo reproductivo.

Conclusión

Se colectaron en total 4.768 especies, de las cuales 4.088 corresponden a especies fitófagas y 680 a enemigos naturales.

Anticarsia gemmatilis, *Chrysodeixis includens* y *Omiodes indicata* son las especies más abundantes entre las orugas defoliadoras,

Euchistus heros es la chinche más abundante representando el 65% de las chinches fitófagas.

Diabrotica speciosa es el crisomélido más abundante.

Las arañas y *Lebia* sp. son los enemigos naturales más abundantes.

Referencias bibliográficas

- Ângulo, AO; Olivares, TS; Weigert, G. 2006. Estados inmaduros de lepidópteros noctuidos de importancia económica agrícola y forestal en Chile (Lepidoptera: Noctuidae). Concepción, CH, Ciclo Veinituno. 154 p.
- Biswas, GC; Rabiul, I. 2012. Infestation and management of the leaf roller (*Lamprosema indicata* Fab.) in soybean (*Glycine max* L.). Bangladesh Journal of Agricultural Research 37(1):19-25.
- Chiaradia, LA; Rebonatto, A; Smaniotto, MA; Davila, MR; Nesi, C. 2010. Artropodofauna asociada às lavouras de soja. Revista de Ciências Agroveterinárias 10(1):29-36.
- Corrêa-Ferreira, BS. 2013. Amostragem de pragas da soja (en línea). In Hoffmann-Campo, CB; Corrêa-Ferreira, BS; Moscardi, F. Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasil, EMBRAPA. 860 p. Consultado 8 ago. 2015. Disponible en <http://www.farrapo.com.br/noticia/2/3795/Obra-reune-avancos-tecnicos-em-manejo-de-pragas-na-soja.html>
- Cubilla, LE. 2015. Estimación de producción y productividad de la soja campaña 2014-2015. Asunción, PY, CAPECO. 26 p.
- Didonet, J; Sarmento, RA; Aguiar, RW; Dos Santos, GR; Erasmo, EA. 2003. Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 69:50-57.
- Gallo, D; Nakano, O; Silveira Neto, S; Carvalho, RPL; Batista, GC; Berti filho, E; Parra, JRP; Zucchi, RA; Alves, SB; Vendramin, JD; Marchini, LC; Lopes, JRS; Omoto, C. 2002. Entomologia agrícola. Piracicaba, BR, FEALQ. 920 p.
- Hoffmann-Campo, CB; Moscardi, F; Corrêa-Ferreira, BS; Oliveira, LJ; Panizzi, AR; Corso, IC; Gazzoni, DL; Oliveira, EB. 2000. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. Londrina, BR, EMBRAPA. 70 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, PY). 2014. Estrategia del IICA en Paraguay 2014-2018. Asunción, Py. 45 p.
- Moraes, RCB; Haddad, ML; Silveira Neto, S; Reyes, AEL. 2003. Software para análise faunística. In Simpósio de controle biológico. San Pedro, BR. 195 p. (Resumen).
- Panizzi, AR; Corrêa-Ferreira, BS. 1978. Comparação de dois métodos de amostragem de artrópodos em soja. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 7:60-66.
- Saluso, A. 2013. Elevados niveles de abundancia de la oruga de las leguminosas en lotes de soja. Entre Ríos, AR, INTA. 3 p.
- Soria, M; Degrande, PE. 2011. Artropodofauna asociada a palhada em plantio direto. Revista Brasileira de Milho e Sorgo 10(2):96-107.
- Sosa-Gómez, RD; Corrêa-Ferreira, BS; Hoffmann-Campo, CB; Corso, CI; Oliveira, LJ; Moscardi, F; Panizzi, AR; Bueno, A; Hirose, S; Roggia, S. 2014. Manual de identificación de insectos y otros invertebrados para el cultivo de soja. 3 ed. Londrina, BR, EMBRAPA, 100 p.

Nivel de consumo y control de larvas del 5º instar de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas con soja Bt y convencional en condiciones de laboratorio

Verónica I. Sosa^{1*}, Karina Jara¹, Edilia Ramirez¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sede Hohenau, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Campus Itapúa. Hohenau, Paraguay.

*Autor para correspondencia: vero_sosa90@hotmail.com

Introducción

Helicoverpa armigera (Hübner 1809) es una de las principales plagas tanto de cultivos extensivos como de los cultivos hortícolas en diferentes partes del mundo (Fitt 1989). Esto se debe en parte a la amplia gama de hospederos; su preferencia de alimentación en la etapa reproductiva de las plantas; su alta fecundidad, movilidad y su capacidad para entrar en diapausa facultativa y por lo tanto adaptarse a diferentes climas (Cleary et al. 2006), debido a su ataque se estiman perjuicios anuales de US\$ 5 billones (Lammers y MacLeod 2007). El control de esta oruga en casi todos los sistemas de cultivo en el mundo es realizado, básicamente, por aplicaciones de insecticidas químicos (Martin et al. 2002; Saber et al. 2013) citados por Dos Santos (2016).

Así, esta especie plaga ha sufrido una fuerte presión de selección y se han seleccionado poblaciones resistentes a los insecticidas de los principales grupos químicos, documentados en Australia, Asia, África y diversos países (McCaffery 1998), demostrando la necesidad del desenvolvimiento y de utilización de nuevas técnicas de control para auxiliar en el manejo integrado de plagas. Dos Santos (2016) destaca que en este contexto, las especies de plantas transgénicas resistentes a insectos, son herramientas importantes a ser utilizadas en las estrategias de control. *Bacillus thuringiensis* es una bacteria presente en el suelo, gram-positiva, entomopatógena y puede mantenerse en latencia en forma de endosporas. Durante la fase de esporulación, las bacterias sintetizan proteínas

que se acumulan en la periferia de los esporos en la forma de cristales en uno de los polos de la célula (Bobrowski et al. 2003).

El objetivo de este trabajo fue determinar el nivel de consumo y control de *H. armigera* (L5) sobre hojas y vainas de soja convencional y transgénica en condiciones de laboratorio.

Metodología

El experimento fue realizado en el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Hohenau, Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción” Campus Universitario de Itapúa, durante el periodo de agosto de 2016. Fueron evaluadas dos variedades de soja, una convencional (Nidera 5909 RG) y otra con tecnología Intacta (Nidera 7709 IPRO); de cada una de las variedades se evaluaron 10 plantas, las que fueron sembradas en macetas y mantenidas en invernaderos durante el proceso de su desarrollo, realizándose todos los cuidados culturales necesarios, evitando siempre el control químico con insecticidas y tratamiento de semillas.

Al ser detectado un porcentaje superior al 50 % de plantas en estado R4 se trasladaron a las mismas al laboratorio para dar inicio al bioensayo, para lo cual se tomó al azar a 20 orugas del 5º instar (L5) provenientes de la cría de laboratorio, y se las colocó a cada una en las plantas de cada variedad, dispuestas en jaulas individuales para evitar la migración de las orugas; el estudio se realizó a temperatura de 25±1°C y humedad relativa del 60-70%. Las orugas fueron sometidas

a libre elección de alimentos (vainas y hojas) en una misma planta, la evaluación fue realizada a diario una vez liberada a las orugas, donde se tuvo como base el estado biológico de las orugas (vivas o muertas) y el nivel de consumo, que fue clasificado en bajo (1), medio (2) y alto (3) según la escala diagramática de daño por orugas defoliadoras en soja de Boito et al. 2012. En cuanto a los daños en vainas fue considerado daño bajo (1) al raspado, medio (2) una perforación y alto (3) más de una perforación. El diseño empleado fue completamente al azar y los datos fueron analizados con el programa Infostat 2008, obteniéndose los resultados mediante los

modelos lineales generalizados y mixtos, una vez obtenida diferencias estadísticas significativas se realizó la comparación de medias a través del test LSD Fisher.

Resultados y discusión

Hay diferencias significativas en cuanto al consumo de las hojas y vainas en las variedades evaluadas, siendo la variedad convencional (Nidera 5909 RG) las más afectadas, en cambio en la variedad intacta (Nidera 7709 IPRO) el consumo fue muy bajo tanto en vainas como en hojas (Figura 1).

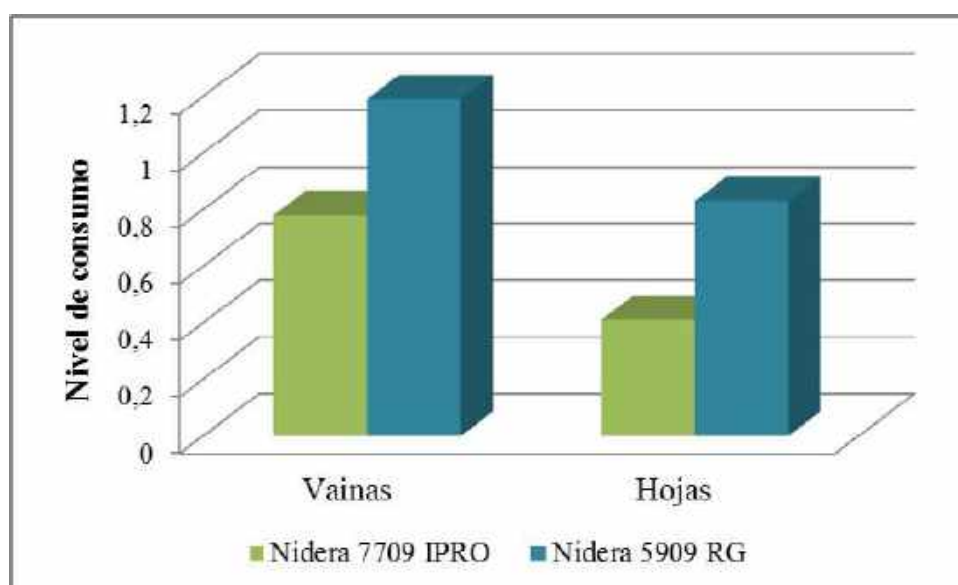


Figura 1. Nivel de consumo de *H. armigera* (L5) sobre plantas de soja convencional e intacta. Temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, HR 60-70% y fotoperiodo 12:12 (L: O). FCA - UCA, Hohenau – Paraguay, 2016.

Por otro lado se pudo constatar que hay diferencias significativas en el consumo entre soja convencional y transgénica con el transcurrir de los días, donde el consumo sobre vainas en la variedad convencional fue mayor en el día 1 clasificado en consumo medio, manteniéndose este nivel de consumo entre los días 2, 3 y 5; en la variedad transgénica también se observó consumo medio en vainas en los días 2 y 3.

A partir del día 8 las orugas alimentadas con la variedad transgénica disminuyeron su consumo sin causar daño en las vainas (Figura 2) pero si

se observa un consumo bajo en hojas (Figura 3) muriendo entre los días 9 y 10.

En cambio las orugas alimentadas con soja convencional fueron disminuyendo su consumo por ingresar al estadio de prepupa en los días 7 y 8 pasando al estadio de pupa en los días 9 y 10 (Figura 2).

Según los resultados del análisis estadístico se observaron diferencias significativas en el consumo entre soja convencional y transgénica en el transcurso de los días, donde el consumo

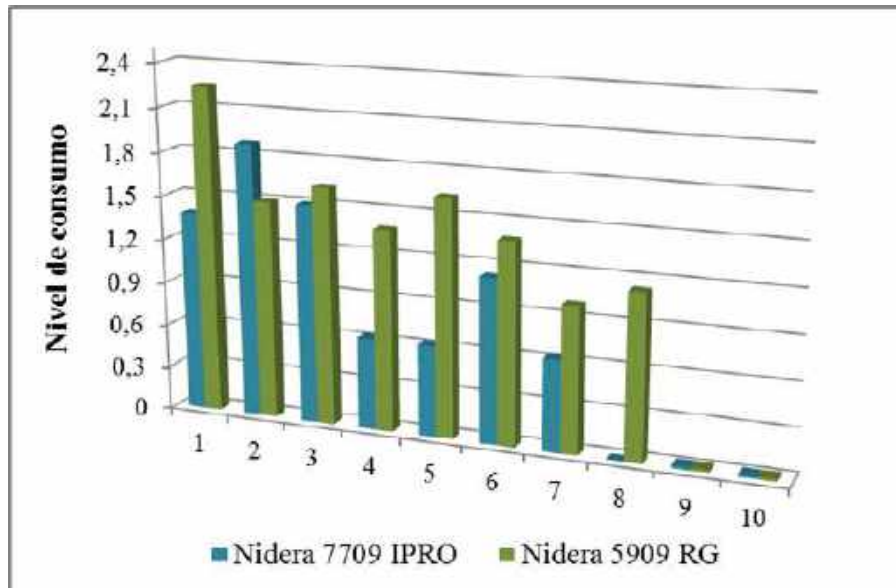


Figura 2. Nivel de consumo y control de *H. armigera* (L5) sobre vainas de soja convencional e intacta. Temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, HR 60-70% y fotoperiodo 12:12 (L: O). FCA-UCA, Hohenau – Paraguay, 2016.

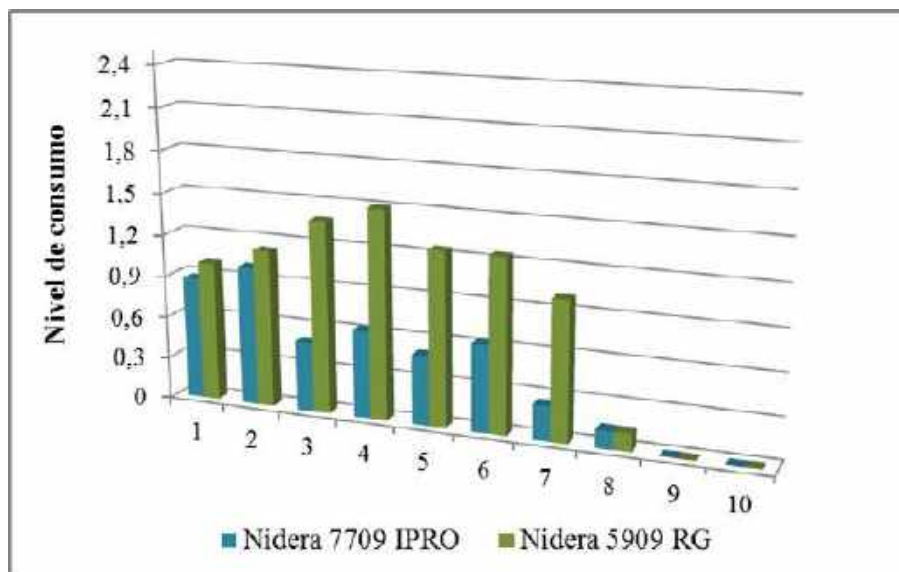


Figura 3. Nivel de consumo y control de *H. armigera* en hojas de soja convencional y transgénica. Temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, HR 60-70% y fotoperiodo 12:12 (L: O). FCA-UCA, Hohenau – Paraguay, 2016.

sobre hojas en la variedad convencional fue bajo en los primeros días, aumentando a medio en los días 3 y 4; disminuyendo su consumo en los días 7 y 8 por ingresar al estadio de prepupa y en los días 9 y 10 mudaron al estado de pupa.

El consumo sobre hojas de soja transgénica fue bajo durante los días evaluados disminuyendo aún más entre los días 9 y 10 debido a la muerte

causada por el *Bacillus thuringiensis* (Figura 3).

Las plantas genéticamente modificadas, que expresan las proteínas insecticidas Cry, un grupo de endotoxinas producidas por la bacteria *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt) que tiene toxicidad específica para insectos, capaz de solubilizar cristales proteicos en el intestino medio del insecto, llevando al mismo a la



parálisis y a la muerte del insecto plaga (Bravo et al. 2007; Fluza 2009; Knowles 1994) citados por Dos Santos (2016). Las orugas de *H. armigera* fueron controladas con la tecnología Bt en soja observándose los siguientes síntomas: disminución en el consumo y una vez muertas se observó un exudado y flacidez de su cuerpo.

Conclusión

El nivel de consumo de orugas de *H. armigera* en estadio L5 fue clasificado en medio tanto en vainas como en hojas de la variedad convencional; en la variedad transgénica, el consumo fue medio en vainas y bajo en hojas; la tecnología Bt demostró una eficacia del 100 % en el control de las orugas a partir del día 9.

Referencias bibliográficas

- Bobrowski, VL; Fiuza, LM; Pasquali, G; Bodanese-Zanettini, MH. 2003. Genes de *Bacillus thuringiensis*: una estrategia para conferir resistencia a insectos en plantas. *Ciência Rural* 34(1):843-844.
- Cleary, AJ; Cribb, BW; Murray, DAH. 2006. *Helicoverpa armigera* (Hübner): can wheat stubble protect cotton from attack. *Australian Journal of Entomology* 45:10-15.
- Fitt, GP. 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annual Review of Entomology* 34(1):17-52.
- Dos Santos, VB. 2016. Parâmetros biológicos e eficiência de soja bt no controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) (en línea). Bom Jesus, PI. Consultado 13 feb. 2017. Disponible en <http://repositorio.ufpi.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/360/Disserta%C3%A7%C3%A3o.Vilmar.Final..pdf?sequence=1>
- Lammers, JW; Macleod, A. 2007. Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (en línea). Sand Hutton, York. Consultado 13 feb. 2017. Disponible en <https://secure.fera.defra.gov.uk/phiw/riskRegister/downloadExternalPra.cfm?id=3879>
- Mccaffery, AR. 1998. Resistance to insecticides in Heliiothine Lepidoptera. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 353(1376):1735-1750.

Enemigos naturales del cultivo de la soja (*Glycine max* (L.) Merrill) en el departamento de Alto Paraná

Angélica María Zárate Núñez^{1*} y Claudia Carolina Cabral Antúnez¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: angelicazanu@gmail.com

Introducción

La producción de la soja es influenciada por factores abióticos y bióticos que afectan su normal desarrollo fenológico. El daño causado por plagas, principalmente insectos, que logran alcanzar poblaciones que influyen negativamente en el rendimiento y en la calidad de los granos producidos, ubica a la soja como el cultivo que requiere más insecticidas para su protección dentro de las oleaginosas (Ramírez y Gómez 2010). Para el control racional de insectos-plagas se necesita de métodos más eficientes que puedan sustituir los métodos tradicionales de control, los cuales consisten en el control inmediato de la plaga con la utilización de productos químicos, sin que haya un monitoreamiento del cultivo.

En este contexto el conocimiento de las especies que son consideradas plagas claves y de sus enemigos naturales, como también las fluctuaciones poblacionales son parámetros de gran importancia en la adopción de manejo integrado de plagas (Didonet et al. 2003). El control biológico natural es una alternativa para la disminución en el uso de insecticidas para el control de plagas (Cividanes et al. 2002). La presencia de enemigos naturales en el cultivo de soja es bastante frecuente, el conocimiento de su comportamiento y ocurrencia son importante para el establecimiento de manejo integrado de plagas en el cultivo (Belorte et al. 2004).

El objetivo de este trabajo fue determinar los enemigos naturales del cultivo de la soja en el departamento de Alto Paraná, para lo cual se efectuaron levantamientos poblacionales en diferentes fases fenológicas del cultivo, se identificaron y cuantificaron las especies de

enemigos naturales y se determinó la ocurrencia poblacional de los mismos.

Metodología

El trabajo se llevó a cabo en 38 fincas de productores de soja, ubicados en el Departamento de Alto Paraná, Región Oriental de la República del Paraguay. Con una temperatura media anual de 23°C y promedio anual de precipitaciones de 1990 mm aproximadamente (Dirección general de estadística, encuestas y censo- DGEEC 2002). El periodo del muestreo fue entre los meses de noviembre 2014 a enero 2015. Fueron utilizados cultivos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) de diferentes genotipos con diferentes tipos de manejo del cultivo para garantizar representatividad.

La colecta de insectos se realizó con paño de batida que consiste en un tejido blanco de 1,0 m de largo por 1,0 m de ancho con los bordes insertos en cabo de madera. El método de batida fue el vertical, el paño fue colocado entre las hileras de soja, las plantas fueron golpeadas sobre el paño, de modo a que los insectos presentes fueron depositados en el mismo, se repitió la acción para completar un metro cuadrado. La colecta se efectuó en 30 puntos dentro de las fincas, a una distancia de 20 m entre los puntos de muestreo. Los insectos colectados en cada finca fueron identificados en el lugar, y si no fuera posible estos fueron colocados en recipientes y llevados al Laboratorio de Entomología de la FCA, para la identificación.

Las variables evaluadas fueron el número de enemigos naturales presentes en finca de productores del cultivo de la soja, colectadas

de las zonas productivas del departamento, e identificadas mediante lupa a campo y estereoscopio en laboratorio. Los datos fueron registrados en planillas con fecha, lugar, estado fenológico del cultivo, especies plagas y número de especies.

El estudio de la ocurrencia poblacional fue basado en el total de enemigos naturales en el departamento distribuidos en tres zonas. Fueron estimados los parámetros de dominancia mediante el método de Sakagami y Larroca (1967) y abundancia, frecuencia, constancia según Moraes et al. (2003). Los índices fueron calculados por medio del programa informático de Análisis faunísticos (ANAFU) desarrollado en el Departamento de Entomología, Fitopatología y Zoología de la Escola Superior de Agricultura Luis Queiroz, Universidad de San Pablo (Moraes et al. 2003).

La frecuencia es el porcentaje de individuos de una especie en relación al total de individuos (Moraes et al. 2003). La escala utilizada fue:

- Súper frecuente (SF): frecuencia mayor que el límite superior del IC a 1%
- Muy frecuente (MF): frecuencia mayor que el límite superior del IC a 5%
- Frecuente (F): frecuencia situada dentro del IC a 5%
- Poco frecuente (PF): frecuencia menor que el límite inferior del IC a 5%

Según Sakagami y Larroca (1967) la dominancia es la acción ejercida por los individuos dominantes de una comunidad:

- Súper dominante (SD): número de individuos mayor que el límite superior del IC a 5%
- Dominantes (D): número de individuos situado dentro del IC a 5%
- No dominante (ND): número de individuos menor que el límite inferior del IC a 5%

Moraes et al. (2003) mencionan que la abundancia se refiere al número de individuos por unidad de superficie en volumen y varía en el tiempo y espacio:

- Súper abundante (sa): número de individuos mayor que el límite superior del IC a 1%

-Muy abundante (ma): número de individuos situado entre el límite superiores del IC a 5% y a 1%

- Común (c): número de individuos situado dentro del IC a 1%
- Dispersa (d): número de individuos situado entre los límites inferiores del IC a 5% y a 1%
- Rara (r): número de individuos de menor que el límite inferior del IC a 1%

Según Moraes et al. (2003) la constancia es el porcentaje de especie presente en la colecta efectuada:

- Constante (W): presente en más de 50% de las colectas
- Accesorio (Y): presente entre 25 y 50% de las colectas
- Accidental (Z): especie presente en menor de 25% de las colectas

Resultados y discusión

En los 38 ambientes, fueron colectados un total de 689 individuos de enemigos naturales en cultivos de soja en el departamento de Alto Paraná, de los cuales 619 individuos corresponden a predadores y 70 individuos de parasitoides. Durante los levantamientos fueron colectados individuos de los órdenes Coleoptera; familias Carabidae (*Lebia concinna*) y Coccinellidae (especie sin identificar); Hemiptera; familias Lygaeidae (*Geocoris* sp.), Reduviidae (*Zelus* sp.) y Nabidae (*Nabis* sp.), Pentatomidae (*Podisus* sp.); Dermaptera: familia Forficulidae (*Doru* sp.); Mantodea: familia Mantidae (especie no identificada); Hymenoptera; familia Encyrtidae; Díptera; familia Tachinidae; y arácnidos. Estos resultados son similares al trabajo realizado por Lezcano (2009) en el distrito de Yguazú, observando las especies *Geocoris* sp. y *Nabis* sp., así también trabajos realizados en Brasil por Chiaradia et al. (2011) y Didonet et al. (2003), quienes observaron estas especies en cultivos de soja.

En la Tabla 1 se observa los resultados del análisis faunístico de los enemigos naturales colectados. Entre los coleópteros depredadores, *Lebia concinna*, con 262 individuos colectados, fue súper dominante, abundante, frecuente y

Tabla 1. Análisis faunístico de los enemigos naturales colectados en el Departamento de Alto Paraná. FCA/UNA, San Lorenzo, Paraguay. 2015.

Enemigos Naturales	Dominancia	Abundancia	Frecuencia	Constancia
<i>Lebia concinna</i>	SD	sa	SF	W
<i>Geocoris</i> sp.	SD	sa	SF	Y
Arácnidos	SD	sa	SF	W
<i>Doru</i> sp.	ND	c	F	Z
<i>Zelus</i> sp.	D	ma	MF	Y
<i>Nabis</i> sp.	ND	c	F	Y
Coccinellidae	ND	c	F	Z
Mantodea	ND	c	F	Z
<i>Podisus</i> sp.	ND	r	PF	Z
Hymenoptera	SD	sa	SF	Y
<i>Copidosoma</i> sp.	ND	c	F	Z
Diptera: Tachinidae	D	c	F	Y

SD: Súper Dominante; D: Dominante; ND: No dominante; sa: Súper abundante; ma: Muy abundante; c: Común; r: Rara; SF: Súper frecuente MF: Muy frecuente; F: Frecuente; PF: Poco frecuente; W: Constante; Y: Accesorio; Z: Accidental.

constante, siendo que esta especie se caracteriza por preda preferencialmente a orugas (Chiaradia et al. 2011). También se capturaron coleópteros de la familia Coccinellidae, sin identificar, siendo estos no dominantes y su presencia accidental.

La especie *Geocoris* sp., predador de huevos y orugas de primeros instares, fue súper dominante, abundante y frecuente, y su presencia accesorio en los levantamientos. Otros hemípteros predadores colectados fueron *Nabis* sp. y *Podisus* sp. siendo estos no dominantes, frecuente y poco frecuente respectivamente. Mientras que *Zelus* sp. fue dominante, muy abundante y frecuente, y su presencia accesorio.

La presencia de arácnidos fue constante durante los levantamientos, con 233 individuos colectados, estos fueron súper dominantes, abundantes y frecuentes, también observado por Belorte et al. (2004) en cultivos de soja en el Brasil. Según Oliveira et al. (1997), especies de arácnidos son encontrados en varios cultivos, y son conocidos como excelentes predadores de diversas especies fitófagas de importancia económica, actuando como agentes estabilizadores de poblaciones de invertebrados en hábitat natural y en agroecosistemas.

Otros enemigos naturales capturados fueron *Doru* spp. (Dermaptera: Forficulidae), que consume preferentemente huevos de lepidópteros y orugas pequeñas; insectos del orden Mantodea, que son predadores generalistas, coincidiendo con lo observado por Chiaradia et al. (2011).

Se destaca la presencia de parasitoides del orden Hymenoptera y Diptera. Las especies identificadas fueron *Copidosoma* sp. del orden Hymenoptera, parasitando larvas de *Chrysodeixis includens* y *Rachiplusia nu*, así como también especies de la familia Tachinidae del orden Díptera. La presencia de estos parasitoides concuerdan con lo hallado por Avalos et al. (2004) y Valverde et al. (2010) en orugas de *C. includens* y *R. nu* en cultivos de soja en Argentina.

Conclusión

Los enemigos naturales de mayor abundancia, frecuencia y dominancia fueron *Lebia concinna*, *Geocoris* sp., y arácnidos en cultivos de soja en el Departamento de Alto Paraná.

Referencias bibliográficas

- Avalos, S; Mazzuferi, V; La Porta, N; Serra, G; Berta, C. 2004. El complejo parasítico (Hymenoptera y Diptera) de larvas *Anticarsia gemmatalis* Hüb. Y *Rachiplusia* nu Guen. (Lepidoptera: Noctuidae) en alfalfa y soja (en línea). *Agriscientia* 21(2):67-75. Consultado 12 dic. 2016. Disponible en <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/agris/article/view/2669/1896>
- Belorte, LCC; Ramiro, ZA; Faria, AM. 2004. Ocorrência de predadores em cinco cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill, 1917] no município de Araçatuba, SP. *Arquivos do Instituto Biológico* 71(1):45-49.
- Chiaradia, L; Rebonatto, A; Smaniotto, M; Furlan, M; Nunes, C. 2010. Artropodofauna asociada as lavouras de soja. *Revista de Ciencias Agroveterinarias* 10(1):29-36.
- Cividanes, FJ; Yamamoto, FT. 2002. Pragas e inimigos naturais na soja e no milho cultivados em sistemas diversificados. *ScientiaAgricola* 59(4):683-687.
- Didonet, J; De Almeida SR; Rodrigues, G; Lemus E, EA. 2003. Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 69:50-57.
- DGEEC (Dirección General de Estadística, encuestas y censo). 2002. Atlas censal del Paraguay (en línea). Consultado 12 dic. 2016. Disponible en <http://www.dgeec.gov.py/Publicaciones/Biblioteca/Atlas%20Censal%20del%20Paraguay/13%20Atlas%20Alto%20Parana%20censo.pdf>
- Lezcano, AY. 2009. Ocurrencia de plagas y enemigos naturales en el cultivo de soja (*Glycine max* L.) en el distrito de Yguazú, Departamento de Alto Paraná. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, UNA FCA Dpto. Protección Vegetal. 58 p.
- Moraes, RCB; Haddad, ML; Silverira Neto, S; Reyes AEL. 2003. Software para análise estatística – ANAFU. Piracicaba, BR, ESAL/USP. 195 p.
- Oliveira, JV; Menezes, VG; Ramirez, HV. 1997. Efeito do Uso de Inseticidas na População de Inimigos Naturais em Arroz Irrigado. *In Reunión de Cultura do Arroz Irrigado* (22,1997, Balneário Camburiú-SC). *Anais Itajaí- SC, EPAGRI*. p. 337-38.
- Ramírez, MB; Gómez L, VA. 2010. Biología de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera; Noctuidae) en dieta natural y artificial, en condiciones de laboratorio. *Investigación Agraria* 12(1):17-21.
- Sakagami, SF; Larroca, S; Moure, JS. 1967. Wild bees bionotics in Sao José dos Pinhais (PR), South Brazil – preliminary report. *Journal of the Faculty Science* 6(4):253-291.
- Valverde, L; Romero, M; Colomo, MV; Berta, C; Dode, M. 2008. Lepidópteros noctuidos plagas en el cultivo de soja en Tucumán, Argentina (en línea). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 34(3):377-386. Consultado 12 dic. 2016. Disponible en http://www.magrama.gov.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Plagas%2FBSVP_34_03_377_381.pdf

Preferencia alimentaria de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidóptera: Noctuidae) en hortalizas bajo condiciones controladas

Carlos Tanaka^{1*}, Stella Candia¹, Edilia Ramírez¹, Verónica Sosa¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sede Hohenau, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Campus Itapúa. Hohenau, Paraguay.

*Autor para correspondencia: carlostanakaencar@hotmail.com

Introducción

Helicoverpa armigera es una especie altamente polífaga, cuyas orugas fueron registradas en más de 60 especies de plantas cultivadas y silvestres; 67 familias hospederas, incluyendo Asterácea, Fabácea, Malvácea, Poáceas y Solanácea (Pawar et al. 1986, Fitt 1989, Pogue 2004) citados por Czapak et al. 2013, pudiendo causar daños a diferentes cultivos de importancia económica, como el algodón, sorgo, maíz, tomate, Fabáceas en general, plantas ornamentales y frutales (Reed 1965, Fitt 1989, Moral García 2006). Las orugas de *H. armigera* se alimentan de hojas y tallos, teniendo preferencia por brotes, inflorescencias y frutos (Reed 1965, Wang y Li 1984).

En el Sur del Paraguay la especie fue reportada por SENAPE en el año 2013 en el cultivo de soja. A través de la identificación morfológica realizada por Benítez (2015) se confirma la presencia de la plaga en Paraguay. Arnemann et al (2016) identificaron haplotipos de mtDNA compartidos en *H. armigera* de Brasil, Uruguay y Paraguay. La presencia de *H. armigera* puede ocasionar bajos rendimientos, debido a la mala calidad de los frutos y la reducción del área foliar por la alimentación de esta plaga. En nuestro país, se desconoce la preferencia alimentaria de *H. armigera*, en particular en familias y especies de cultivos hortícolas.

A fin de determinar dicho hábito es necesario generar información que ayuden a orientar medidas de manejo de esta plaga en estos cultivos. Por tales motivos el objetivo de este trabajo fue verificar la preferencia alimenticia de *H. armigera* en tomate, pepino y pimiento bajo condiciones controladas.

Metodología

El bioensayo fue conducido en el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Campus Itapúa, Hohenau (27°03'38" S 55°38'30,72" O). Las orugas utilizadas fueron poblaciones de *H. armigera* colectadas de cultivos de soja de la zafra 2014/15, se realizaron observaciones a través del binocular estereoscópico LEICA EZ4 HD y fueron identificadas por medio de las descripciones morfológicas de Czapak et al (2013) y Pogue (2004) y para la identificación de orugas se utilizó la clave de Amate et al. (1998). Con estas orugas se inició la cría en laboratorio a 25 ± 2 °C, 60 a 70% de Humedad Relativa y fotoperiodo de 12 horas, siendo alimentadas con la dieta artificial propuesta por Greene et al. (1976), hasta alcanzar el tercer instar, etapa en la cual se han utilizado en este experimento. Para el desarrollo del estudio se emplearon los cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.) y pepino (*Cucumis sativus* L.).

Se realizó primeramente un ensayo de doble elección de alimentos, donde se utilizaron partes de plantas de cada especie que contenían una porción de tallo con hojas (vegetativo), flores y/o fruto pequeño (reproductivo).

Los tratamientos fueron: Pepino T1: Pimiento T2: Tomate T3, con 20 repeticiones de cada tratamiento, totalizando 60 unidades experimentales. Luego se desarrolló el ensayo de múltiple elección de alimentos, donde para cada unidad experimental se utilizaron hojas nuevas

con tallos (vegetativo), frutos enteros totalmente desarrollados y en proceso de maduración y flores (reproductivo) de tomate, pimiento y pepino. Se emplearon recipientes plásticos con tapa de 22 centímetros (cm) de largo, 15 cm de ancho y 9 cm de alto, colocando los alimentos equidistantes dentro del mismo y de modo aleatorio.

El estudio tuvo 20 repeticiones, en cada unidad experimental se colocó una oruga de tercer instar, en el centro mismo del recipiente, con previo ayuno de tres horas. Los ensayos fueron instalados en horas de la mañana (10:00 hs.) y se evaluó la preferencia alimentaria a las 48 hs. después de la liberación de las orugas.

Para evaluar efecto del tratamiento en el estudio de múltiple elección de alimentos, se utilizó un diseño experimental completamente al azar, la variable estudiada (elección de alimento) fue sometida a la prueba de Chi cuadrado con 10% de probabilidad de error, para lo cual se recurrió a los modelos lineales generalizados y mixtos y al encontrarse diferencias estadísticas

significativas, se realizó la comparación de medias a través del test de Fisher LSD con un nivel de confianza del 90%.

Mientras que para evaluar el efecto de los tratamientos en el ensayo de doble elección de alimentos se utilizó la prueba de Chi cuadrado con 5% de probabilidad de error y la comparación de medias a través del test de Fisher LSD con un nivel de confianza del 95%. Fue utilizado el software estadístico InfoStat Profesional Versión 2016.

Resultados y discusión

En el ensayo de doble elección de alimentos no se ha encontrado diferencias estadísticas significativas (p-valor 0,3545) en la preferencia de alimentación de orugas de *H. armigera* después de 48 hs de evaluación, sobre la variable especie de hortaliza, sin embargo el 69 % de las orugas consumieron pepino, el 55 % se alimentó de tomate y el 39 % de pimiento (Tabla 1).

Tabla 1. Preferencia de alimentación de *H. armigera* por especie vegetal ofrecida. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UCA, Hohenau– Paraguay, 2016.

Especie	Media	Error Estándar
Pepino <i>C. sativus</i>	0,69	0,13
Tomate <i>S. lycopersicum</i>	0,55	0,08
Pimiento <i>C. annuum</i>	0,39	0,09

La preferencia de alimentación de *H. armigera* hacia los órganos de los vegetales ofrecidos, tanto vegetativos (hoja/tallo) como reproductivos (Flor/fruto) no presentó diferencias significativas entre las especies estudiadas a las 48 hs de evaluación, (p-valor 0, 7124). Según las medias obtenidas el 60% de las orugas se alimentaron de

hoja/tallo y el 49% de Flor/fruto (Tabla 2).

Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Reed (1965), Wang y Li (1984) que mencionan que las orugas de *H. armigera* se alimentan de hojas y tallos, teniendo preferencia por brotaciones, inflorescencias y frutos.

Tabla 2. Preferencia de alimentación de *H. armigera* por órganos vegetales ofrecidos. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UCA, Hohenau – Paraguay, 2016.

Órgano botánico	Media	Error Estándar
Hoja/Tallo	0,60	0,10
Flor/Fruto	0,49	0,07

En la evaluación estadística se presentó diferencias significativas en la interacción especie/órgano entre las especies ofrecidas para la alimentación de *H. armigera*, las especies hortícolas preferidas fueron el pepino en estado vegetativo (95%) y el pimiento en estado reproductivo (70%) seguidos

del tomate en ambos estados fenológicos (Flor/Fruto, 60%) y (Hoja/Tallo 50%). Las especies menos preferidas por las orugas fueron el pepino en su estado reproductivo (20%) y el pimiento en estado vegetativo (15%). (Tabla 3).

Tabla 3. Preferencia de alimentación de *Helicoverpa armigera* por interacción de especies y órganos vegetales ofrecidos. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UCA, Hohenau – Paraguay, 2016.

Especie/Órganos	Media	Error Estándar	
Pepino <i>C. sativus</i> (Hoja/Tallo)	0,95	0,05	a
Pimiento <i>C. annuum</i> (Flor/Fruto)	0,70	0,10	ab
Tomate <i>S. lycopersicum</i> (Flor/Fruto)	0,60	0,11	b
Tomate <i>S. lycopersicum</i> (Hoja/Tallo)	0,50	0,11	bc
Pepino <i>C. sativus</i> (Flor/Fruto)	0,20	0,09	cd
Pimiento <i>C. annuum</i> (Hoja/Tallo)	0,15	0,09	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En el estudio de triple elección de alimentos se ha verificado la preferencia alimenticia de orugas de *H. armigera*, por tomate; órganos reproductivos (50%) y vegetativos (42%), y también por los frutos/flores (42%) y hojas/tallos (33%) del

pepino y la hortaliza menos preferida ha sido el pimiento tanto en sus órganos vegetativos (8 %) como reproductivos (8%) (p -valor 0,0659) (Tabla 4) después de las 48 horas de evaluación.

Tabla 4. Preferencia alimentaria de *H. armigera* de órganos reproductivos y vegetativos de hortalizas. Facultad de Ciencias Agropecuarias – UCA, Hohenau – Paraguay, 2016.

Especie/Órganos	Media	Error Estándar	
Tomate <i>S. lycopersicum</i> (Flor/Fruto)	0,50	0,14	a
Pepino <i>C. sativus</i> (Flor/Fruto)	0,42	0,14	a
Tomate <i>S. lycopersicum</i> (Hoja/Tallo)	0,42	0,14	ab
Pepino <i>C. sativus</i> (Hoja/Tallo)	0,33	0,14	b
Pimiento <i>C. annuum</i> (Hoja/Tallo)	0,08	0,08	b
Pimiento <i>C. annuum</i> (Flor/Fruto)	0,08	0,08	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes por el teste de Fisher LSD al 10 % de probabilidad de error.

El hábito alimentario polífago, en asociación con una alta capacidad de dispersión y adaptación a diferentes cultivos, tiende a favorecer el éxito de la especie *H. armigera*, como plaga. Además de esto, hospederos alternativos, asumen

papel decisivo en la dinámica poblacional de los insectos, pues pueden dar soporte a la permanencia de poblaciones de plagas (Fitt 1989).



Conclusión

La oruga de *H. armigera* al ser sometida a doble elección de alimentos, tiene preferencia por el pepino en su estado vegetativo y el pimiento en su estado reproductivo, mientras que siendo sometida a múltiple elección de alimentos prefiere consumir frutos y hojas de tomate y pepino.

Referencias bibliográficas

- Amate, J; Barranco, P; Cabello, T. 1998. Identificación de larvas de las principales especies de noctuidos plaga de España (Lepidoptera:Noctuidae) Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 24:101-106.
- Arnemann, J; James, W; Wals; T; Guedes; JVC; Smagghe, G; Castiglioni, E; Tay, WT. 2016. Mitochondrial DNA COI characterization of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) from Paraguay and Uruguay (en línea). Consultado 02 mar. 2017. Disponible en <http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2016/vol15-2/pdf/gmr8292.pdf>
- Benitez, EA. 2015. *Helicoverpa* (= *Heliothis*) *armigera* (Hubner) nueva plaga de los Sojales (en línea). San Lorenzo, Paraguay, Dirección de laboratorios DLSVBM Entomología-Acarología. (Circular técnica N°2). Consultado 2 mar. 2017. Disponible en <http://www.senave.gov.py/docs/servicios/laboratorio/biologia-molecular/HELICOVERPA%20ARMIGERA%20BOLETIN%20N-2-modificado.pdf>
- Czepak, C; Cordeiro K, VL; Oliveira, H; Carvalhais, T. 2013. First reported occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil (en línea). Pesquisa Agropecuaria Tropical 43(1):110-113. Consultado 23 jun. 2016. Disponible en http://www.scielo.br/pdf/pat/v43n1/en_15.pdf
- Fitt, GP. 1989. The ecology of *Heliothis species* in relation to agroecosystems. Annual Review of Entomology 34(1):17-52.
- Greene, G; Leppa, N; Dickerson, W. 1976. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. Journal of Economic Entomology 69: 487-488.
- Moral Garcia, F. 2006. Analysis of the spatiotemporal distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in a tomato field using a stochastic approach. Biosystems Engineering 93(3):253-259.
- Pogue, MG. 2004. A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and differentiation of adult males of *H. zea* and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae). Annals of the Entomological Society of America 97(6):222-226.
- Reed, W. 1965. *Heliothis armigera* (Hb.) (Noctuidae) in western Tanganyika: II ecology and natural and chemical control. Bulletin of Entomological Research 56(1):127-140.
- Senave. 2013. Senave en alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola (en línea, sitio web). Consultado 20 dic. 2016. Disponible en <http://www.abc.com.py/edicion-impres/economia/senave-en-alerta-tras-ingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>
- Wang, NC; Li, ZH. 1984. Studies on the biology of cotton bollworm (*Heliothis armigera* Hübner) and tobacco budworm (*Heliothis assulta* Quenee). Journal of the Shandong Agricultural University 1-2(1):13-25.

Dinámica poblacional de adultos de lepidópteros plagas en la etapa reproductiva del cultivo de soja (*Glycine max*) capturadas con trampas de luz blanca

Naiani Mauer Placinsch^{1*} y Verónica Sosa¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sede Hohenau, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Campus Itapúa. Hohenau, Paraguay.

*Autor para correspondencia: naiani_mp@hotmail.com

Introducción

El cultivo de soja es uno de los rubros de renta más importante del Paraguay. Candia (2013) destaca que este cultivo es atacado por varios tipos de plagas a lo largo de su ciclo, las orugas defoliadoras aparecen con mayor o menor intensidad en cada temporada de siembra.

Por tanto, es necesario realizar estudios para conocer con mayor precisión el movimiento de las poblaciones de estos insectos durante el ciclo del cultivo (Chavez 2002). La aparición de adultos de lepidópteros es detectada a través de sus capturas, lo que permite alertar sobre la presencia de las plagas, el sistema de alerta tiene la función de indicar el momento de iniciar el monitoreo de las posturas de huevos en el lote, para posteriormente decidir el posible control (Manso et al s.f.). Las trampas de luz, se utilizan principalmente para la captura de insectos nocturnos, que son atraídos por la alta iluminación, con respecto al ambiente circundante y que logra alterar los mecanismos foto receptores, haciendo que los insectos se dirijan hacia el foco de luz (Herbas s.f.). Theunissen (1990) y Holz (1992) citados por Agila y Carrión (1999), indican que la dinámica de las poblaciones abarca el desarrollo de la plaga en el tiempo y ambiente en relación a los factores que la regulan, y es una parte importante de la ecología. La habilidad de pronosticar daños causados por una plaga en un futuro cercano en base a una estimación de la densidad de la población, depende de una mejor comprensión de la dinámica poblacional de la plaga. El objetivo de este trabajo fue determinar la dinámica poblacional de adultos de lepidópteros plagas en la etapa reproductiva del cultivo de soja con trampas de luz blanca.

Metodología

En el experimento se utilizaron trampas de luz blanca. Los tubos fluorescentes poseían las siguientes especificaciones técnicas: Foco de luz de 18 watt y 220 voltios, contaba con un encendido y apagado automático a través de una fotocélula. Estas trampas fueron instaladas en parcelas de productores, (una trampa por cada localidad), en tres localidades del departamento de Itapúa-Paraguay, los mismos fueron: La Paz (Colonia Fuji), Obligado (Morena`i) y Jesús de Tavarangue, iniciando en el mes de noviembre de 2015 y finalizando en el mes de febrero de 2016. Para dar inicio al ensayo fueron colocadas las trampas al momento de la siembra de soja en las fincas de los productores, las colectas se realizaron 3 veces por semana, retirando las bolsas conteniendo los lepidópteros, llevándolas hasta el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Hohenau-UCI para realizar la identificación y registro de las especies obtenidas utilizando una Clave pictórica de polillas de interés agrícola, agrupadas por relación de semejanza, según (Navarro et al. 2009). Se registró el estado fenológico en que se encontraba el cultivo al momento de las colectas y las evaluaciones se realizaron a partir de la etapa reproductiva hasta el final del ciclo del cultivo. El análisis de datos se realizó a través de la estadística descriptiva.

Resultados y discusión

En los siguientes Figuras se expresan los resultados obtenidos de las capturas de insectos lepidópteros plagas de la etapa reproductiva del cultivo de soja (*Glycine max*) en las localidades

de La Paz (Colonia – Fuji), Jesús de Tavarangué y Morena`i.

La Figura 1 indica que en esta campaña, en el estado reproductivo se han observado un total de 12 especies de lepidópteros conocidos como plagas agrícolas de la región.

A partir del estado reproductivo R4 hasta el estado R5, a finales de noviembre hasta el inicio de enero se registró la presencia de *Chrysodeixis includens*, pero en poblaciones bastantes reducidas, Candia (2013) destaca que la misma es una plaga de gran importancia en el cultivo de soja, plaga que en el estado larval se alimentan generalmente de las hojas localizadas en el tercio medio e inferior de la planta y que cuando el ataque de la oruga se presenta en la etapa de floración o en llenado de granos se debe tomar medidas de control en forma rápida porque se trata de una especie muy voraz.

Ya en el estado reproductivo R2 hasta el estado R5 se observó en mayor cantidad de adultos de *Pseudaletia sp* y *Spodoptera frugiperda*.

Spodoptera frugiperda “oruga militar tardía” conocida también como “oruga cogollera” es una de las plagas más importantes del cultivo de maíz. Sin embargo, en cultivos de soja su ocurrencia es más bien esporádica y está asociada a temperaturas elevadas (INTA 2012), como las que se presentaron en el mes de noviembre (R2 – R5).

Se puede observar que a partir del estado reproductivo R4 hasta el estado R9, a mediados de noviembre hasta finales de enero se ha registrado la presencia de *Anticarsia gemmatalis*. En esta zafra se ha logrado registrar una importante cantidad de adultos de esta especie en el estado reproductivo del cultivo. *Hedylepta indicata* plaga enrolladora de hojas, estuvo presente durante el estado reproductivo R5 y R6, a finales de noviembre hasta el principio de enero. Candia (2013), menciona que la oruga puede afectar al rendimiento más aún si ocurre en estado de floración o formación de granos.

Los adultos de *S. eridania*, *Rachiplusia nu*, *Agrotis ipsilon*, *Helicoverpa sp*, *Spodoptera sp*, *S. cosmioides* y *Heliothis virescens* fueron

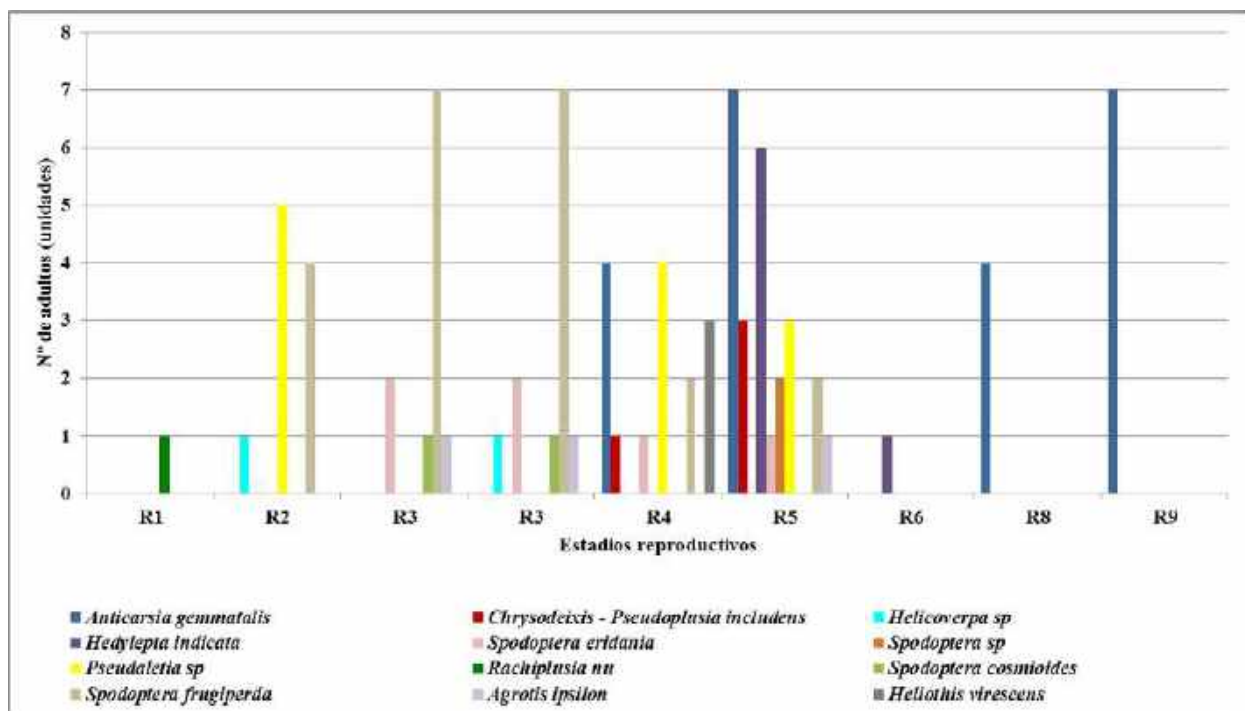


Figura 1. Dinámica poblacional de lepidópteros en el estado reproductivo de soja zafra 2015-2016 en la localidad de La Paz (Colonia – Fuji).

capturas en poblaciones muy reducidas.

En la Figura 2 se puede observar que durante esta campaña en el estado reproductivo se han contabilizado un total de 9 especies de lepidópteros conocidas como plagas agrícolas.

En esta localidad, a partir del estado reproductivo R3 hasta R9 se capturaron en la trampa de luz una mayor cantidad de *Hedylepta indicata*, específicamente en el estado R7 contabilizando

un total de 37 adultos, plaga importante en este cultivo. Es fácilmente reconocida por poseer el hábito de unir con hilos de seda las hojas, formando un estuche donde se cobijan la etapa pupal (Candia 2013).

También se observó una importante población de adultos de *Anticarsia gemmatalis* en el estado reproductivo R5 (inicio de formación de granos). Las demás especies se presentaron en menores cantidades durante este estadio.

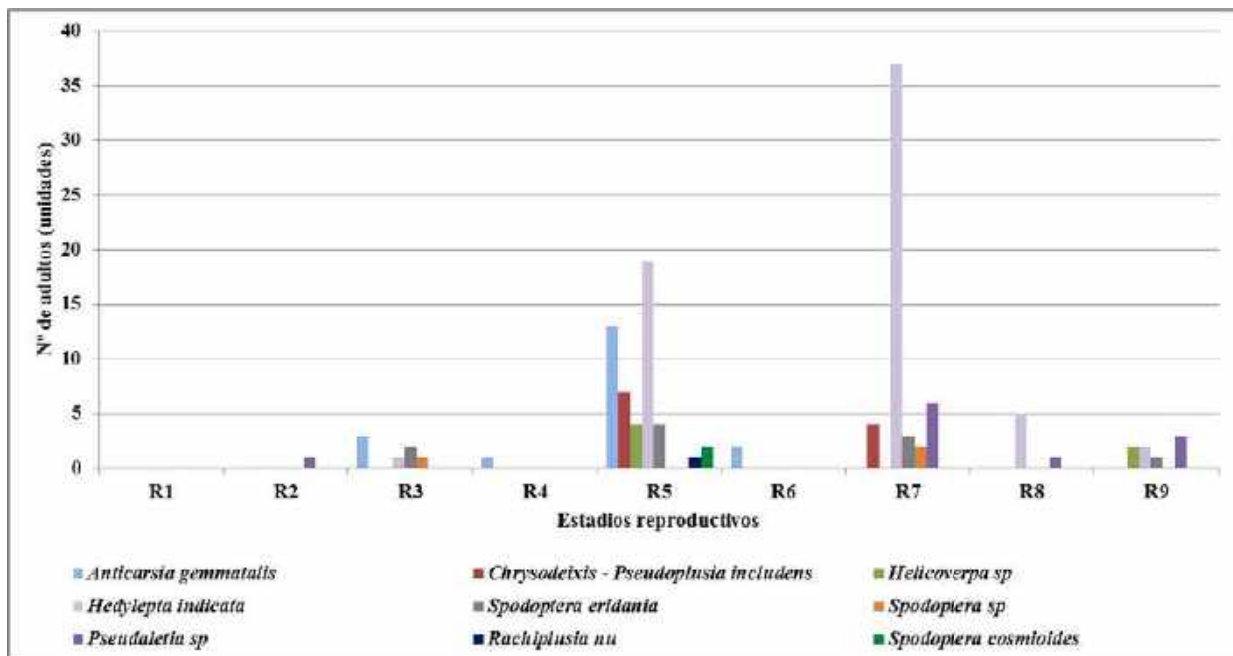


Figura 2. Dinámica poblacional de lepidópteros en el estado reproductivo de soja zafra 2015-2016 en la localidad de Morena í.

En la Figura 3 se expresan los resultados obtenidos durante la campaña 2015-2016, en el estado reproductivo se han contabilizado un total de 10 especies de lepidópteros plagas en el cultivo de soja.

En el estado reproductivo R5 en la parcela de soja ubicada en la localidad de Jesús se registró

la presencia de un elevado número de especies capturadas, donde fueron contabilizadas 18 adultos de *Anticarsia gemmatalis*, 12 de *Hedylepta indicata*, 8 de *Spodoptera frugiperda* y 6 de *Chrysodeixis includens*. El pico de aparición de adultos se concentra hacia fines de noviembre, en la etapa de llenado de granos.

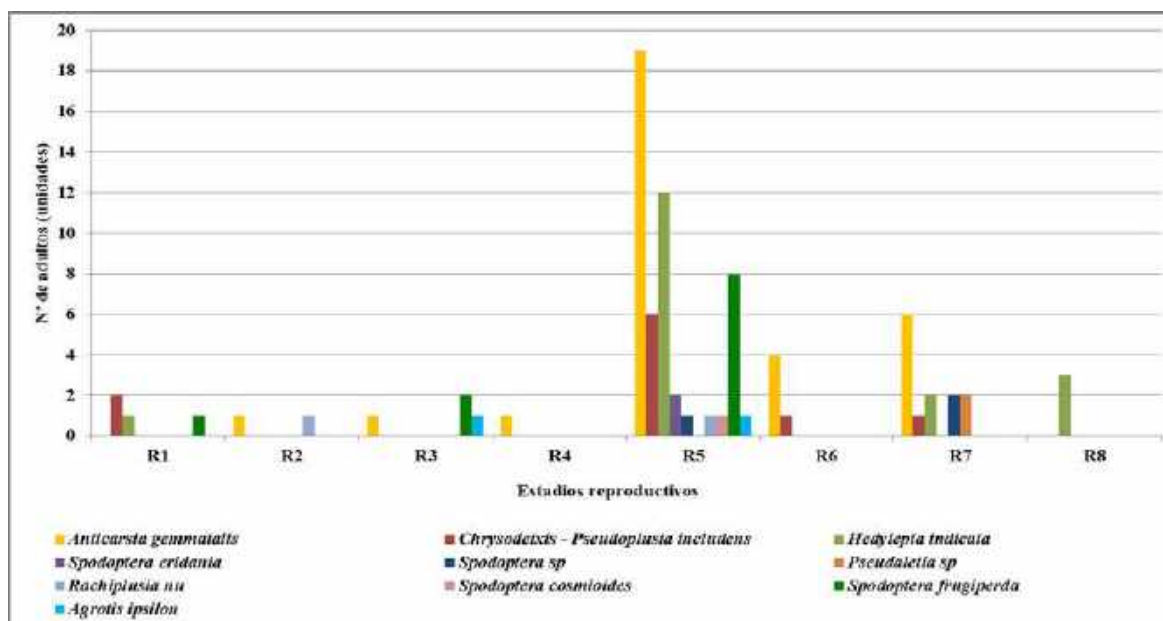


Figura 3. Dinámica poblacional de lepidópteros en el estado reproductivo de soja zafra 2015-2016 en la localidad de Jesús de Tavarangue.

Conclusión

Durante la zafra 2015/2016 del cultivo de la soja, en la localidad de La Paz y de Jesús de Tavarangue en el estadio reproductivo del cultivo, la especie de mayor abundancia es *Anticarsia gemmatalis*, y en la localidad de Morena`i *Hedylepta indicata*.

Referencias bibliográficas

Agila, P; Carrión, J. 1999. Dinámica poblacional, Distribución espacial y control químico de *Prodidiplosis longifila* en tomate de riñón. Tesis Ing. Agr. Loja, EC, Universidad Nacional de Loja Facultad de Ciencias Agrícolas. 85 p.

Candia, S. 2013. Manual de identificación de principales insectos e invertebrados en el cultivo de soja. Asunción, Paraguay, Santillana. 102 p.

Herbas, s.f Trampas de luz y el control de insectos en la producción orgánica de Quinoa (en línea). La Paz, Bo. Consultado 20 ene. 2017. Disponible en <http://quinua.pe/wpcontent/uploads/2016/03/2f-4c711f4d04bb020b509257dabeaec5.pdf>

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria); (Estación Experimental Agropecuaria Paraná). 2012. Intensos ataques de la “Oruga Militar Tardía” en soja (en línea). Entre Ríos, AR. Consultado 12 oct. 2016. Disponible en <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp>

-inta-_intensos_ataques_de_oruga_militar_tarda_en_soja.pdf

Manso, L; Forján, H; Fik, M. s.f. Sistema de alerta sobre la presencia de lepidópteros plaga (en línea). Argentina, INTA. Consultado 20 set. 2015. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/sistema-de-alerta-sobre-la-presencia-de-lepidopteros-plaga/at_multi_download/file/INTA%20Barrow%20%20Sistema%20de%20alerta%20sobre%20la%20presencia%20de%20lepid%C3%B3pteros%20plaga.pdf

Navarro, FR; Saini, ED; Leiva, PD. 2009. Clave Pictórica de polillas de interés agrícola, agrupadas por relación de semejanza. Buenos Aires, AR, Universidad Nacional de Tucumán Facultad de Ciencias Naturales e Instituto “Miguel Lillo”, Estación Experimental Agropecuaria Pergamino e IMyZA-CNIA Castelar. 100 p.

Chavez, JA. 2002. Estudio de la dinámica poblacional de prodidiplosis longifila Gagné (Diptera:Cecidomyiidae) en el cultivo de tomate en la localidad de Lodana- Manabí (en línea). Manabí, EC. Consultado 03 ago. 2015. Disponible en [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Estudio%20de%20la%20din%C3%A1mica%20poblacional%20de%20Prodidiplosis%20longifila%20Gagn%C3%A9%20\(%20Diptera%20Cecidomyiidae\)%20en%20el%20cultivo%20de%20tomate..pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Estudio%20de%20la%20din%C3%A1mica%20poblacional%20de%20Prodidiplosis%20longifila%20Gagn%C3%A9%20(%20Diptera%20Cecidomyiidae)%20en%20el%20cultivo%20de%20tomate..pdf)

Estrategias de aplicación de insecticidas para el control de *Thrips tabaci* Lind. en cebolla (*Allium cepa* L.)

Miriam Beatriz Trabuco de Evert^{1*}, Hugo Alberto Zarza Silva¹, Fidelino López Morel¹

¹Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA). Centro de Investigación Hernando Bertoni (CIHB). Caacupé, Paraguay

*Autor para correspondencia: miriantrabuco@hotmail.com

Introducción

La cebolla (*Allium cepa* L.), después del tomate es la hortaliza de mayor importancia económica en Paraguay, debido a la amplia aceptación en la consumición. El cultivo es atacado por los insectos, ácaros y nemátodos en sus diferentes fases de crecimiento y/o desarrollo (Dughetti 1997). El trips (*Thrips tabaci* L.) es la plaga más importante del cultivo, tiene una gran capacidad de reproducción en época calurosa y seca, es de difícil control químico, porque normalmente se protege en las axilas de las hojas. Prefieren alimentarse de las hojas jóvenes, incluso prefieren las que vienen emergiendo (Alston y Drost 2008). Tanto los adultos como las ninfas se alimentan succionando la savia, causando manchas de color blanquecino, como consecuencia del raspado, posteriormente las hojas se marchitan y mueren.

El método más usado para su control es el químico, para mejorar su eficiencia se deben realizar varias aplicaciones durante el ciclo del cultivo, causando daños al medio ambiente (Dughetti 1990). En la actualidad, se cuentan con estrategias que permiten reducir el número de aplicaciones de insecticidas, entre las cuales están el monitoreo que establece los niveles críticos de la población para decidir el momento de la aplicación del producto (FHIA 2003).

El presente estudio tiene por objetivo evaluar diferentes estrategias de aplicación de insecticidas para el control del *T. tabaci* de la cebolla.

Metodología

El experimento se realizó en el campo del

Programa de Investigación de Cultivos Olerícolas, del CIHB, IPTA en Caacupé, Paraguay, cuyas coordenadas son 24° 50' latitud Sur, 56° 30' longitud Oeste y altitud de 225 msnm sobre un suelo predominantemente podzólico rojo – amarillo, derivado de arenisca, caracterizado por su buena propiedad física y un contenido bajo de nutrientes debido al uso intensivo al que es sometido, registrado en el resultado del análisis de suelo según los siguientes valores: pH 5,4; materia orgánica 1,27%; fósforo 15,03 mg L⁻¹; potasio 0,15 cmol L⁻¹; calcio 1,80 cmol L⁻¹ y magnesio 0,63 cmol L⁻¹. Temperatura media durante el periodo de ejecución fue 22,3 °C. El periodo comprendido del experimento fue entre marzo a noviembre de 2016. El estudio comparativo estuvo compuesto de tres tratamientos de control de trips: A) Aplicaciones de insecticidas basadas en la dinámica poblacional, que consistió en el monitoreo de trips mediante las observaciones semanales en las hojas, especialmente en la cara interna a nivel del cuello de las plantas muestreadas. La cantidad de trips encontrados fueron registrados para establecer el nivel poblacional a través de la escala propuesta por Kimura et al. (2002). El nivel de infestación leve fue establecido como criterio de aplicación de los insecticidas (Tabla 1). B) Aplicaciones de insecticidas calendarizados, basados en las prácticas de los productores, que consistió en la aplicación de insecticidas químicos de forma semanal siguiendo un calendario fijo (una semana posterior al trasplante hasta 15 días antes de la cosecha) con un total de 25 aplicaciones. C) Tratamiento testigo, en el que no fue aplicado ningún insecticida. Se evaluaron tres tratamientos con siete repeticiones distribuidos en un diseño experimental de bloques completos al azar. Cada

Tabla 1. Escala de nivel poblacional de Trips, Kimura et al. (2002).

Nivel	Número de pulgones y trips
0:nada	0
1:leve	1 a 20
3:mediano	21 a 100
5:fuerte	más 101

unidad experimental estuvo constituida de 44 plantas distribuidas en cuatro hileras de 100 cm de largo con espaciamento de 20 cm entre hileras y 10 cm entre plantas, con una separación de 100 cm entre bloques. Las observaciones se realizaron semanalmente, para lo cual fueron seleccionadas 28 plantas de la parte central de cada parcela, contando el número de trips por planta. Los conteos fueron realizados a la mañana temprano para la posterior aplicación de los insecticidas, dependiendo del nivel poblacional del trips. En total se efectuaron 26 observaciones (una semana posterior al trasplante hasta 15 días antes de la cosecha). Los datos registrados se procesaron utilizando la fórmula de Kimura et al. (2002) para determinar la densidad poblacional (Tabla 2). La cosecha se realizó en las 28 plantas de cada tratamiento, eliminando la parte aérea seca de la planta. Los bulbos fueron sometidos a la etapa de curado y pesaje del total de bulbos para obtener el peso kg ha⁻¹.

La fórmula utilizada para determinar la densidad poblacional por mes fue: $(1 \times \text{número total de hojas con nivel leve} + 3 \times \text{número total de hojas con nivel mediano} + 5 \times \text{número total de hojas con nivel fuerte}) \div \text{N}^\circ \text{ total de hojas observadas} \times 100$ (Kimura et al. 2002).

Los productos utilizados fueron Thiamethoxan, Imidacloprid y Deltametrina, que fueron alternándose semanalmente. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza y comparación de medias por la prueba Tukey al 5% de probabilidad de error. Para obtener el nivel poblacional del trips se utilizó la escala de nivel poblacional propuesta por Kimura et al. (2002).

Resultados y discusión

La densidad poblacional del trips en el tratamiento dinámica poblacional, tuvo el mejor comportamiento en cuanto a control, desde la primera hasta la última aplicación, con menores infestaciones de trips con relación al tratamiento calendario y al testigo donde se observa un aumento de la población del trips en el mes de octubre, alcanzando el máximo pico poblacional en el mes de noviembre (Tabla 2).

Las aplicaciones de insecticidas fueron realizadas en función a la población, se realizaron solo cuando alcanzaron el nivel leve, totalizando seis aplicaciones durante el ciclo del cultivo.

Estos resultados son similares con los obtenidos por García et al. (2003), quienes señalan

Tabla 2. Densidad poblacional de trips observadas en cebolla en los distintos tratamientos CIHB, IPTA. Año 2016.

Meses	Tratamientos		
	Sin control químico	Control químico/sistema calendario	Control químico/dinámica poblacional
Junio	12,2	4	0
Julio	15,6	3	0
Agosto	15,5	3	1
Setiembre	25,7	4	2
Octubre	33,2	2	0
Noviembre	35,1	2	0

que el control químico sistema calendario y control químico según la dinámica poblacional ejercieron una disminución en la población de trips por efecto de los productos utilizados.

Estos resultados concuerdan con lo citado por FHIA (2003) quien menciona que para el control del trips con productos químicos es importante tener en cuenta el monitoreo y los niveles críticos.

Los resultados del análisis de la varianza, indican que existen diferencias estadísticas del rendimiento promedio de bulbos de cebolla,

entre los tratamientos. El valor del coeficiente de variación obtenido indica poca variabilidad de los datos obtenidos en el experimento (John y Quenouille 1977) (Tabla 3).

El tratamiento con aplicaciones de insecticidas basada en la dinámica poblacional fue de mayor rendimiento, favorecido por una menor densidad poblacional del trips en relación a los demás métodos evaluados. Paullier (2005) observó que el rendimiento de la cebolla está relacionado con el control efectivo del trips.

Tabla 3. Rendimiento de bulbos obtenidos con los tratamientos probados. CIHB, IPTA. Año 2016.

Tratamientos	Rendimiento de bulbos (kg ha ⁻¹)	
Control químico/dinámica poblacional	215,0	A
Control químico/sistema calendario	188,2	B
Testigo absoluto sin ningún tratamiento	150,5	C
Coeficiente de Variación (%)	6,7	

*Medias seguidas por la misma letra en la columna no presentan diferencias estadísticas por la prueba de Tukey al nivel de 5% de probabilidad de error DMS= 0,89851

Conclusiones

El control de trips y el rendimiento de bulbos es mayor en el tratamiento basado en la dinámica poblacional.

Referencias bibliográficas

Alston, DG; Drost, D. 2008. Onion thrips (*Thrips tabaci*) (en línea). Logan, UT, US Consultado 10 ene. 2017. Disponible en <http://extension.usu.edu/files/publications/factsheet/ent-117-08pr.pdf>

Dughetti, AC. 1997. El manejo de las plagas de la cebolla, en el valle bonaerense del Río Colorado. Argentina, INTA. 27 p. (Boletín de divulgación n° 17)

Dughetti, AC. 1990. Evolución de insecticidas en el control de trips de la cebolla. Argentina, INTA. 10 p. (Informe Técnico n°. 34)

FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). 2003. Control de trips o piojillos y gusanos de la cebolla (en línea). HN. Consultado 27 ago. 2014. Disponible en http://www.fhia.org.hn/downloads/hortalizas_pdfs/hojatecnica2controlcebolla.pdf

García S, JG; Mácola, GS; Llera, J. 2003. Estrategia de manejo para el control de Thrips tabaci Lind. en ajo colorado. (en línea). Rev. FCA UNCuyo. Tomo 35. 67-71 p. Consultado oct 2013. Disponible en: http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/1982/garciaagrarias35-1.pdf

John, JA; Quenouille, MH. 1977. Experiments: desing and analysis. 2 ed. Letchworth, UK, Charles Griffin. 296 p.

Medina, J. 2008. Cebolla: guía técnica. Santo Domingo, DO, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). 64 p.



- Kimura, Y; Ramírez de López, MB; Palacio, C. 2002. Monitoreo de las plagas y su control en parcelas de validación de frutilla. *In* Kimura, Y; Ramírez de López, M; Trabuco de Evert, M; Palacio, C. eds. Plagas de las hortalizas; frutilla, melón, pimiento y otros. Caacupé, PY, MAG/JICA. P. 33-42.
- Paullier, J. 2005. Manejo de plagas en el cultivo de la cebolla. *In* Arboleya, J. (Ed). Tecnología para la producción de cebolla. Las Brujas, INIA. p. 201-210 (Boletín de divulgación n° 88).

Efecto de la luna en la proliferación del gorgojo *Dinoderus minutus* (Coleoptera; Bostrichidae) en cortes de la tacuara *Guadua chacoensis*

Rodolfo R. Bernal L.^{1*} y Jorge A. Rojas V.¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Caazapá. Paraguay.

*Autor para correspondencia: rodibernal@hotmail.com

Introducción

De generación en generación hemos escuchado hablar a los padres y abuelos sobre la influencia de la luna sobre los cultivos agrícolas; no solamente se tomaba en cuenta la época de cultivo, sino también la influencia que ejercía la luna en el comportamiento, tanto de plagas como enfermedades.

Los productores coinciden en que han adquirido los conocimientos de los efectos de la luna en la agricultura, de sus ancestros; ellos comentan que esos conocimientos se han transmitido de generación en generación, que sus abuelos, padres, tíos, amigos, siempre han tomado en cuenta las fases lunares para la realización de sus actividades pecuarias y agrícolas (Vázquez et al. 2014).

Bareiro (2003), señala que la luna llena, impulsa la savia de las raíces hacia las ramas, indicando el mejor momento para la cosecha de los frutos, por eso la poda no debe realizarse en luna llena, pues la savia estaría concentrada en los brotes.

El consejo práctico que da Bertoni (1927) a los agricultores que necesitan cortar maderas, es que no hagan caso de fases lunares. Tampoco, tratándose de cortar tacuaras o bambúes, pajas u otro material. De otra manera se expondrán a perder tiempo y oportunidades, con la esperanza de una ventaja muy dudosa.

En el mundo existen alrededor de 1300 especies de bambú leñosos y herbáceos, distribuidos en Asia 63%, América 32%, África y Oceanía 5%. En América existen 440 especies de bambú, las más importantes del género *Guadua* son aproximadamente 16 especies. En el Brasil se alberga el mayor número de especies (MADR et al. 2003).

Entre los problemas que reclaman una urgente solución se destaca la presencia de la “carcoma” (*Dinoderus minutus* F.), coleóptero de amplia distribución en nuestra región y cuyos daños ocasionados en los géneros *Guadua* y *Bambusa*, limitan enormemente la utilización de éstos y rebajan su valor económico (Gómez 1955). Por su parte, y más recientemente, Sáenz et al. (2004) en un trabajo sobre artrópodos asociados con *Guadua angustifolia*, mencionan que el orden más abundante fue Coleoptera, destacándose las especies *D. minutus* (Fabricius) (Bostrichidae) y *Eucalandra setulosus* (Gyllenhal) (Curculionidae).

En Paraguay, el uso de la tacuara o bambú es muy escaso, limitándose a cercos, canastas y cuando mucho, como tirante en construcciones rústicas. Su crecimiento es espontáneo, es decir, en la mayoría de los casos, la tacuara no es cultivada. Se eligió esta especie, junto con el principal insecto que la ataca, por la disponibilidad y por el corto tiempo requerido para observar los resultados, como inicio y referencia para posteriores trabajos proyectados en esta línea.

Los objetivos de este trabajo fueron determinar el efecto de las fases lunares sobre la proliferación del gorgojo *Dinoderus minutus* (Coleoptera; Bostrichidae) y con ello, identificar la fase lunar más adecuada para realizar el corte de la tacuara *Guadua chacoensis*.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el predio de la Facultad de Ciencias Agrarias, filial Caazapá ubicado en la compañía 20 de Julio del distrito de Caazapá, departamento del mismo nombre, Región Oriental del Paraguay, distante a unos

225 km al este de Asunción; localizado en los paralelos 26°11' latitud sur y los meridianos 56°22' longitud oeste. El diseño que se utilizó fue de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos (fases lunares) y cuatro repeticiones (ciclos lunares), totalizando 16 unidades experimentales. Desde el mes de octubre del año 2014 se realizaron los trabajos preliminares, es decir, observaciones o contajes de gorgojos para cada tratamiento a los 30, 35, 40, 45 y 50 días, y por los resultados obtenidos, se decidió adoptar como metodología las observaciones a los 30 y 45 días después de cada corte. A partir del mes de abril del año 2015, se procedió a realizar cortes de la tacuara en las distintas fases lunares. Los cortes se realizaron durante cuatro ciclos lunares (cuatro meses) que fueron abril (por ser un mes de otoño donde todavía no tenemos temperaturas muy bajas), agosto (por ser casi final del invierno y la temperatura promedio ya suele ser favorable a los insectos), setiembre y octubre (final de invierno e inicio de primavera).

Se seleccionaron 5 tacuaras maduras; para todos los tratamientos y sus repeticiones, se tomó como muestra la parte basal, es decir, se hizo el corte a 10 cm de la cepa y luego a los 2 metros. Así, la muestra de cada unidad experimental tuvo una longitud de 2 m, la cual se cortó otra

vez en forma longitudinal en 4 tiras y se dejó en el lugar, cerca del tacuaral durante 3 días, para facilitar la infestación. Luego de este tiempo, las muestras se guardaron en un galpón hasta la fecha de observación. Los cortes se realizaron en cada una de las cuatro fases lunares.

Se llevaron las muestras al laboratorio para determinar el número de gorgojos, según observaciones, con estereoscopio. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANAVA) al 5% de probabilidad de error. Al encontrarse diferencias significativas de efecto de tratamiento, se realizó la prueba de comparación de medias por el test de Tukey, también al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

En la primera evaluación, realizada a los 30 días después de cada corte de la tacuara, se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos. El mayor número de gorgojos se encontró en Cuarto Creciente (38), mientras que en Cuarto Menguante, se detectó el menor número de ellos (2) (Figura 1).

La fase menguante es clave para cosechar, porque permite que no lo ataquen tanto las plagas, inclusive

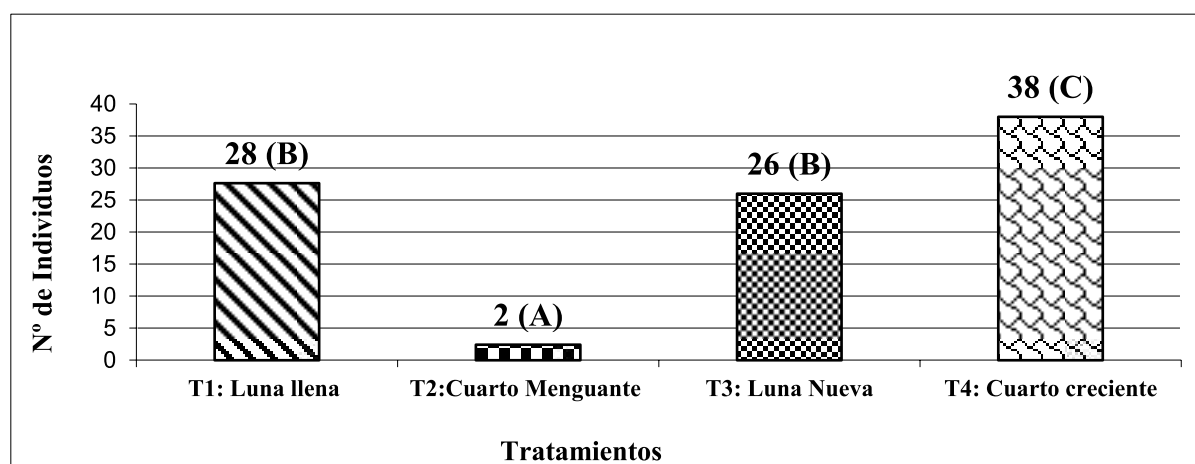


Figura 1. Incidencia promedio del gorgojo *D. minutus* (Fabr. 1775) sobre la tacuara *G. chacoensis*, a los 30 días después de cada corte, en diferentes fases lunares. FCA-UNA. Caazapá, 2015.

después de que se almacena. Entonces, esta fase se considera protectora de las plantas contra el ataque de las plagas, mientras que la creciente las afecta (Monsalve 2006). Sin embargo, Plank (1952), evaluando los factores que influyen sobre el ataque del gorgojo de la guadua (*D. minutus*), no encontró evidencias para justificar la creencia que una fase de la luna sea más o menos propicia que otra para evitar el ataque de este insecto.

La segunda evaluación, realizada a los 45 días después de cada corte, también arrojó diferencia estadística significativa. Puede observarse que la mayor incidencia de gorgojos se encontró nuevamente en Cuarto Creciente (17,2), como también, otra vez la menor incidencia fue detectada en Cuarto Menguante (0,6) (Figura 2).

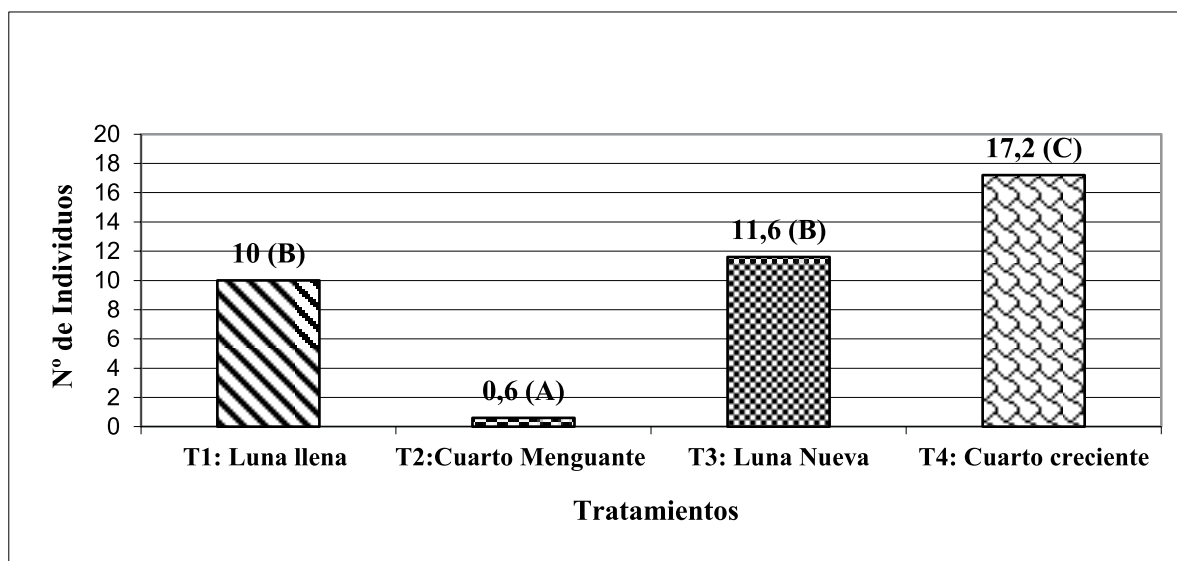


Figura 2. Incidencia promedio del gorgojo *D. minutus* (Fabr. 1775) sobre la tacuara *G. chacoensis*, a los 45 días después de cada corte, en diferentes fases lunares. FCA-UNA. Caazapá, 2015.

Higuera-Moros et al. (2002) destacan que la incidencia de noctuidos fue similar entre las fases. El mayor daño de pasador se observó en cuarto menguante. En luna nueva y cuarto menguante, la incidencia de cigarritas fue casi el triple a la observada bajo otras fases. El daño de coquitos perforadores fue mayor en creciente y luna llena. Los resultados evidencian un comportamiento diferencial de las plantas en cuanto al rendimiento del frijol y la incidencia de insectos plagas, según la fase lunar.

La luminosidad total lunar proyectada sobre la tierra en el plenilunio puede interferir en la reproducción de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), que se reproduce mejor en el novilunio. Sin embargo, la ausencia total de luminosidad lunar puede ser una limitante al gusano de las crucíferas (*Ascia monuste*), que se reproduce en

mejores condiciones con la influencia de la luna llena o plenilunio (Restrepo 2005).

Conclusión

Puede haber diferencia del comportamiento, entre los insectos, según las fases lunares. En este trabajo, en la que se observó menor ataque de gorgojos fue la fase de cuarto menguante, en tanto que la fase de cuarto creciente fue la de mayor incidencia del gorgojo *D. minutus*.

Referencias bibliográficas

Bareiro, J.F. 2003. La luna y la agricultura (en línea). Caacupé, Paraguay Instituto Agronómico Nacional, IAN. ABC Color. Consultado 9 oct. 2015. Disponible en

- <http://www.lni.unipi.it/stevia/Suplemento/RUR23008.HTM>
- Bertoni, MS. 1927. Agenda y mentor agrícola (en línea). 4ª reimp. Asunción, Paraguay, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 512 p. Consultado 6 ago. 2014. Disponible en http://www.mag.gov.py/bina/dato/agenda_y_mentor_agricola.pdf
- Gómez Z, M. 1955. Biología y represión del *Dinoderus minutus* Fabricius en los géneros *Guadua* y *Bambusa* (en línea). *Acta Agronómica* 5(4):193-210. Consultado 6 ago. 2014. Disponible en http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/issue/view/4172/showToc
- Higuera-Moros, A; Camacho, M; Guerra, J. 2002. Efecto de las fases lunares sobre la incidencia de insectos y componentes de rendimiento en el cultivo de frijol (en línea). *Revista Científica UDO Agrícola* 2(1):54-63. Consultado 17 set. 2015. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2221423>
- MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia); PRONATA (Programa Nacional de Transferencia Tecnológica Agropecuaria, Colombia); FUNDAIN (Fundación para el desarrollo de la Ingeniería, Colombia). 2003. Evaluación y documentación de prácticas sobresalientes sobre el manejo de la cosecha y maduración de la guadua en el departamento del Huila (en línea). Neiva, Colombia, MADR. 122 p. Consultado 5 feb. 2015. Disponible en <https://es.scribd.com/document/52499764/2006718144553-Manual-de-guadua>
- Monsalve P, DN. 2006. La humanidad de las semillas sembrada en la santa tierra: la economía campesina en el Valle de Tenza (en línea). Bogotá, CO. Universidad Nacional de Colombia. p. 169-173. (Serie Encuentros Colección Mejores trabajos de grado). Consultado 24 oct. 2015. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/1432/6/05CAPI04.pdf>
- Plank, HK. 1952. Studies of factors influencing attack and control of the bamboo powder-post beetle (en línea). *Rev App Ent* 40:393-394. Consultado 17 set. 2015. Disponible en <https://ia802309.us.archive.org/27/items/CAT10398038/CAT10398038.pdf>
- Restrepo, J. (2005). La luna y su influencia en la agricultura, Colombia-Brasil-México: fundación Juquira Candirú (en línea). p. 1-14. Consultado 5 feb. 2015. Disponible en <http://www.biodinamica.es/documentos/InfluenciaFasesLunares.pdf>
- Sáenz A, A; Montoya, JA; Tistl, M. 2004. Artrópodos asociados con *Guadua angustifolia* almacenada en Pereira, Colombia (en línea). *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 71:59-66. Consultado 6 ago. 2014. Disponible en <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr:8080/bitstream/handle/11554/5804/A1921e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vázquez C, AD; Narvárez G, JM; Calero B, WA. 2014. Los efectos de la luna en la producción agropecuaria. *Rev Univ del Caribe* 13(2):21-25. Consultado 5 feb. 2015. Disponible en <http://revistas.uraccan.edu.ni/index.php/caribe/issue/view/60>

Entomofauna asociada al cultivo de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) en el departamento de Alto Paraná

Juan Carlos Agüero Alegre¹ y Claudia Carolina Cabral Antúnez^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

* Correspondencia: claudia_c_cabral@hotmail.com

Introducción

La agricultura es uno de los motores principales que impulsan la economía del Paraguay. De todos los cultivos, la soja es el más importante en cuanto a cantidad de área sembrada y divisas que genera. Como todo cultivo, también se encuentra bajo constantes ataques de plagas (Cabral et al. 2016). En los últimos años el uso indiscriminado de productos fitosanitarios ha generado un desequilibrio en la diversidad biológica de este agroecosistema. Por tanto, es necesario realizar constantemente monitoreos de las poblaciones de insectos tanto plagas como enemigos naturales a fin de conocer las especies que se presentan un mayor impacto en el cultivo y adoptar en base a ello un método de control de plagas eficiente, que permita el uso racional de los recursos disponibles, sin dañar el medio ambiente.

El presente trabajo se llevó a cabo a fin de verificar la entomofauna del cultivo de soja en el departamento de Alto Paraná, cuantificando las especies de insectos plagas y enemigos naturales encontrados y determinando los índices faunísticos (abundancia, frecuencia, constancia y dominancia por el método de paño de batida

Metodología

El estudio fue realizado en fincas de productores, con cultivos de soja, bajo diferentes manejos de plagas, diferentes variedades, espaciamientos, fertilizaciones y estados de desarrollo, en el departamento de Alto Paraná. Los muestreos se llevaron a cabo en los meses comprendidos de noviembre de 2015 a febrero de 2016, completando una zafra agrícola.

En cada una de las 15 fincas fueron marcados 30 puntos equidistantes a 20 metros. En cada uno de los 30 puntos, se realizaron las colectas de los insectos presentes tanto plagas como enemigos naturales, utilizando paño de batida.

Los insectos colectados en cada punto fueron identificados en el campo mediante la ayuda de manuales de plagas del cultivo de soja, Sosa et al. (2014), los individuos que no pudieron ser identificados en el lugar de colecta, se depositaron en recipientes y fueron llevados al laboratorio de entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), para su posterior identificación. Para la diferenciación de género y especie de la subfamilia Plusiinae, todos los individuos fueron llevados al laboratorio y observadas las mandíbulas de las larvas, utilizando un estereoscopio (Ángulo et al. 2006). Fueron analizados los índices de dominancia, abundancia, frecuencia y constancia mediante el software estadístico (ANAFU) desarrollado en el Departamento de Entomología, Fitopatología y Zoología da Escola Superior de Agricultura Luis Queiroz, Universidade de San Paulo (Moraes et al. 2003).

La Dominancia según el método de Sakagami y Larroca (1967) de las especies encontradas en los cultivos de soja fue determinado a través del cálculo propuesto en la ecuación (Silva 1993) $LD = (1 / S) \times 100$. En el cual, LD = límite de dominio y S = número total de especies. A través de este parámetro, las especies fueron clasificadas en dominantes (D) cuando los valores de la frecuencia fueron superiores a este límite; y no dominantes (ND) cuando los valores encontrados fueron menores. La abundancia fue calculada según Silveira Neto et al. (1976). Los valores de esta medida faunística

se obtuvieron a partir de los intervalos de confianza de 1% y 5% sobre los promedios obtenidos del número total de individuos de cada especie, por el método de paño de batida. De esta manera, fueron obtenidos intervalos alrededor del promedio, usados para clasificar las especies en raras (r), dispersas (d), comunes (c), abundantes (a) y muy abundantes (ma).

El cálculo de la frecuencia agrupa las especies encontradas en: poco frecuente (PF), frecuente (F) o muy frecuente (MF) de acuerdo a Thomazini y Thomazini (2002). Este parámetro faunístico fue determinado a través de la presencia de cada especie en relación al total de colectas realizadas y los valores obtenidos a partir de los cálculos de los intervalos de confianza de 5% sobre los promedios de los registros totales para cada especie, en cada área (Silveira Neto et al. 1976). En relación a la constancia, Silveira Neto et al. (1976) afirman que se trata del porcentaje de especies presentes en los levantamientos efectuados. La constancia

fue determinada por la ecuación presentada por Silveira Neto et al. (1976): $C = (p \times 100)/N$. En la cual: C = porcentaje de constancia, p = n° de colectas conteniendo la especie en estudio y N = n° total de colectas efectuadas. Así, las especies fueron clasificadas en constantes (X), accesorias (Y) o accidentales (Z).

Resultados y discusión

Los análisis faunísticos para insectos plagas y para enemigos naturales, de acuerdo al método de paño de batida, dieron los siguientes resultados, para los insectos plagas de la orden Lepidoptera las especies *Rachiplusia nu* (Cant.:478), *Spodoptera* spp (Cant.:440) y *C. includens* (Cant.:281) fueron dominantes, muy abundantes, muy frecuentes y constantes (Tabla 1).

En cuanto a insectos plagas del orden Hemiptera, *Euschistus heros* (Tabla 1), fue la especie super dominante, super abundante, super frecuente y

Tabla 1. Análisis faunístico de plagas colectadas por el método de paño de batida en el Departamento de Alto Paraná, Paraguay. 2016.

Orden	Especie	Dominancia	Abundancia	Frecuencia	Constancia
Lepidoptera	<i>A. gemmatalis</i>	ND	r	PF	Y
	<i>C. includens</i>	D	ma	MF	W
	<i>Rachiplusia nu</i>	D	ma	MF	W
	<i>Spodoptera</i> spp.	D	ma	MF	W
	<i>O. indicata</i>	D	c	F	Y
Hemiptera	<i>Nezara viridula</i>	ND	r	PF	Z
	<i>E. heros</i>	SD	sa	SF	W
	<i>P. guildinii</i>	ND	r	PF	Z
	<i>Dichelops</i> spp.	D	ma	MF	W
	<i>E. meditabunda</i>	ND	r	PF	Z
Coleoptera	<i>D. speciosa</i>	D	a	F	W
	<i>C. arcuata</i>	ND	r	PF	Z
	<i>Lagria villosa</i>	D	c	F	W
	<i>Colaspis</i> sp.	D	ma	MF	Y
	<i>A. mourei</i>	ND	r	PF	Z
Otros	Cigarritas	ND	r	PF	Y
	Langostas	ND	r	PF	Y

D: Dominante; **SD:** Súper dominante; **ND:** No dominante; **sa:** Súper abundante; **ma:** Muy abundante; **c:** Común; **d:** Dispersa; **r:** Rara; **SF:** Súper frecuente; **MF:** Muy frecuente; **F:** Frecuente; **PF:** Poco frecuente; **W:** Constante; **Y:** Accesorio; **Z:** Accidental.

constante entre las 5 especies de Hemipteros colectadas. Los resultados del trabajo concuerdan Panizzi y Oliveira (2005); Pereira y Salvadori (2008); Sismeiro et al. (2013) y Cabral et al. (2016)

Entre las especies de la orden Coleoptera, *Colaspis* sp. (Cant.:403); *D. speciosa* (Cant.:218) y *Lagria villosa* (Cant.:201), resultaron ser las especies más dominantes, abundantes, frecuentes y constantes. Los resultados no concuerdan con los de otros autores (Marsaro et al. 2010

y Chiaradia et al. 2010), quienes mencionan a *Cerotoma* spp. como el coleóptero defoliador más importante en el cultivo de la soja.

El análisis faunístico realizado para los insectos benéficos (Tabla 2), arrojaron como resultado que las especies *Lebia concina*, *Zelus* spp. y ejemplares de la clase arácnida son los más dominantes, muy abundantes, muy frecuentes y constantes en el cultivo de soja. Esto concuerda con los trabajos de realizados por Chiaradia et al. (2010).

Tabla 2. Análisis faunístico de enemigos naturales colectados con el método de paño de batida en el Departamento de Alto Paraná, Paraguay. 2016.

Especie	Dominancia	Abundancia	Frecuencia	Constancia
Predadores				
<i>Lebia concina</i>	D	a	MF	W
<i>Zelus</i> spp.	D	c	F	W
<i>Orius</i> spp.	ND	ma	F	Z
<i>Geocoris</i> spp	ND	c	F	Z
Arácnidos	D	ma	MF	W
Coccinellidos	ND	a	PF	Z
Parasitoides				
Dípteros	ND	c	F	W

D: Dominante; **ND:** No dominate; **ma:** Muy abundante; **c:** Común; **d:** Dispersa; **r:** Rara; **MF:** Muy frecuente; **F:** Frecuente; **PF:** Poco frecuente; **W:** Constante; **Y:** Accesorio; **Z:** Accidental.

Conclusión

De acuerdo a los datos obtenidos de las colectas realizadas con paño de batida en el departamento de Alto Paraná se concluye:

- Las especies de orugas defoliadoras del cultivo de soja, *Rachiplusia nu*; *Spodoptera* spp. y *Chrysodeixis includens* son las más dominantes, abundantes, frecuentes y constantes.
- Insectos de la especie *Euschistus heros*, son super dominante, super abundante, super frecuente y constante en el cultivo de soja colectados.

- De entre las especies de coleópteros defoliadores del cultivo de soja, *Colaspis* sp. son dominantes, muy abundante muy frecuente y accesoria, mientras que *Lagria villosa* son dominantes, comunes, frecuentes y constante, ya individuos de *Diabrotica speciosa*, resultaron ser las más dominantes, abundantes, frecuentes y constantes.
- Ejemplares de *Lebia concina* son dominantes, abundantes, muy frecuentes y constantes, en tanto *Zelus* spp. son dominantes, comunes, frecuentes y constantes.



Referencias bibliográficas

- Angulo, A; Olivares, S; Weigert, G. 2006. Estados inmaduros de lepidópteros noctuidos de importancia económica agrícola y forestal em Chile (Lepidoptera; Noctuidae). Concepción, Chile, Universidad de Concepción. 148 p.
- Cabral A, CC; Storck, L; Guedes, JV; Rasche, JW; Schaefer, GL; Cargnelutti Filho, A. 2016. Tamanho de amostra para avaliar a densidade populacional de lagartas em lavouras de soja. *Investigación Agraria* 18(2):70-76.
- Chiaradia, L; Rebonatto, A; Smaniotto, M; Furlan, M; Nunes, C. 2010. Artropodofauna asociada às lavouras de soja (en línea). *Revista de Ciências Agroveterinárias Lages* 10(1):29-36. Consultado 22 oct. 2016. Disponible en http://rca.cav.udesc.br/rca_2011_1/4_Chiaradia.pdf
- Guedes, J; Farias, R; Guareschi, A; Roggia, S; Lorentz, H. 2006. Capacidade de coleta de dois métodos de amostragem de insetos-praga da soja em diferentes espaçamentos entre linhas (en línea). *Ciência Rural* 36(4):1299-1302. Consultado 26 oct. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/cr/v36n4/a40v36n4.pdf>
- Marsaro, A; Valle da Silva, P; da Sila, W; Pereira, S. 2010. Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no Estado de Roraima (en línea). *Rev Acad Ciênc Agrár Ambient Curitiba* 8(1):71-76. Consultado 22 oct. 2016. Disponible en <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/886360/1/ACADEMICA001200003715academicavol8n1art8flutuacao.pdf>
- Pereira, P; Salvadori, J. 2008. Aspectos populacionais de percevejos fitófagos ocorrendo na cultura da soja (Hemiptera: Pentatomidae) em duas áreas do norte do Rio Grande do Sul (en línea). Passo Fundo, Embrapa. Consultado 26 oct. 2016. Disponible en https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes?_buscapublicacao_WAR_pcebusca6_1portlet_titulo=aspectos-populacionais-de-percevejos-fitofagos-ocorrendo-na-cultura-da-soja-hemiptera-pentatomidae-em-duas-areas-do-norte-do-rio-grande-do-sul
- Sane, I; Alverson, D; Chapin, J. 1999. Efficiency of Conventional Sampling Methods for Determining Arthropod Densities in Close-Row Soybeans (en línea). *Urban Entomol* 16(1):65-84.
- Silva, N. 1993. Levantamiento y análisis faunístico de Diptera: Tephritidae en cuatro sitios del estado de Amazonas. Piracicaba. Tesis Doctorado. Piracicaba, Brasil, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP. 152 p.
- Silveira Neto, S; Nakano, D; Barbin A. 1976. Manual de ecologia dos insetos. Piracicaba, Agrônômica Ceres, 416 p.
- Sismeyro, M; Montenegro, A; Mazeiro, E; Brocco, L; Pasini, A; Roggia, S. 2013. Manejo do percevejo-marron *Euschistus heros*. em soja bt resistentes a lagartas (en línea). Reuniao de pesquisa de soja da região central do Brasil. Londrina. Consultado 24 oct. 2016. Disponible en <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88697/1/Manejo-de-percevejo-marron-Euschistus-heros-em-soja-Bt-resistente-a-lagartas.pdf>
- Sosa, D; Correa, B; Hoffman, C; Corso, I; Oliveira, L; Moscardi, F; Panizzi, A; Freitas, B; Hirose, E; Roggia, S. 2014. Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja. 3 ed. Londrina, BR, Embrapa Soja. 100 p.
- Stürmer, G; Cargnelutti, A; Giacomini, S; Moreira, L; Guedes, J. 2014. Eficiência do panode-batida na amostragem de insetos-praga de soja em diferentes espaçamentos entre linhas e cultivares (en línea). *Semina Ciências Agrárias Londrina* 35(3):1177-1186. Consultado 3 oct. 2016. Disponible en <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/13720/1452>
- Thomazini, M; Thomazin, A. 2002. Levantamiento de insectos y análisis entomofaunístico en bosque, matorral y pastizal en el sudeste acreano (de Acre). Embrapa. *Boletín Investigación y Desarrollo* 35.

Parasitismo natural de larvas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera; Noctuidae) en cultivos de maíz en el departamento de Caaguazú

Alexis B. González¹, Claudia Carolina Cabral Antúnez¹, Bolívar Garcete²,
María B. Ramírez de López^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay

*Autor para correspondencia: mabramirez@gmail.com

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen y está difundido por todo el mundo ya sea como alimento humano, animal o como fuente de gran número de productos industriales. En la actualidad, el Paraguay ocupa un importante lugar en la producción de este rubro, siendo los Departamentos de Alto Paraná, Canindeyú, San Pedro, Itapúa y Caaguazú las principales zonas productoras (Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias - DCEA 2012). El principal problema fitosanitario a la que se enfrenta el desarrollo de esta gramínea para la obtención de un excelente rendimiento, es la plaga comúnmente conocida como “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera; Noctuidae). Esta plaga ocurre en toda la etapa del crecimiento de la planta, y puede reducir la producción hasta en un 40% u ocasionar la pérdida total de la misma si es que no se recurre a un manejo. El daño que puede ocasionar esta plaga al maíz es muy importante, por ende se toman medidas de control comúnmente utilizando productos químicos, las cuales desequilibran el ecosistema, destruyen los organismos benéficos y permiten seleccionar poblaciones resistentes a los insecticidas. De esta forma se recurre al uso de controladores biológicos como los parasitoides de larvas, el cual podría ser capaz de matar al “cogollero del maíz” *S. frugiperda*, obteniendo así una variable muy importante para alcanzar el buen rendimiento del cultivo sin ocasionar daño alguno al hombre y al medio ambiente (García et al. 2013).

Basados en esos criterios, el objetivo general de este trabajo fue determinar el porcentaje de parasitismo de larvas de *S. frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), en distintas localidades del departamento de Caaguazú.

Metodología

El experimento se realizó en el laboratorio de la División de Entomología del Área de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), situada en la ciudad de San Lorenzo - Paraguay. Durante el ciclo agrícola 2015, se realizaron colectas de larvas de *S. frugiperda* de diferentes fincas de productores, en diferentes localidades agrícolas del Departamento de Caaguazú. En cada colecta de campo se capturaron ejemplares de diferentes instares; las larvas fueron individualizadas y colocadas en recipientes con tapas para trasladarlos al laboratorio.

En el laboratorio las larvas fueron mantenidas a una temperatura de 25°C, 12 horas de fotofase y 65% de humedad relativa, donde continuaron siendo alimentadas con hojas frescas de maíz, para su crecimiento hasta completar su ciclo o bien hasta la obtención del parasitoide. Los parasitoides adultos fueron colocados en alcohol 70%, etiquetados e identificados con ayuda de llaves de identificación de órdenes y familias. La identificación de especies fue realizada por un taxónomo.

Se observaron y se cuantificaron el número de parasitoides emergidos de larvas de *S.*

frugiperda. El porcentaje de parasitismo se determinó según García et al. (2013). El cálculo de los porcentajes de parasitismo se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Parasitismo} = \frac{\text{No. de Larvas Parasitadas}}{\text{No. de Larvas Útiles (Total)}} \times 100$$

Dónde:

Larvas útiles: diferencia entre larvas colectadas y muertas por manejo, por fuga o por enfermedad.

Larvas parasitadas: Se cuantifican únicamente a partir de las larvas útiles, emergidas o no en el parasitoide.

Resultados y discusión

Fueron realizadas 10 colectas de larvas de *S. frugiperda* en 6 localidades agrícolas del Departamento de Caaguazú (Caaguazú, Dr. Juan

Manuel Frutos, Yhú, Campo 9, Repatriación y 3 de Febrero), siendo colectadas 1.015 larvas, de las cuales 553 fueron larvas útiles, el 20,23% fueron parasitadas. Estos resultados son aproximados a los mencionados por Molina et al. (2004), Dequech et al. (2004), Marúa et al. (2006), Marúa et al. (2009), Silva et al. (2011), Ordóñez et al. (2015a) y Ordóñez et al. (2015b) quienes obtuvieron parasitismo de 13,80; 22,01; 19,94; 18,93; 14,50; 23; 18,20 y 22,08% respectivamente, en diferentes países de América. Sin embargo es considerado bajo el porcentaje al comparar con los estudios de Bahena et al. (2010) y García et al. (2013), quienes mencionan parasitismo de 62,40% y de 48,46% respectivamente en México. El número de larvas colectadas por localidad así como el número de larvas útiles y número de larvas parasitadas son observados en el Tabla 1.

Tabla 1. Localidad, coordenadas, número de larvas colectadas, número de larvas útiles y número de larvas parasitadas de *S. frugiperda* en el Departamento de Caaguazú. FCA - UNA, San Lorenzo, Paraguay. 2015.

Localidad	Coordenadas	Larvas colectadas	Larvas útiles	Larvas parasitadas
Caaguazú	25°27' S – 55°59' O	190	138	24
Dr. J. M. Frutos	25°19' S – 55°51' O	225	96	35
Yhú	25°17' S – 55°58' O	215	96	17
Campo 9	25°22' S – 55°40' O	120	56	9
Repatriación	25°32' S – 55°40' O	55	30	6
3 de Febrero	55°13' S – 55°46' O	210	137	21
Total	-	1.015	553	112

La presencia de parasitoides del gusano cogollero en el Departamento de Caaguazú fue notable en todas las localidades agrícolas muestreadas, si bien el porcentaje de parasitismo total puede ser considerado como bajo, observamos que el porcentaje varió entre 15,32% en la localidad de 3 de Febrero hasta 36,45% en la localidad de Dr. J. M. Frutos (Figura 1) el cual puede ser considerado como bueno ya que el parasitismo es natural y sobre todo por la gran cantidad de productos químicos no selectivos utilizados en la zona.

Del total de 152 parasitoides emergidos se tienen identificadas 5 especies de 3 familias distintas y 2 órdenes (Tabla 2). Como representantes del orden Hymenoptera fueron registradas las familias Braconidae y la Ichneumonidae, en tanto en el orden Díptera fueron registradas individuos de la familia Tachinidae. En la familia Braconidae fueron identificadas a *Exasticolus fuscicornis* y *Glyptapanteles militaris*, en tanto que la especie *Ophion* sp. fue la representante de la familia Ichneumonidae. Las especies *Archytas* sp. y *Winthemia* sp. fueron identificadas como

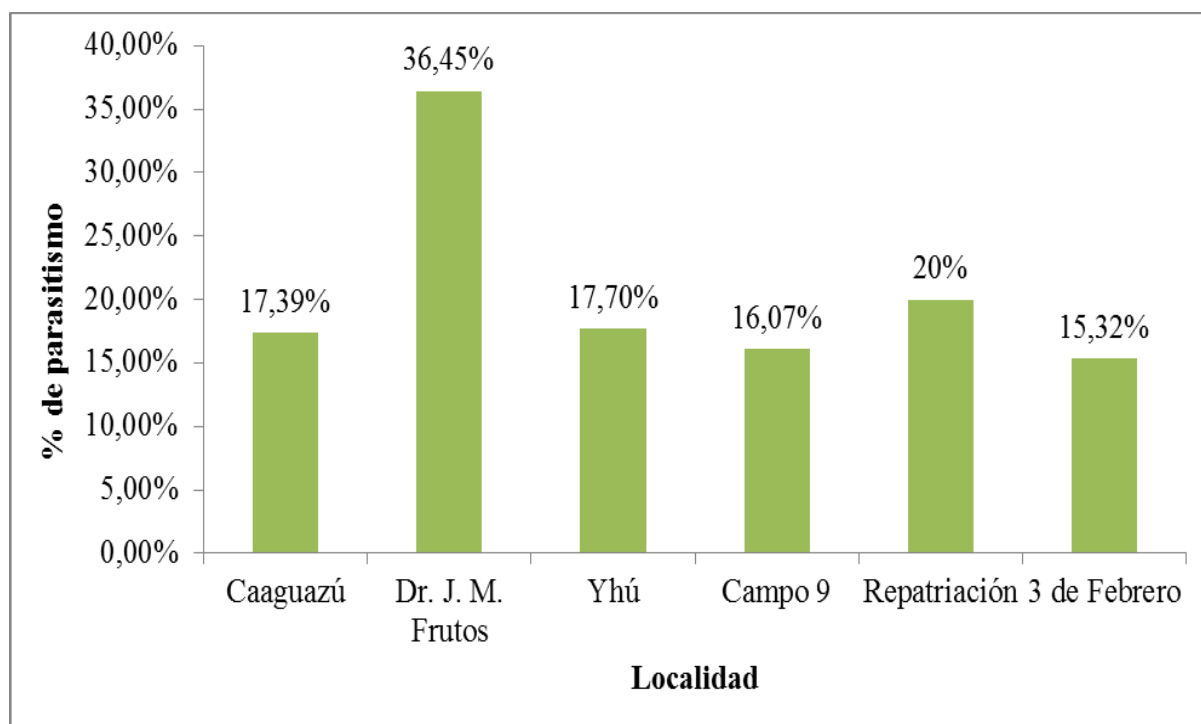


Figura 1. Porcentaje de parasitismo natural de larvas de *S. frugiperda* en el Departamento de Caaguazú. FCA - UNA, San Lorenzo, Paraguay. 2015.

Tabla 2. Número total y porcentaje de parasitoides emergidos de larvas de *S. frugiperda* colectadas en el Departamento de Caaguazú. FCA - UNA, San Lorenzo, Paraguay. 2015.

Familia	Especie	Nº total de parasitoides	Porcentaje de parasitoides
Braconidae	<i>Exasticolus fuscicornis</i>	16	2,89%
	<i>Glyptapanteles militaris</i>	22	3,97%
Ichneumonidae	<i>Ophion</i> sp.	25	4,52%
Tachinidae	<i>Archytas</i> sp.	46	8,31%
	<i>Winthemia</i> sp.	43	7,77%

los representantes de la familia Tachinidae.

En general para todas las localidades muestreadas se pudo observar la presencia de parasitoides y se pudo identificar como especies más abundante del orden Díptera; a las moscas de la familia Tachinidae; *Archytas* sp. (46) y *Winthemia* sp. (43). Este trabajo de investigación también concuerda con trabajos realizados por Marúa et al. (2006), Ordoñez et al. (2015) donde reportaron

a *Archytas* sp. de la familia Tachinidae como los parasitoides más abundante.

En todas las parcelas de maíz muestreadas fueron encontradas larvas parasitadas, lo que indica la importancia de los agentes de control natural en la reducción de la densidad de población de *S. frugiperda*. Las familias con las especies Braconidae (*Exasticolus fuscicornis* y *Glyptapanteles militaris*), Ichneumonidae (*Ophion*



sp.) y Tachinidae (*Archytas* sp. y *Winthemia* sp.) identificadas en esta investigación son las mismas encontradas por Dequech et al. (2004), Jourdie et al. (2008), Marúa et al. (2009), Bahena et al. (2010), Silva et al. (2011) y García et al. (2013)

Conclusión

Representantes de la familia Braconidae (*Exasticolus fuscicornis* y *Glyptapanteles militaris*), Ichneumonidae (*Ophion* sp.) y Tachinidae (*Archytas* sp. y *Winthemia* sp.) son identificadas como parasitoides de larvas de *Spodoptera frugiperda*.

El porcentaje de parasitismo total en *S. frugiperda* en el Departamento de Caaguazú fue de 20,25%.

Referencias bibliográficas

- Bahena, F; Lange, E; Farnier, K; Cortez, E; Sanchez, R; García, F; Miranda, M; Degen, T; Gaudillat, B; Aguilar, R. 2010. Parasitismo en gusano cogollero del maíz (J. E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) en el centro de México. In Congreso Nacional de Control Biológico (2010, Uruapan, Michoacan, MX). Conferencia. p. 204-209.
- DCEA (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias, PY). 2012. Estimación de superficie, producción y rendimiento de cultivos agrícolas del Paraguay (en línea). San Lorenzo, PY. Consultado 12 set. 2014. Disponible en <http://www.mag.gov.py/Censo/Estimación%20Agropecuaria%202010-2011.pdf>
- Dequech, ST; Silva, RF da; Fiuza, LM. 2004. Ocorrência de parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidóptera, Noctuidae) em lavouras de milho em Cachoeirinha, RS. *Ciência Rural* 34(4):1235–1237.
- García, C; González, MB; González, A. 2013. Parasitismo natural de Braconidae e Ichneumonidae (Hymenóptera) sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología* 39(2):211–215.
- Jourdie, V; Alvarez, N; Turlings, T. 2008. Identification of seven species of Hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda*, using polymerase chain reaction amplification and restriction enzyme digestion. *Agricultural and Forest Entomology* 10(2):129–136.
- Marúa, G; Molina, J; Coviella, C. 2006. Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae) and its parasitoids in northwestern Argentina. *Florida Entomologist* 89(2):175–182.
- Marúa, G; Molina, J; Fidalgo, P. 2009. Natural distribución of parasitoids of larvae of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in Argentina. *Journal of Insect Science* 9:1–17.
- Molina, J; Carpenter, JE; Lezama, R; Foster, JE; González, M; Angel, CA; Farias, J. 2004. Natural distribution of Hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae) larvae in México. *Florida Entomologist* 87(4):461–472.
- Ordoñez, M; Rios, C; Belanga, DI; Acosta, CH; Salas, MA; Cambero, J. 2015a. Occurrence of natural enemies of *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae) in Chihuahua, México. *Florida Entomologist* 98(3):843–847.
- Ordoñez, M; Bustillos, JC; Loya, J; Ríos, C; Jacobo, JL. 2015b. Parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) en Chihuahua, México. *Métodos en Ecología y Sistemática* 10(1):67–78.
- Silva, FM; Fowler, HG; Lemos, RN. 2011. Dinâmica populacional de parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidóptera, Noctuidae) en milho (*Zea mays* L.) cultivado no sistema orgânico de produção. *Brasil*. 3 p.

Parasitismo en larvas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera; Noctuidae) en cultivo de maíz en el Departamento de Alto Paraná

Rocío Montiel Cáceres¹, Claudia Cabral Antúnez^{1*}, Bolívar Garcete Barret²,
Bernarda Ramírez de López¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay

*Autor para correspondencia: claudia_c_cabral@hotmail.com

Introducción

La producción del maíz se ve limitada por problemas fitosanitarios que producen pérdidas en la productividad, esto ocurre principalmente cuando la producción se realiza en forma intensiva permitiendo la posibilidad de infestación de plagas. Una de las principales plagas del cultivo es el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) que causa pérdidas económicas significativas para los productores.

Diversos métodos de control vienen siendo utilizados, en la tentativa de minimizar las poblaciones de estos insectos, como ser el control mecánico, control químico, y más recientemente el control biológico, que constituye un vasto campo de estudios, basado en el fenómeno natural de que muchas especies viven a expensas de otros organismos, cuyas poblaciones son reguladas y a veces erradicadas del ecosistema (Ruiz et al. 2004). En la búsqueda de alternativas para el control de esta plaga se ha demostrado la existencia de insectos entomófagos que regulan en forma natural las poblaciones del gusano cogollero (García et al. 2012).

El objetivo del trabajo fue evaluar la ocurrencia de los parasitoides en *S. frugiperda* en cultivo de maíz, para lo cual se identificaron las diferentes especies de parasitoides asociados a esta plaga en el estado larval y pupal.

Metodología

El experimento fue conducido en el Laboratorio

de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción. Larvas de diferentes instares de *S. frugiperda* se colectaron quincenalmente en la zona de Alto Paraná en fincas de productores de diferentes genotipos de maíz, diferentes tipos de manejo del cultivo para garantizar representatividad de la región. Las larvas fueron individualizadas y transportadas en tubos de ensayo hasta el laboratorio.

En el laboratorio las larvas fueron colocadas en frascos de plástico, y alimentadas diariamente con hojas de maíz, se mantuvieron a una temperatura de 25°C, 12 horas de fotofase y 65% de humedad relativa hasta la emergencia de adultos o del parasitoide.

Para la identificación de los parasitoides adultos fueron colocados en pequeñas placas, etiquetados e identificados según su familia con ayuda de llaves de identificación de órdenes y familias. Para la identificación de las especies fueron enviadas a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales para ser identificadas por un taxónomo especialista.

Se evaluaron los porcentajes de parasitismo, la distribución de la emergencia de los parasitoides en cada instar o fase del hospedero, localidad y periodo de colecta.

El cálculo de los porcentajes de parasitismo se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Parasitismo} = \frac{\text{No. de Larvas Parasitadas (Total)} (100)}{\text{No. de Larvas Útiles (Total)}}$$

Larvas útiles: Se obtienen por la diferencia entre las larvas colectadas y las muertas por manejo, escapadas o por enfermedad

Larvas parasitadas: Se cuantifican únicamente a partir de las larvas útiles, emerja o no el parasitoide.

Después de la identificación de los parasitoides los datos fueron analizados y organizados en tablas de acuerdo al distrito muestreado

Resultados y discusión

De 905 larvas colectadas en el departamento del Alto Paraná región sur, 472 fueron larvas útiles, de las cuales 78 fueron parasitadas que corresponde a 16,73% (Tabla 1). En este trabajo se registró un porcentaje bajo de parasitismo semejante a los trabajos realizados por Gómez (2012), Ordoñez et al. (2014) y Pérez (2008). También concuerda con los resultados de Dequech et al. (2004) quienes encontraron porcentaje bajo de parasitismo y difiere con García et al. (2012) que observó un porcentaje elevado parasitismo.

Tabla 1. Porcentaje de parasitismo de cada distrito muestreados en el cultivo de maíz (*Zea mays*). Alto Paraná, Paraguay. 2015.

Localidad	N° de muestreos	Larvas colectadas	Larvas útiles	Larvas parasitadas	Larvas muertas	% de parasitismo
Doctor Juan León Mallorquín	1	38	26	6	5	7,69
Yguazú	1	15	6	5	4	6,41
Hernandarias	2	102	45	11	46	14,1
Itakyry	3	55	38	2	15	2,56
Mbaracayú	3	164	86	10	68	12,82
Minga Porá	6	285	130	30	127	38,46
San Alberto	1	84	41	5	38	6,41
Santa Fe del Paraná	3	162	100	9	53	11,53
Total	20	905	472	78	356	16,73

La presencia de parasitoides del gusano cogollero en el Departamento de Alto Paraná fue notable en todas las localidades de muestreo, sin embargo este porcentaje de infestación fue diferente en las localidades, así en el distrito de Minga Porá se obtuvo el porcentaje más alto con el 38,46 % de parasitismo natural, mientras que a Itakyry presentó el porcentaje más bajo con el 2,56% en relación a la región.

En la identificación de ejemplares se registraron las siguientes especies: de la familia Braconidae:

Chelonus sp. y *Exasticolus fuscicornis* y de la familia Tachinidae: *Archytas* sp. y *Winthemia* sp. (Tabla 2).

En general, para todas las localidades muestreadas, se pudo identificar que la Orden Hymenoptera fue la más abundante, seguido de representantes de la familia Tachinidae (Tabla 3).

Al considerar el porcentaje de parasitismo por cada familia encontrada, se obtuvieron los siguientes datos 58,97% por la familia

Tabla 2. Distribución de Parasitoides de *S. frugiperda*, en el Departamento de Alto Paraná, Paraguay. 2015.

Familia	Subfamilia	Especie	Distritos de Alto Paraná							
			Dr. Juan Mallorquín	Yguazú	Hernandarias	Itakyry	Mbaracayú	Minga Porá	San Alberto	Santa Fe del Paraná
Braconidae	Cheloninae	<i>Chelonus</i> sp.		*		*				
	Homolobinae	<i>E. fuscicornis</i>		*	*	*	*	*	*	*
Tachinidae	Tachininae	<i>Archytas</i> sp.	*		*		*	*		
	Goniinae	<i>Winthemia</i> sp	*	*	*		*	*	*	*

Tabla 3. Número y especies de parasitoides emergidos de larvas de *S. frugiperda* el cultivo de maíz (*Zea mays*). Alto Paraná, Paraguay. 2015.

Distrito	<i>Chelonus</i> sp.	<i>E. fuscicornis</i>	<i>Archytas</i> sp.	<i>Winthemia</i> sp
Dr. Juan L. Mallorquín	-	-	3	4
Yguazú	1	2	-	2
Hernandarias	-	9	1	1
Itakyry	1	1	-	-
Mbaracayú	-	8	1	1
Minga Porá	-	17	1	11
San Alberto	-	3	-	2
Santa Fe del Paraná	-	4	-	5
Total	2	44	6	26

Braconidae y 44, 02% a la familia Tachinidae. Algunas de las familias que se reportaron en esta investigación son las mismas encontradas por Gómez (2012), quienes encontraron en sus colectas un parasitismo de 30,4% por Braconidae y 69,6% Tachinidae.

Conclusión

En las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el muestreo, se concluye lo siguiente:

En el departamento de Alto Paraná se identificaron los parasitoides *Chelonus* sp. *Exasticolus fuscicornis* *Archytas* sp. y *Winthemia* sp. El porcentaje de parasitismo natural fue de 16, 73%.

Referencias bibliográficas

Dequech, S; Silva, R; Fiuza, L. 2004. Ocorrência de parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lep., Noctuidae) em lavouras de milho em Cachoeirinha, RS1. Agron 35(4):419-426.



- García, M; Bahena, F; Zavala, M. 2012. Enemigos naturales del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) en la región Pátzcuaro, Michoacán (en línea). México. Consultado 20 jul. 2014. Disponible en <http://congresodescom.itspatzcuaro.com/docs/ponencias/16-Garcia-Becerra-%20Enemigos%20Naturales%20del%20S.frugiperda.docx>
- Gómez H. 2012. Parasitoides asociados a larvas de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith. en el departamento de Chimaltenango (en línea). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Sub Protección de Plantas Facultad de Agronomía. Consultado 15 ago. 2014. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/128332036/PARASITOIDES-ASOCIADOS-A-LARVAS-DE-GUSANO-COGOLLERO-Spodoptera-frugiperda-J-E-Smith-EN-EL-DEPARTAMENTO-DE-CHIMALTENANGO>
- Ordoñez, M; Rios C; Berlanga, D; Salas, A; Cambero, J. 2014. Occurrence of Natural Enemies of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Chihuahua, México (en línea). México. Consultado 23 jul. 2015. Disponible en <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1653/024.098.0305>
- Pérez, E. 2008. Control biológico de *Spodoptera frugiperda* Smith en maíz (en línea). Habana, CU, Departamento de Manejo de Plagas, INISAV. Consultado 23 jul. 2014. Disponible en <http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/SPODOPTTE.htm>
- Ruíz, E; Cabral, C; Pino, C. 2004. Eficiencia de *Bacillus thuringiensis* Línea HD-I en el control de *Spodoptera frugiperda* (Smith), Lepidóptera Noctuidae en condiciones de campo y de laboratorio en el cultivo de maíz dulce *Zea mays* saccharata (en línea). Investigación Agraria 6(1):10-14. Consultado 24 jul. 2014. Disponible en <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/198/19>

Aspectos biológicos de *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) en dieta artificial

Lorena Raquel Marini Benitez^{1*}, Osmar René Arias Ruiz Díaz², Víctor Adolfo Gómez López²

¹Fundación Nikkei-Cetapar, Km 45 - Ruta N° 7 Dr. José G. R. de Francia. Yguazú, Paraguay.

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Ruta Mcal. Estigarribia Km 10,5. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: entomologia@cetapar.com.py

Introducción

Spodoptera cosmioides es una especie altamente polífaga que se alimenta de una gran variedad de plantas, tanto cultivadas como dañinas. La literatura cita diversos cultivos como hospederos: maní, alfalfa, algodón, arroz, avena, esparrago, berenjena, remolacha, café, cebolla, soja, maíz, eucalipto, mamón, poroto, sorgo, tomate, trigo, tabaco, girasol, ricino, jatropha y tung entre otros (Bavaresco et al. 2004; Figueiredo et al. 2011; Cabezas et al. 2013; Santos et al. 2010; Araújo 2009).

Los avances de las investigaciones de la Entomología moderna dependen de la disponibilidad de insectos en los laboratorios, para que los trabajos tengan continuidad y no queden dependientes de la ocurrencia natural de los insectos objeto de estudios, en especial de las plagas agrícolas (Parra 2013).

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar aspectos biológicos de *Spodoptera cosmioides* en dieta artificial en condiciones de laboratorio, determinar la duración y viabilidad de las distintas fases de desarrollo y del ciclo total; número de instares; peso de pupas; razón sexual; longevidad y fecundidad de adultos y viabilidad de los huevos.

Metodología

El experimento fue realizado en el laboratorio de Bioensayos Entomológicos de Entomología del Área de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional

de Asunción entre los meses de enero a abril del 2014.

Se estudió los aspectos biológicos de *Spodoptera cosmioides* alimentadas con dieta artificial, en condiciones controladas de temperatura $25\pm 2^{\circ}\text{C}$; humedad relativa de $70\pm 10\%$ y fotofase de 14 horas. Se utilizaron 200 larvas neonatas de menos de 24 horas de edad. Se realizaron observaciones diariamente y se anotaron los siguientes datos: Fase larval: Número y duración de los instares (días), duración total del periodo larval (días), viabilidad larval (%); Fase de pre pupa: Duración (días) y viabilidad (%); Fase de pupa: Duración (días), peso de machos y hembras(g), viabilidad (%) y razón sexual; Fase adulta: periodo de pre-oviposición (días) y oviposición (días) y cantidad de huevos por hembra(número), fecundidad (número) y longevidad de los adultos (días); Huevos: Se utilizó una postura de cada pareja, se contabilizó la cantidad de huevos de cada una, periodo de incubación (días) y viabilidad (%).

Para cada uno de los criterios evaluados se determinó el intervalo de confianza.

Resultados y discusión

La duración y viabilidad de cada instar, así como del periodo de larva completo, se observa en el Tabla 1. Con relación a la duración promedio de la fase larval; se verifica $14,32\pm 0,32$ días, así mismo la viabilidad promedio es de 88,5% considerándose los siete instares.

Bavaresco et al. (2004) en investigaciones sobre adaptación de dietas, utilizaron leche en polvo

Tabla 1. Duración promedio en días, ($X \pm EP$) y viabilidad parcial y total (%) de las fase de larva de *S. cosmioides* alimentadas con dieta artificial en condiciones controladas. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay, 2014.

Ínstar	Duración (días)	Viabilidad (%)
1°	1,65±0,08	93
2°	2,04 ±0,13	98,3
3°	1,93±0,10	99,4
4°	2,37±0,12	98,3
5°	3,02±0,20	99,4
6°	4,06±0,11	99,4
7°	4,66±0,65	100
Total	14,32±0,32	88,5%

en sustitución de caseína como ingrediente de la dieta, observando el promedio de la fase de larva de 19,3 días con viabilidad del 98,7%; evidenciando una prolongación en la duración de esta fase

Rodrigues (2009) utilizando dieta natural compuesta por hojas de las variedades de algodón Bt NuOPAL y DeltaOPAL, observa una duración promedio de 25,1 días con viabilidad de 100%, alargándose la fase de larva con relación a los resultados de esta investigación. En la fase

de pre-pupa, la duración promedio fue de 2,16 ± 0,12 días, presentando viabilidad del 97,8% (Tabla 2). Este dato es inferior al obtenido por Bavaresco et al. (2004), bajo dieta artificial, que presentó 3,1 días; coincidiendo con la viabilidad que verificó 98% de sobrevivencia. Por su parte, Rodrigues (2009) observó una duración de pre-pupa de 2,1 días para orugas alimentadas con algodón DeltaOPAL, y 2,3 días para aquellas alimentadas con la variedad NuOPAL. En ambos casos la viabilidad fue del 100%.

Tabla 2. Duración promedio en días y viabilidad (%) de la fase de pre-pupa de *S. cosmioides* en dieta artificial en condiciones controladas. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay, 2014.

Pre pupa	
Duración (días)	Viabilidad
2,6 ± 0,12	97,8%

En cuanto a la fase de pupa (Tabla 3), la duración promedio fue de 13,9 días, con 96,6% de viabilidad, lo cual se aproxima a los resultados obtenidos por Bavaresco et al. (2004), con duración de la fase de pupa de 14,1 días y la viabilidad del 86,8%. La razón sexual fue de 0,44, el peso de las pupas hembra fue de 0,556 g y las pupas macho pesaron en promedio 0,548 g. Estos

promedios difieren de los resultados obtenidos por Bueno et al. (2012), orugas alimentadas con dieta artificial con un peso promedio de pupas de 0,376 g. En todos los casos las pupas hembras presentaron una menor duración en días que las pupas machos, resultado que coincide con otros autores como Bavaresco et al. (2004) y Santos et al. (1980).

Tabla 3. Promedio de duración en días, viabilidad (%) y peso en gramos de la fase de pupa para hembras y machos de *S. cosmioides* en dieta artificial en condiciones controladas. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay, 2014.

Pupa			
	Duración (días)	Viabilidad	Peso (g)
Hembras	12,6±0,2	94,9%	0,556±0,01
Machos	15,01±0,2	97,8%	0,543±0,01
Promedio	13,9 ± 0,23	96,6%	0,548±0,008

En la fase adulta se observó que las hembras (Tabla 4), presentaron promedio de 10,55 días de longevidad, superior a los machos, los cuales vivieron en promedio 8,5 días. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Rodrigues (2009), quien observó que las hembras vivieron en promedio 8 días y los machos 6 días.

El periodo de pre-oviposición fue de 3,5 días; el de oviposición 4,2 y de pos- oviposición 3,1; lo cual se asemeja a los resultados presentados por Rodrigues (2009), con periodo de pre-oviposición de 3 días, 4,7 días de oviposición y

1,2 días de pos-oviposición.

El periodo reproductivo se inició al cuarto día luego de la emergencia de los adultos. La fecundidad total fue de 3.301 huevos por hembra, con 62% de viabilidad y 3,5 días de incubación en promedio. Bavaresco et al. (2001) obtuvieron resultados de fecundidad de 4.236 huevos por hembra con viabilidad de 41% y periodo de incubación de 4,1 días. Se observó un máximo de 6 posturas por hembra, presentando la primera postura la mayor cantidad promedio de huevos.

Tabla 4. Parámetros biológicos de la fase adulta de *S. cosmioides* en dieta artificial en condiciones controladas. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay, 2014.

Parámetros biológicos	
Longevidad de Hembras (días)	10,55 ±1,3
Longevidad de machos (días)	8,55 ±1,15
Periodo de pre-oviposición (días)	3,5 ± 0,63
Periodo de oviposición (días)	4,2 ± 0,93
Periodo de pos-oviposición (días)	3,16 ± 0,92
Fecundidad diaria (Unidades)	848,82±121,8
Fecundidad total (Unidades)	3.301 ± 863,16
Viabilidad de huevos (%)	62
Incubación de huevos	3,5 ±0,17 días
Promedio de posturas/hembra	3,8 ±0,758
Razón sexual	0,44

La duración promedio del ciclo biológico total de *S. cosmioides* fue de 40,11 días, como se observa en el Tabla 5. Este dato coincide por Bavaresco et al. (2003) en cebolla, con una duración de 40 días, no obstante, es inferior al presentado por Bavaresco et al. (2004) en dieta artificial, observando un ciclo total de 52,5 días.

El periodo reproductivo duró 9 días, la fecundidad media diaria (mx) fue mayor en la primera postura, luego fue decreciendo, subiendo en la sexta postura, y luego disminuye.

La fecundidad media diaria (mx) promedio fue de 328,7 hembras/hembra/día. La sobrevivencia comenzó a decrecer luego del tercer día, llegando a un 33% al finalizar el periodo reproductivo. La tasa neta de reproducción (R_0) fue 2.072,46. La duración media de generación (T) fue de 34,56 días, la tasa intrínseca de crecimiento (r_m) fue de 0,22, el valor de (T) obtenido en este trabajo fue inferior al obtenido por Bavaresco et al. (2004) en todas las dietas suministradas, mientras que los valores de R_0 y r_m fueron superiores a los del mencionado autor.

Tabla 5. Duración media (en días) del ciclo biológico total de *S. cosmioides* en dieta artificial en condiciones controladas. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay, 2014.

	Larva	Pre-pupa	Pupa	Adulto	Total
Duración (días)	14,32±0,32	2,16±0,12	13,9±0,23	9,52±0,91	40,15

Conclusión

Bajo las condiciones en que se ha realizado el experimento, se concluye que el ciclo biológico total de *S. cosmioides* es de 40,15 días, siendo viable la utilización de dieta artificial en la cría de la especie en condiciones de laboratorio.

Referencias bibliográficas

Bavaresco, A; García, M; Grützmacher, A; Foresti, J; Ringenberg, R. 2001. Efeito de fontes de carboidratos sobre o desempenho reprodutivo de *Spodoptera cosmioides* (Walk., 1858) (Lepidoptera: Noctuidae). Br Rev Bras de Agrociencia 7(3):177-180.

Bavaresco, A; García, M; Grützmacher, A; Foresti, J; Ringenberg, R. 2003. Biología comparada de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em cebola, mamão, soja e feijão. Ciência Rural 6:993-998.

Bavaresco, A; García, M; Grützmacher, A; Foresti, J; Ringenberg, R. 2004. Adequação de uma dieta artificial para a criação de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. Neotrop Entomol 33(2):155-161.

Bueno, R; Siqueira, J; Bueno, A; Vieira, S; Gobbi, A; Lobo, R; Vasco, F. 2012. Características biológicas de *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. Londrina, Br. 2012.

Cabezas, M; Nava, D; Geissler, L; Melo, M; Garcia, M; Kruger, R. 2013. Development and leaf consumption by *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on leaves of agroenergy crops. Neotrop Entomol 42:588-594.

Figueiredo, R; Cruz, I; Silva, R; Figueiredo, M; Sousa, L; Castro, A. 2011. Aspectos biológicos de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentada com plantas de milho (*Zea mays* L.) cultivadas em diferentes concentrações de composto orgânico. In Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE, 7, 2011, Br. Resumos.

Parra, JRP. 2013. Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico. Piracicaba, Br. USP-ESLQ-FEALQ.

Rodrigues de Araujo, C. 2009. Aspectos biológicos de *Spodoptera cosmioides* Walker,

1858 (Lepidoptera: Noctuidae) nas cultivares de algodoeiro DeltaOPAL e NuOPAL (BOLLGARD I). Jaboticabal, São Paulo, Br.

Santos, K; Meneguim, A; Santos, W; Neves, P; Santos, R. 2010. Caracterização dos danos de *Spodoptera eridania* (Cramer) e *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) a estruturas de algodoeiro. Neotrop entomol 39(4):626-631.

Santos, G; Cosenza, G; Albino, J. 1980. Biologia de *Spodoptera latifascia* (Walker, 1856) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre folhas de eucalipto. Rev Bras Entomol 24:153-155.

Eficacia *in vitro* de Pyraclostrobin + tiofanato metílico sobre *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid

Marco Maidana Ojeda^{1,2,4*}, Marta Alicia Fernández Gamarra³, César Javier Llano Esteche², Marcelo Esteban Medina Aquino^{1,4}

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Campus Universitario Itapúa, sub Campus de María Auxiliadora. Tomás Romero Pereira. Paraguay.

²Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Nacional de Itapúa. Natalio. Paraguay.

³Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. De México, México.

⁴Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica. Hohenau, Paraguay.

*Autor para correspondencia: marcomo-1987@hotmail.com

Introducción

La soja es un cultivo susceptible a un gran número de patógenos que causan graves daños, afectando tanto el rendimiento como la calidad de la semilla. A nivel mundial se calcula que las pérdidas promedio atribuibles a enfermedades oscilan entre 10 y 15 % (Vasebi et al. 2013).

En todo el mundo más de 200 patógenos están afectando al cultivo de soja, de los cuales al menos 35 han sido reportados como económicamente importante (Hartman 2015). Entre las enfermedades importantes por ciclo de cultivo se encuentra: *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*; *Fusarium* spp., *Septoria glycines*, *Colletotrichum* spp., *Macrophomina phaseolina* y *Sclerotinia sclerotiorum* (Navi et al. 2016).

Macrophomina phaseolina es considerado un hongo habitante natural del suelo que puede sobrevivir como microesclerocios en el suelo y en los restos vegetales infectados, estos actúan como fuente de inóculo primario y pueden persistir en el suelo durante un máximo de 15 años; pudiendo ser transmitido también por semillas (Short et al. 1980; Gupta et al. 2012; Kaur et al. 2012), ataca a más de 500 especies de plantas en todo el mundo (Singh y Reddy 1990) incluyendo el cultivo de soja. Agente causal de la enfermedad conocida comúnmente como Pudrición carbonosa de la soja (Ma et al. 2010), de amplia distribución geográfica, encontrándose sobre todo en los

países tropicales y subtropicales de climas árido a semiáridos de África, Asia, Europa y América del Norte y del Sur (Wrather et al. 2010; Zhang et al. 2011; Mahmoud y Budak 2011; Kaur et al. 2012; Abdel-Kader et al. 2010).

Este hongo es capaz de infectar a la soja en cualquier etapa de crecimiento, pero por lo general, infecta después de la floración en años en que los suelos son secos y la temperatura se encuentra por encima de los 35° C durante 2-3 semanas (Gupta et al. 2012).

En cualquier ensayo de eficacia de funguicidas, como primer paso, se recomienda realizar pruebas en condiciones *in vitro* contra los principales patógenos del suelo pues requieren de menor tiempo y un importante ahorro de dinero antes de someterlos a nivel de campo.

Por lo mencionado y considerando que en Paraguay no hay registros de evaluación de eficacia de pyraclostrobin + tiofanato metílico sobre este patógeno, es de gran importancia realizar evaluaciones de eficacia de funguicida *in vitro*.

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar el efecto *in vitro* del funguicida Acronis® (pyraclostrobin + tiofanato metílico) sobre el crecimiento de *M. phaseolina* y calcular la eficacia biológica, a fin de determinar un producto alternativo para el control del patógeno.

Metodología

El experimento se ha llevado a cabo en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción sub Campus María Auxiliadora, ubicado en el distrito de Tomás Romero Pereira, Departamento de Itapúa, durante el año 2016.

Se utilizó la formulación comercial de Acronis® (pyraclostrobin 5%+tiofanato metílico 36%) a las siguientes concentraciones: 0 (Control); 0,01; 0,1; 1; 10 y 100 ppm para evaluar su efecto sobre el crecimiento radial de las colonias de *M. phaseolina* mediante la técnica denominada envenenamiento del medio (Dhingra y Sinclair 1985). Para ello el producto fue suspendido en agua destilada estéril en las diferentes concentraciones y las cantidades necesarias, se agregaron al medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA). Aproximadamente 20 mL se vertió en cada placas Petri de 90 mm de diámetro. Las placas se incubaron durante 24 horas para asegurarse que no estuvieran contaminadas. Posteriormente, discos de 4 mm de diámetro con micelio de *M. phaseolina* se cultivaron en el centro de las placas Petri que contenían el medio de cultivo PDA con el agregado del fungicida. Como testigos se sembraron discos de 4 mm de

diámetro con micelio del patógeno en placas Petri con PDA sin el fungicida y se incubaron por 8 días a temperatura de laboratorio. El crecimiento radial *M. phaseolina* se midió de manera longitudinal cada 48 horas con ayuda de un calibre Vernier, hasta que el testigo sin fungicida cubrió completamente la placa Petri. Se calculó el porcentaje de eficacia con la fórmula de Abbott (1925): $E (\%) = [(Diámetro\ de\ la\ colonia\ del\ Control - Diámetro\ de\ la\ colonia\ tratada) / Diámetro\ de\ la\ colonia\ del\ Control] * 100$. Se empleó un diseño en bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y comparación de medias con el test de Tukey ($P < 0,05$) utilizando el programa estadístico Infostat.

Resultados y discusión

En la Tabla 1, se presentan los resultados del crecimiento *in vitro* de las colonias de *Macrophomina phaseolina* y el porcentaje de eficacia en distintas concentraciones de pyraclostrobin + tiofanato metílico a los 4 y 8 días después de inoculación (DDI). Se observó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,01$).

Las concentraciones de 100 y 10 ppm de pyraclostrobin+tiofanato metílico inhibieron

Tabla 1. Crecimiento y porcentaje de eficacia biológica a los 4 y 8 días después de inoculación (DDI). Tomás R. Pereira, 2016.

Concentración (ppm)	Crecimiento (cm)		Eficacia (%)	
	4 DDI	8 DDI	4 DDI	8 DDI
100	0,00 A	0,0A	100 D	100 E
10	0,00 A	0,0A	100 D	100 E
1	0,40 B	0,6A	92 C	91 D
0,1	1,95 C	3,1B	59 B	56 C
0,01	4,58 D	6,5C	2 A	7 B
0	4,68 D	7,0C	0 A	0 A
Media	1,94	2,9	59	59
Fc	1241**	407**	1448**	1383**
CV (%)	6,47	11,19	4,23	4,20

** Significativo al 1%. ¹Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), CV: Coeficiente de variación.

completamente el crecimiento de *M. phaseolina*, tanto a los 4 como a los 8 DDI. El crecimiento radial en las concentraciones de 1; 0,1 y 0,01 ppm difirieron estadísticamente en comparación con el control, estos resultados no difieren con lo observado en los días posteriores (8 DDI), en donde el crecimiento en las concentraciones de 1; 0,1 y 0,01 fue de 0,6; 3,1 y 6,5 cm respectivamente, en comparación con el control que tuvo un crecimiento de 7 cm. Los resultados arrojaron una eficacia del producto del 100 % para las concentraciones de 100 y 10 ppm del producto, las concentraciones con 1; 0,1 y 0,01 ppm obtuvieron un 92-91, 59-56 y 2-7% de eficacia respectivamente a los 4 y 8 DDI del patógeno. Estos resultados concuerdan con los observados por Navi et al. (2016), quienes comprobaron que el tratamiento con trifloxystrobin + prothioconazole mostró diferencias significativas ($P < 0,05$) para el crecimiento radial de *M. phaseolina* (15 mm), seguido de pyraclostrobin + fluxapyroxad (5 mm), sin embargo, ninguno de los otros fungicidas probados (picoxystrobin, fluoxastrobin, pyraclostrobin, azoxystrobin y fluxapyroxad) mostraron diferencias significativas. Así mismo, se observó mayor porcentaje de inhibición en el crecimiento de *M. phaseolina* con trifloxystrobin + prothioconazole (49%), seguido de pyraclostrobin + fluxapyroxad (35%) y pyraclostrobin (24%) en comparación con las placas de control y los otros cuatro fungicidas probados.

Conclusión

El fungicida muestra una disminución gradual del crecimiento de *M. phaseolina* con el aumento de la concentración en el medio de cultivo PDA.

Las concentraciones de 100 y 10 ppm de pyraclostrobin + tiofanato metílico no permiten el crecimiento radial de *M. phaseolina* con un 100% de eficacia biológica los 4 DDI.

Las concentraciones de 1 y 0,1 ppm controlan el crecimiento radial del patógeno en un 92 - 91 y 59 - 56 % a los 4 y 8 DDI respectivamente.

La concentración de 0,01 ppm no inhibe el crecimiento radial de *M. phaseolina* con apenas un 2 - 7% de eficacia.

Referencias bibliográficas

- Abbott, WS. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ* 18(2):265-267.
- Abdel-Kader, MM; El-Mougy, NS; Aly, DEH; Lashin, SM. 2010. First report of ashy stem blight caused by *Macrophomina phaseolina* on *Aeonium canariense* in Egypt. *Journal of Plant Pathology and Microbiology* 1:101.
- Dhingra, OD; Sinclair, JB. 1985. *Basic plant pathology methods*. Boca Raton, Florida. CRC Press, Inc. p. 132-163.
- Gupta, GK; Sharma, SK; Ramteke, R. 2012. Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Journal of Phytopathology* 160(4):167-180.
- Hartman, GL. 2015. *Worldwide importance of soybean pathogens and pests*. Paul, MN, USA. The American Phytopathology St.
- Kaur, S; Dhillon, GS; Brar, SK; Vallad, GE; Chand, R; Chauhan, VB. 2012. Emerging phytopathogen *Macrophomina phaseolina*: biology, economic importance and current diagnostic trends. *Critical Reviews in Microbiology* 38(2):136-151.
- Ma, J; Hill, CB; Hartman, GL. 2010. Production of *Macrophomina phaseolina* conidia by multiple soybean isolates in culture. *Plant disease* 94(9):1088-1092.
- Mahmoud, A; Budak, H. 2011. First report of charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* in sunflower in Turkey. *Plant Disease* 95(2):223-223.

- Navi, SS; Rajasab, AH; Yang, XB. 2016. *In vitro* evaluation of Commercial Fungicides against some of the Major Soil Borne Pathogens of Soybean. *Journal of Plant Pathology y Microbiology* 7(3):340.
- Short, GE; Wyllie, TD; Bristow, PR. 1980. Survival of *Macrophomina phaseolina* in soil and in residue of soybean. *Phytopathology* 70(1):13-17.
- Singh, SK; Nene, YL; Reddy, MV. 1990. Influence of cropping systems on *Macrophomina phaseolina* populations in soil. *Plant Disease* 74(10):812-814.
- Vasebi, Y; Safaie, N; Alizadeh, A. 2013. Biological control of soybean charcoal root rot disease using bacterial and fungal antagonists *in vitro* and greenhouse condition. *Journal of Crop Protection* 2(2):139-150.
- Wrather, A; Shannon, G; Balardin, R; Carregal, L; Escobar, R; Gupta, G; Ma, Z; Morel, W; Ploper, D; Tenuta, A. 2010. Effect of diseases on soybean yield in the Top Eight Producing Countries in 2006 (en línea). *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2010-0125-01-RS.
- Zhang, JQ; Zhu, ZD; Duan, CX; Wang, XM; Li, HJ. 2011. First report of charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* on mungbean in China. *Plant Disease* 95(7):872-872.



***Puccinia nakanishikii*, primer reporte de roya del cedrón capi'i (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) en el Paraguay**

Marco Maidana Ojeda^{1,2,3*} Alfredo Ruiz Zarza¹, Lidia Quintana de Viedma¹, Eva Jiménez Kobs¹,
Marcelo Esteban Medina Aquino³

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Nacional de Itapúa. Natalio. Paraguay.

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Campus Universitario Itapúa, sub Campus de María Auxiliadora. Tomás Romero Pereira. Paraguay.

³Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica. Hohenau, Paraguay.

*Autor para correspondencia: marcomo-1987@hotmail.com

Introducción

El cedrón capi'i (*Cymbopogon citratus*, Stapf), es una hierba ampliamente utilizada en los países tropicales por las propiedades farmacológicas de su aceite esencial (Shah et al. 2011).

Se trata de una hierba perenne de la familia Poaceae nativa del sur de la India y Sri Lanka, pero actualmente distribuida alrededor del mundo principalmente en las sabanas y regiones tropicales que se adapta a todo tipo de suelos y se cultiva de los 0 a los 1.900 m.s.n.m (Álvarez y Salazar 2014).

Por su naturaleza aromática (olor a limón), es denominado en otros países limoncillo, lemon grass o capim limão, y se cultiva para la obtención del citral, principal constituyente de su aceite esencial, el cual es utilizado para perfumería, confitería, licores, y se emplea como materia prima en la síntesis de las iononas, sustancias aromáticas con fuerte olor a violetas y en la síntesis de la vitamina-A (Soto Ortiz et al. 2002; Negrelle y Gomes 2007; Álvarez y Salazar 2014).

A nivel mundial se reportaron presencia de un complejo de royas (Fungi, Puccinaceae) en el cultivo de cedrón capi'i, que causan daños considerables en el cultivo (Álvarez y Salazar 2014; Melo et al. 2010), debido a que la presencia de estos hongos en las hojas reduce el valor comercial de ésta (Alarcón 2011).

Los agentes causales de las royas que comúnmente afectan al cedrón capi'i son tres, *Puccinia cymbopogonis* Masee, *Puccinia nakanishikii* Dietel y *Puccinia purpurea* Cooke (Cummins 1971).

Las especies *Puccinia cymbopogonis* Masee y *Puccinia nakanishikii* han sido mundialmente reconocidas sobre *Cymbopogon citratus*, la primera con una menor distribución en África, Oceanía y América, específicamente en Brasil (Vidal et al. 2006) y la segunda con una distribución más amplia en África, Asia, Oceanía y América (Melo et al. 2010; Álvarez y Salazar 2014).

En el Paraguay no existe información publicada sobre la presencia de la roya en el cedrón capi'i (*C. citratus*), por lo que el presente estudio tiene como objetivo identificar la especie del género *Puccinia* que afecta al cultivo en el país.

Metodología

Se colectaron hojas de cedrón capi'i con síntomas de roya de los distritos de Natalio, Yatytay y San Rafael de Paraná del Nordeste del Departamento de Itapúa, República del Paraguay en los meses de noviembre de 2016. Las muestras se llevaron al Laboratorio de Universidad Nacional de Itapúa sede Natalio para ser examinadas. Se hizo raspaje de las lesiones sobre porta objetos que contenía una gota de lactofenol como solución de tinción para la observación de las estructuras fúngicas

en microscopio estereoscópico y óptico en 40x y 100x. La identificación de la roya encontrada se logró mediante estudios morfológicos a partir de referencias taxonómicas especializadas (Cummins 1971; Hiratsuka et al. 1992).

Resultado y discusión

Los síntomas se observan en el as y envés de las hojas. Forman manchas cloróticas que posteriormente necrosan, son alargadas, de color

castaño claro castaño oscuro, extendidas en el sentido de las nervaduras, aumentando de tamaño a medida que coalescen. Pueden observarse pequeños halos cloróticos a púrpura que varían entre las manchas (Figura 1 A).

Los uredios son predominantemente hipofilos, subepidermales, se forman sobre las nervaduras y a lo largo de la misma, coalescentes, con ruptura de la epidermis visible, de color castaño claro a castaño oscuro.

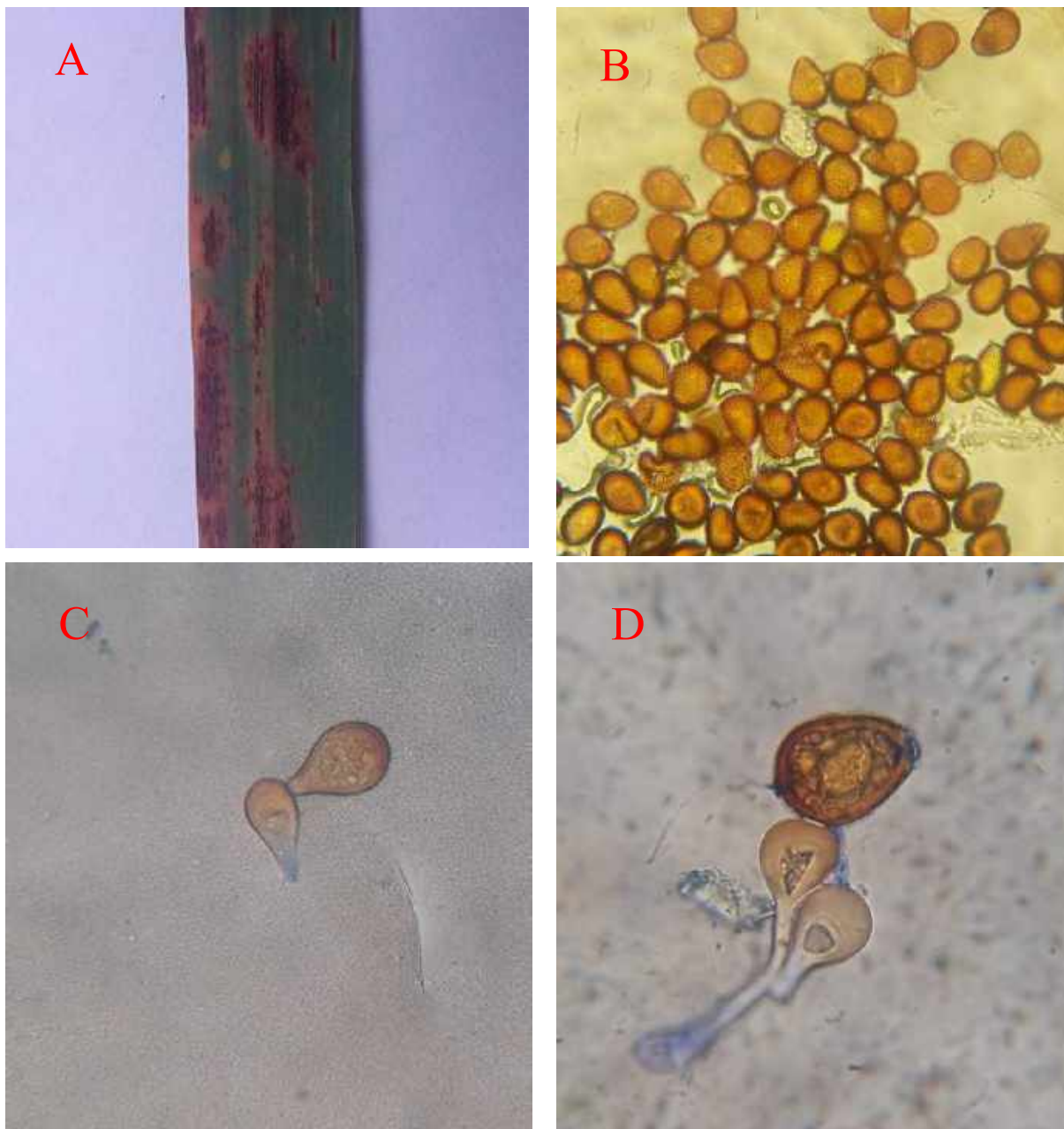


Figura 1. A: Hojas de Cedrón capi'i con síntomas de roya; B: Urediosporas (40x); C: paráfisis (40x); D: Urediosporas y paráfisis (100x).



Las urediosporas son ovadas a obovoides, 25-33 x 15-24 μm ; de color anaranjado amarronado, pared delgada, equinulada y deprimido, 1,5-2,5 μm de grosor (Figura 1 B y D).

Las principales características distintivas de *P. nakanishikii* son: posee urediniosoros con paráfises evidentes, capitadas a clavado-capitadas, de color amarillo pálido a marrón-dorado con una mancha central evidente, engrosadas en la pared apical de 5-10 μm (Figura 1 C y D); no se observaron teliosporos ni aeciosporas.

Según Cummins (1971) y Hiratsuka et al. (1992) las características observadas corresponden a *Puccinia nakanishikii* Dietel.

Conclusiones

Las estructuras fúngicas halladas en las muestras pertenecen a *Puccinia nakanishikii* Dietel. Es el primer reporte de esta especie en cedrón capi'i (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) en el Paraguay

Referencias bibliográficas

- Alarcón, J. 2011. Plantas aromáticas y medicinales: enfermedades de importancia y sus usos terapéuticos medidas para temporada invernal. Bogotá, CO, ICA. 48 p.
- Álvarez, L; Salazar, M. 2014. Caracterización morfológica de las royas (Pucciniales) que afectan el limoncillo (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) en Colombia. Bioagro 26(3):171-176.
- Cummins, GB. 1971. The rust fungi of cereals, grasses and bamboos. New York, NY, US, Springer Verlag. 580 p.
- Hiratsuka, N; Sato, T; Katsuya, K; Kakishima, M; Hiratsuka, Y; Kaneko, S; Ono, Y; Sato, S; Harada, Y; Hiratsuka, T; Nakayama, K. 1992. The rust flora of Japan. Ibaraki, JP, Tsukuba Shuppankai. 1205 p.
- Melo, P; Araújo, J; Carvalho, A; Tostes, G; Areäs, M. 2010. *Puccinia nakanishikii*, nova ocorrência de ferrugem em capim-limão (*Cymbopogon citratus*) no Brasil. Tropical Plant Pathology 35(2):129-130.
- Negrelle, RRB; Gomes, EC.2007. *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: chemical composition and biological activities. Rev Bras Pl Med 9(1):80-92.
- Shah, G; Shri, R; Panchal, V; Sharma, N; Singh, B; Mann, AS. 2011. Scientific basis for the therapeutic use of *Cymbopogon citratus*, stapf (Lemon grass). Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research 2(1):3-8.
- Soto Ortiz, R; Vega Marrero, G; Tamajon Navarro, AL. 2002. Instructivo técnico del cultivo de *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf (cañasanta). Rev Cubana Plant Med 7(2):12-19.
- Vida, JB; Carvalho Jr, AA; Verzignassi, JR.2006. Primeira ocorrência de ferrugem causada por *Puccinia cymbopogonis* no Brasil. Summa Phytopatologica 32:89-91.

Antagonismo de bacterias benéficas sobre hongos fitopatógenos asociados a semillas de maní (*Arachis hipogaea* L.)

Nabila Nahir Duarte Ovejero^{1*}, Laura Concepción Soilán Duarte¹,
Cristhian Javier Grabowski Ocampos¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: nabilanahir@hotmail.com

Introducción

El maní es como cualquier otro cultivo presenta problemas fitosanitarios y uno de los principales problemas es causado por hongos. La contaminación por hongos y la producción de aflatoxinas puede ocurrir durante la formación de la semilla, la cosecha, el transporte y en el almacenamiento, que interactuando con los factores ambientales, pueden ser capaces de acelerar el proceso de deterioro.

Las pérdidas causadas por los hongos que se desarrollan en la semilla son, reducción del poder germinativo; ennegrecimiento parcial o total de las semillas, generalmente este daño se desarrolla en el embrión; el calentamiento y producción de toxinas (Oddino et al. 2010). El método más utilizado para el control de estos patógenos es el control químico, que actúa de manera rápida y eficaz, pero el uso indiscriminado de los productos fitosanitarios induce la resistencia de los patógenos que se quiere controlar. Por ello, una de las alternativas es el uso de bacterias benéficas para el tratamiento de semillas pueden controlar a los hongos por su efecto antagónico.

Por tal motivo, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto antagónico de las bacterias benéficas *Bacillus* sp. y *Pseudomonas fluorescens* sobre los hongos patógenos asociados a las semillas de maní; a través de la determinación del halo de inhibición y el crecimiento micelial de los hongos fitopatógenos.

Metodología

Los experimentos se realizaron en el Laboratorio de Fitopatología del Área de Protección Vegetal de

la FCA-UNA, San Lorenzo, Paraguay. El periodo experimental fue durante los meses de julio a noviembre de 2015. Los materiales biológicos utilizados fueron semillas de maní de la variedad Runner infectadas de las cuales se aislaron los patógenos *Fusarium* sp. y *Macrophomina phaseolina*, y las bacterias benéficas *Bacillus* sp. y *P. fluorescens* pertenecientes a la colección del laboratorio.

Experimento 1. Antibiograma: Para comprobar la producción de compuestos antimicrobianos, se realizó un antibiograma, que consistió en sembrar en medio de cultivo PDA (Papa-Dextrosa-Agar) 4 discos de 5mm de diámetro del crecimiento activo del patógeno, de manera equidistante y en el centro se colocó a la bacteria antagonica con ayuda de un anza estéril (Bogado 2013). El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 3 tratamientos y 3 repeticiones (T1: cepas 1 de *Bacillus* sp.; T2. *Bacillus* cepa 2; T3 *P. fluorescens* y un testigo absoluto confrontados con cada uno de los patógenos *Fusarium* sp. y *M. phaseolina*), cada unidad experimental estuvo conformado por tres placas de Petri totalizando 72 placas. El porcentaje de inhibición se determinó mediante una fórmula de área de inhibición del patógeno $I = AI/AP \times 100$ (Orrego et al. 2009), donde I: es el porcentaje de inhibición (%), AI: es el área de inhibición del patógeno en (cm²), y AP: es el área de la placa de Petri. La evaluación se realizó cuando el testigo llenó la placa Petri.

Experimento 2. Método de pareado de placas: Consistió en agregar 200 µl de la suspensión de cada bacteria, con 48 horas de crecimiento en Erlenmeyer de 200 ml con medio 523 según

la metodología de Kado y Heskett (1970), una vez homogeneizada la suspensión en el medio de cultivo, fueron cargadas las placas de Petri. Por otro lado, se dispensó el medio de cultivo PDA en placas de Petri y una vez solidificado se sembró un disco de 5mm de diámetro del crecimiento activo del hongo patógeno. Posteriormente, ambas tapas de las placas que contenían a cada microorganismo (hongo/bacteria) fueron retiradas, y las bases de las mismas se parearon y se sellaron con papel film para evitar la pérdida de gases producido por las bacterias. Fue considerado tratamiento testigo la siembra del patógeno pareado con el medio de cultivo 523 sin la suspensión bacteriana, todos los tratamientos fueron mantenidos a una temperatura de $28 \pm 1^\circ\text{C}$. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones (T1: cepas 1 de *Bacillus* sp.; T2. *Bacillus* cepa 2, T3 *P. fluorescens* T4: testigo absoluto, confrontados con cada uno de los patógenos *Fusarium* sp. y *M. phaseolina*), cada unidad experimental estuvo conformado de 3 placas de Petri, totalizando 144 placas. La evaluación se realizó a partir de la siembra, cada 24 horas, y finalizó cuando el crecimiento del hongo testigo llenó la placa de Petri. La inhibición del crecimiento micelial por la producción de compuestos volátiles inespecíficos, se evaluó a través de la medición del diámetro del crecimiento micelial de cada uno de los patógenos con un escalímetro

digital (LEE Tools - China) y se comparó con el crecimiento micelial del hongo testigo.

Los datos obtenidos para ambos experimentos, fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA), y comparación de las medias entre los tratamientos mediante el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

En la Tabla 1. se observa el efecto de inhibición por compuestos antimicrobianos ejercido por las bacterias sobre el crecimiento micelial de los hongos, presentando diferencias significativas entre los agentes biocontroladores. Los tratamientos de *Bacillus* cepa 1 y cepa 2 inhibieron a *M. phaseolina* en un 11,3% y 14,2%, respectivamente, así también enfrentando a las dos cepas de *Bacillus* sp. frente al hongo *Fusarium* sp. la inhibición en ambos casos fue del 4,5%, ambas cepas de *Bacillus* sp. diferenciándose significativamente con el tratamiento de *P. fluorescens* que presentó 0% de inhibición sobre los dos patógenos.

Estos resultados no concuerdan con los trabajos publicados por diferentes autores Muñiz (2014) quien no encontró efecto de inhibición al confrontar diferentes cepas de *Bacillus* sp. con *M. phaseolina*, mientras que Gacitúa et al. (2009) y Reyes et al. (2011) obtuvieron entre 30 a 60%

Tabla 1. Inhibición de los patógenos asociados a las semillas de maní producido por los compuestos antimicrobianos de los potenciales controladores biológicos. FCA – UNA, San Lorenzo, 2016.

Tratamiento	Porcentaje de inhibición del crecimiento (%)	
	<i>M. phaseolina</i>	<i>Fusarium</i> sp.
<i>Bacillus</i> Cepa 1	11,3 a	4,5 a
<i>Bacillus</i> Cepa 2	14,2 a	4,5 a
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0 b	0 b
CV (%)	2,6	3,4

*Medias seguidas por la misma letra en las columnas no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error, CV: Coeficiente de variación.

de inhibición del crecimiento micelial de *M. phaseolina*, así también Constanza et al. (2011) al confrontar cepas de *Bacillus* sp. a *Fusarium* sp. encontraron porcentajes de inhibición superiores al 45%, Reyes et al. (2011) obtuvieron 33,6% de inhibición y Badía et al. (2011) encontraron 90,42% de inhibición del patógeno.

En lo que respecta a este trabajo al confrontar la bacteria *P. fluorescens* a los dos hongos el porcentaje de inhibición fue del 0%, los

patógenos colonizaron totalmente la placa Petri, lo que no concuerda con los resultados obtenidos por Trujillo et al. (2007) en donde cepas de *P. fluorescens* lograron inhibir el crecimiento micelial de *Fusarium* sp.

Por otro lado, en la Tabla 2 se observa el efecto de los compuestos bioactivos ejercidos por los potenciales controladores biológicos sobre el crecimiento micelial de los hongos patógenos.

Tabla 2. Inhibición de los patógenos *Macrophomina phaseolina* y *Fusarium* sp. asociados a las semillas de maní por los compuestos bioactivos producidos por los potenciales controladores biológicos. FCA – UNA, San Lorenzo, 2015.

Tratamiento	Crecimiento (cm)	
	<i>M. phaseolina</i>	<i>Fusarium</i> sp.
Testigo absoluto	8,0 a	8,0 a
<i>Bacillus</i> Cepa 1	7,7 b	7,6 a
<i>Bacillus</i> Cepa 2	7,9 a	7,6 a
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	8,0 a	8,0 a
CV (%)	1,8	3,4

*Medias seguidas por la misma letra en las columnas no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error, CV: Coeficiente de variación.

Al analizar los datos obtenidos en el cuadro se puede observar que, *Bacillus* cepa 1 al confrontar con el hongo *M. phaseolina* presentó una reducción del crecimiento de 3,75%, diferenciándose de los demás tratamientos, el tratamiento con *Bacillus* cepa 2 la reducción del crecimiento fue del 1,75%. Estos resultados guardan relación con Lagunas et al. (2001) quienes mencionan que cepas de una misma especie, pueden exhibir diferentes capacidades para producir toxinas e inhibir el crecimiento de un patógeno.

Por otro lado, al confrontar las dos cepas de *Bacillus* sp. con el hongo *Fusarium* sp. no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, la reducción del crecimiento micelial fue del 5% en ambos casos. Resultados similares obtuvo Silvero (2013) utilizando la misma metodología, la bacteria *Bacillus* sp. redujo el crecimiento del hongo *Fusarium*

graminearum en un 9,9 %. Sin embargo los tratamientos con *P. fluorescens* no redujeron significativamente el crecimiento micelial de ninguno de los patógenos evaluados, estos resultados coinciden con los obtenidos por Rojas (2014), al confrontar la bacteria *P. fluorescens* con el hongo *Alternaria solani* donde no encontró diferencia significativa con relación al testigo absoluto.

Conclusión

Bajo las condiciones en las que se realizaron los experimentos y en base a los resultados obtenidos en esta investigación se concluye que las cepas de *Bacillus* sp. son consideradas potenciales agentes de control biológico al inhibir el crecimiento micelial de *Fusarium* sp. y *Macrophomina phaseolina*.

Referencias bibliográficas

- Badía, M; Hernández, B; Murrel J; Mahillon, J; Pérez, M. 2011. Aislamiento y caracterización de cepas de *Bacillus* asociadas al cultivo del arroz. *Revista Brasileira de Agroecología* 6 (1): 0-99.
- Bogado, M. 2013. Control biológico de la mancha parda del arroz (*Bipolaris oryzae*) con cepas de *Bacillus* sp. y *Pseudomonas fluorescens*. Tesis. San Lorenzo, PY, Universidad Nacional Asunción. 38 p.
- Constanza, L; Sánchez, L; Cuervo, J; Bautista, D; González, L; Guevara, L. 2011. Evaluación del efecto biocontrolador de *Bacillus* spp. Frente a *Fusarium* spp. bajo condiciones de invernadero. *Ciencias Biomédicas* 8(13):63-75.
- Gacitúa, S; Valiente, C; Díaz, K, Hernández, J; Uribe, M; Sanfuentes, E. 2009. identification and biological characterization of isolates with activity inhibitive against *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. *Chilean Journal of Agricultural Research* 69(4):509-515.
- Kado, C; Heskett, M. 1970. Selective media for isolation of agrobacterium, corynebacterium, erwinia, pseudomonas and xanthomonas. *Phytopathology* 60:969-979.
- Lagunas, J; Zavaleta, E; Osada, S; Aranda, S; Luna, I; Vaquera, H. 2001. *Bacillus firmus* como agente de control biológico de *Phytophthora capsici* Leo. en Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Mexicana de Fitopatología* 19(1):57-65.
- Oddino, C; Soave, J; Soave, S; Moresi, A; Buteler, M. 2010. Comportamiento de maníes silvestres frente a la “podredumbre parda de la raíz del maní” causada por *Fusarium solani*. Buenos Aires, AR, Fundación Maní Argentino. 48 p.
- Orrego, A; Grabowski, C; Aquino, A; Rodríguez, H; Gargete, D; Soilán, L; Ferreira, L; Delvalle, C. 2009. *Macrophomina phaseolina* hongo causante de la pudrición carbonosa del tallo: antibiograma de aislados de *M. phaseolina* de soja, sésamo y maní. San Lorenzo, PY, INBIO. 107 p.
- Reyes, A; Ruiz, E; Yam, C; Dzul, M. 2011. Selección de *Bacillus* spp. con actividad antagonica *in vitro* contra *Macrophomina phaseolina* en diferentes medios de cultivo. *Fitosanidad* 15(2):117-121.
- Rojas, J. 2014. Control biológico del tizón temprano (*Alternaria solani* Sorauer) del tomate con cepas de *Bacillus* sp. y *Pseudomonas fluorescens*. Tesis. San Lorenzo, PY, Universidad Nacional Asunción. 46 p.
- Silvero, S. 2013. Control bilógico de *Fusarium graminearum* causante de la pudrición en maíz con cepas de *Bacillus* sp. y *Pseudomonas fluorescens*. Tesis. San Lorenzo, PY, Universidad Nacional de Asunción. 30 p.
- Trujillo, I; Díaz, A; Hernández, A; Heydrich, M. 2007. Antagonismo de cepas de *Pseudomonas fluorescens* y *Burkholderia cepacia* contra hongos fitopatógenos del arroz y el maíz. *Revista de Protección Vegetal* 22(1): 9-55.

Control alternativo de hongos fitopatógenos asociados a semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.)

Cynthia Acuña Martínez^{1*} y Alicia Aquino Jara¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: cyn.acu00@gmail.com

Introducción

La producción de trigo en el Paraguay ha experimentado, en años anteriores, constantes altibajos; pero en la actualidad su producción se va incrementando, hasta el punto de ser el único país tropical que exporta trigo, pasando de un país importador a ser exportador de este cereal. La relación que existe entre la semilla del trigo y la presencia de organismos patógenos tales como hongos, puede ser uno de los desencadenantes de varios problemas dentro del ciclo de este cultivo, como también en la calidad industrial de la producción. Una de las consecuencias más notorias de la presencia de estos patógenos en la semilla es, la disminución del stand de plantas en el cultivo, por lo que la reducción del número de plantas es directamente proporcional a la disminución de la producción, causando grandes pérdidas en el cultivo. Otra consecuencia es que la semilla contaminada con patógenos puede actuar como fuente de inóculo, causando una epidemia dentro del cultivo, que se traduce en el aumento de los esfuerzos para obtener una buena producción.

En la actualidad existen varios métodos de control de enfermedades que permiten reducir estas epidemias, pero teniendo en cuenta la problemática ambiental existente se deben buscar nuevas alternativas de manejo de enfermedades que no interfieran en su equilibrio. Esta situación es la que ha motivado la ejecución de este trabajo a fin de encontrar otras alternativas para la protección de los cultivos ante la acción de microorganismos fitopatógenos, y que sean amigables con el ambiente.

Con este trabajo se evaluó el efecto de los extractos vegetales y Tierra de diatomeas, sobre

el control de hongos fitopatógenos asociados a las semillas de trigo y sobre las características agronómicas de las plántulas obtenidas de semillas tratadas.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio del Centro de investigación Hernando Bertoni (CIHB) del Instituto Paraguayo de Tecnología Agrícola (IPTA) y en el invernadero del Área de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA). Los tratamientos consistieron en la aplicación de extractos vegetales: ajo, menta y ka'a he'e con sus respectivas combinaciones, y Tierra de diatomeas a semillas de trigo de la variedad Codetec 150, también se empleó el fungicida curasemillas a base de Carboxín 20% + Thiram 20%, como testigo químico. La dosis aplicada de cada tratamiento a base de extracto vegetal fue de 350 mL kg⁻¹ de semilla, para el tratamiento de Tierra de diatomeas y el Carboxín 20% + Thiram 20% la dosis utilizada fue la recomendada por los fabricantes. Las semillas de trigo con los distintos tratamientos fueron sembradas en dos métodos de siembra Blotter test, y PDA, empleando 400 semillas por método, según las reglas del International Rules for Seed Testing ISTA (2012). El diseño experimental que se utilizó fue el completamente al azar, con 9 tratamientos y 16 repeticiones, cada unidad experimental estuvo constituida por una placa de Petri con 25 semillas. Fueron identificados los hongos fitopatógenos asociados a las semillas, como también se evaluó la incidencia de estos hongos mediante la fórmula Incidencia (%) = (número de semillas infectadas/ número total de semillas) * 100 (French y Hebert 1980).

Por otro lado, las semillas tratadas fueron sembradas en bandejas de plástico, conteniendo un sustrato comercial. El diseño experimental establecido fue el completamente al azar, con 9 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 36 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo compuesta por bandejas de plástico de 100 celdas. Se evaluó el porcentaje de germinación, altura de plántulas (AP) y longitud de la raíz (LR). Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA), utilizando el programa estadístico Infostat 2014 de la Universidad de Córdoba (Argentina) y se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey, al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Los hongos fitopatógenos identificados, en los diferentes tratamientos, asociados a las semillas de trigo analizadas pertenecen a los Géneros: *Curvularia* sp.; *Bipolaris sorokiniana*; *Alternaria* spp.; *Chaetomium* sp.; *Fusarium graminearum*; *Stigmella* sp. y *Cladosporium* sp. Estos resultados son similares a lo mencionado, tanto por Alegre y Grabowski (2014) como por Reis et al. (2005) quienes consideran como patógenos

más importantes y frecuentes a *Bipolaris sorokiniana*, *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Cladosporium* spp. y *Curvularia* spp. asociadas a semillas de trigo.

La incidencia de patógenos en semillas tratadas con extractos vegetales y Tierra de diatomeas sembradas en PDA, se muestran en el Tabla 1; donde los hongos fitopatógenos *Curvularia* sp.; *Bipolaris sorokiniana*; *Chaetomium* sp.; *Fusarium graminearum*; *Stigmella* sp. y *Cladosporium* sp. presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, en tanto el hongo *Alternaria* spp. no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, no siendo inhibido. Esto difiere a lo mencionado por Santander y Aquino (2009) quienes empleando extracto de ajo, inhibieron el desarrollo micelial del hongo *Alternaria solani* en condiciones in vitro.

Para los hongos *Bipolaris sorokiniana*; *Stigmella* sp. y *Chaetomium* sp. se detectó una reducción significativa del porcentaje de semillas infectadas en todos los tratamientos a base de Tierra de diatomeas y los diferentes extractos vegetales evaluados.

Tabla 1. Identificación e incidencia de hongos fitopatógenos asociados a semillas de trigo en los diferentes tratamientos del experimento, en medio de cultivo PDA. FCA-UNA San Lorenzo, 2016.

Tratamientos	Porcentaje de semillas infectadas							
	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Curvularia sp.</i>	<i>Cladosporium sp.</i>	<i>Stigmella sp.</i>	<i>Chaetomium sp.</i>	
T1 TA**	0,8 a*	1,2 b	0,7 a	1,1 b	1,5 b	0,5 b	0,9 b	
T2 TQ	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	
T3 TD	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	
T4 Kh	0,0 a	0,3 a b	0,3 a	0,3 a b	0,0 a	0,0 a	0,0 a	
T5 M	2,8 b	0,0 a	0,3 a	0,0 a	1,0 a b	0,0 a	0,0 a	
T6 A	0,6 a	0,3 a b	0,0 a	0,5 a b	0,0 a	0,0 a	0,0 a	
T7 Kh+M	1,2 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,6 a b	0,0 a	0,0 a	
T8 Kh+A	0,3 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	
T9 M+A	0,5 a	0,3 a b	0,0 a	0,3 a b	0,0 a	0,0 a	0,0 a	

*Test de Tukey las medias con letras diferentes en las columnas, indican diferencia significativa al 5% de probabilidad de error

**TA: Testigo absoluto; TQ: Testigo químico; TD: Tierra de diatomeas; Kh: Ka'á he'e; M: Menta; A: Ajo

El hongo *Fusarium graminearum* tuvo el menor porcentaje de incidencia 0%, con el tratamiento de ka'a he'e y la mayor incidencia con el tratamiento de menta con un promedio de 2,8%, estos resultados no concuerdan con lo descrito por Chávez y Aquino (2012), quienes indican que el extracto de ajo es el que inhibió en un 100% el crecimiento micelial de *Fusarium sp.* in vitro, en tanto que, en este trabajo el extracto de ajo se mantuvo por debajo del extracto de ka'a he'e, con un 0,6% de incidencia del mismo hongo y

siendo numéricamente igual al testigo químico.

La incidencia de hongos en semillas de trigo tratadas con extractos vegetales y Tierra de diatomeas, sembradas por el método de Blotter test, se presenta en el Tabla 2, en donde se constató la presencia de solo dos hongos fitopatógenos *Fusarium graminearum* y *Cladosporium sp.* los cuales no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 2. Incidencia de hongos fitopatógenos en semillas de trigo tratadas con extractos vegetales y Tierra de diatomeas en el método de siembra Blotter test. FCA-UNA San Lorenzo, 2016.

Tratamiento	Porcentaje de semillas infectadas			
	<i>F. graminearum</i>	<i>Cladosporium sp.</i>	<i>Rhizopus spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i>
T1 TA**	0,1 a*	0,0 a	1,1 a	0,8 a b
T2 TQ	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
T3 TD	0,0 a	0,2 a	1,5 a	2,2 b
T4 Kh	0,0 a	0,0 a	0,5 a	1,0 a b
T5 M	0,0 a	0,0 a	1,7 a	0,5 a
T6 A	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,4 a
T7 Kh+M	0,0 a	0,2 a	0,7 a	1,1 a b
T8 Kh+A	0,0 a	0,0 a	0,5 a	0,3 a
T9 M+A	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a

*Test de Tukey las medias con letras diferentes en las columnas, indican diferencia significativa al 5% de probabilidad de error

**TA: Testigo absoluto; TQ: Testigo químico; TD: Tierra de diatomeas; Kh: Ka'a he'e; M: Menta; A: Ajo

También se pudo comprobar la presencia de hongos contaminantes, que sí presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, esto según Henning (2004) es la principal dificultad en el método Blotter test, y que estaría estrechamente relacionada a la falta de desinfección de las semillas antes de la siembra.

La germinación del 100% se obtuvo con los tratamientos a base de ka'a he'e, menta, y Tierra de diatomeas, en tanto el tratamiento de ajo arrojó 98% de germinación. Cruz et al. (2012), utilizaron diferentes dosis de Tierra de diatomeas y demuestran que el porcentaje de germinación no se ve afectado por ninguna de las dosis aplicadas, lo que concuerda con los

resultados de este experimento.

Para la longitud radicular, el tratamiento que presentó mayor longitud fue el extracto de ka'a he'e con 11,8 cm, en promedio y la menor longitud radicular resultó del tratamiento con extracto de ka'a he'e + menta con 8,9 cm, en promedio. En la variable altura de plántulas, los tratamientos con los extractos menta + ajo presentó mayor altura con 15,0 cm, en tanto que la menor altura de la planta se obtuvo en el testigo absoluto, con 9,6 cm.

Considerando las tres variables evaluadas porcentaje de germinación, longitud radicular y altura de la plántula, de manera general

el tratamiento con el que se obtuvieron los mejores resultados, fue con la aplicación del extracto de ka'a he'e, demostrando este sus buenas cualidades de inductor o estimulante de crecimiento vegetal.

Conclusión

Los hongos fitopatógenos identificados asociados a las semillas de trigo son: *Curvularia* sp.; *Bipolaris sorokiniana*; *Alternaria* spp.; *Chaetomium* sp.; *Fusarium graminearum*; *Stigmella* sp.; *Cladosporium* sp.; *Rhizopus* spp.; *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp.

La menor incidencia de hongos fitopatógenos se detecta con el tratamiento a base de Tierra de diatomeas, mientras que la mayor incidencia se presenta en el tratamiento con extracto de menta. Las semillas de trigo tratadas con el extracto de ka'a he'e presentan el mayor porcentaje de germinación, longitud radicular y altura de la plántula, en relación a los demás tratamientos; en tanto que la menor expresión de estas características agronómicas se constata con el extracto de ajo.

Referencias bibliográficas

- Alegre Meza, CE; Grabowski Ocampos, CJ. 2014. Sanidad de semillas de trigo (*Triticum aestivum*L.) tratadas con inductores de resistencia. In III Congreso Nacional de Ciencias Agrarias (2014, Sn Lorenzo, PY). Trabajos presentados. San Lorenzo, PY, Facultad de Ciencias Agrarias UNA. p. 482-483.
- Chávez, AR; Aquino, AS. 2012. Control de los hongos del suelo *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. y *Sclerotium* sp. con extractos vegetales. *Investigación Agraria* 14(1):17-23.
- Cruz, JE; Velázquez, AT; Partida, RL; Guerra, JE; Caro, PH. 2012. Uso de tierra diatomea para el control de gorgojo del maíz, gorgojo del frijol y gusano cogollero en Sinaloa, México. In García, C; Matínez, R; Ramírez, BL. *Tecnologías de Granos y Semillas*. Sinaloa, México. 290 p. (Libros Técnicos Serie Agricultura).
- French, E; Hebert, T. 1980. *Métodos de investigación fitopatológica*. San José, CR, IICA. 289 p.
- Henning, AA. 2004. *Patología e tratamento de sementes: noções gerais*. Londrina, BR. EMBRAPA. 54 p.
- ISTA (International Rules for Seed Testing, CH). 2012. *The association international seed testing*. Switzerland, The international Germination Test. 545 p.
- Reis, EM; Casa, RT; Forcelini, CA. 2005. Doença do trigo (*Triricum aestivum*). In Kimati, H; Amorin, L; Rezende, J; Bergamin Filho, A; Camargo, L. *Manual de Fitopatologia*. 4 ed. Sao Paulo, BR. Agronomica Ceres. 706 p.
- Santander, RG; Aquino, AS. 2009. Control alternativo de *Alternaria solani* Sorauer con extractos vegetales, in vitro. *Investigación Agraria* 11(1):48-53.

Densidad poblacional de nematodos en cultivos olerícolas

Laura Soilán Duarte^{1*} y Yerutí Mongelós Franco¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: lauryhanami@hotmail.com

Introducción

La horticultura es un rubro de gran importancia en la producción agrícola paraguaya, teniendo en cuenta la superficie cultivada, el número de productores que involucra, el valor de la producción y el rol social que desempeña como fuente de alimentación de alto valor nutritivo y de ingresos para los pequeños productores de las zonas rurales. A pesar del enorme potencial productivo de los cultivos hortícolas, diversos factores limitan la obtención de buenos rendimientos en las cosechas, especialmente los problemas fitosanitarios. Entre los principales patógenos que atacan a las hortalizas se encuentran los nematodos fitoparásitos, los cuales pueden afectar considerablemente la calidad de los productos, reducir los rendimientos y ocasionar pérdidas cuantiosas.

A nivel mundial se citan alrededor de 90 géneros de nematodos asociados a hortalizas, de los cuales los de mayor importancia por los daños que ocasionan son *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp., *Belonolaimus* sp., *Radopholus* sp., *Helicotylenchus* sp. y *Nacobbus* sp. (Lugo et al. 2010). Ellos infectan a las plantas y producen daños tanto en las raíces (agallas, ramificación excesiva, heridas y pudriciones causadas por infecciones fúngicas y bacterianas) como en los órganos aéreos (clorosis, marchitez en horas cálidas, enanismo); estos síntomas, al ser inespecíficos, suelen confundirse con desordenes nutricionales, estrés hídrico, problemas de fertilidad del suelo, así como con otras infecciones, lo que imposibilita el diagnóstico y hace que las pérdidas aumenten aún más. Por ello, es fundamental detectar la presencia de estos organismos en el suelo y realizar un diagnóstico oportuno, de manera a tomar las medidas de control necesarias para mantener las poblaciones a niveles bajos.

Así, el objetivo general del presente trabajo de investigación fue determinar la densidad poblacional de nematodos en muestras de suelo provenientes de parcelas de cultivos olerícolas del Centro Agronómico Departamental “J. Augusto Saldívar”, a través de la identificación y cuantificación de los nematodos presentes en dichas muestras.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Nematología del Área Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Casa Matriz. Las muestras de suelo para la extracción de nematodos fueron obtenidas de parcelas de los siguientes cultivos olerícolas: repollo, cebollita de hoja, lechuga, frutilla, tomate, pimiento, berenjena, zapallo y zanahoria, del Centro Agronómico Departamental “J. Augusto Saldívar”, ubicado en el Distrito de J. Augusto Saldívar, Departamento Central.

El periodo de investigación estuvo comprendido entre los meses de setiembre a noviembre de 2015. El estudio fue de tipo muestral con análisis descriptivo. Se tomó una muestra de suelo de las parcelas de cada cultivo olerícola con una barrena, tomando 9 sub muestras, en zigzag, a una profundidad de 10 a 20 cm. Las sub muestras fueron mezcladas para obtener muestras de 1 kg por parcela, y las mismas fueron remitidas al Laboratorio de Nematología de la FCA-UNA para el análisis nematológico.

Para la extracción se aplicaron los métodos de Cobb o de decantación y tamizado para extraer los nematodos del suelo a una fase líquida, y el método de flotación en azúcar para la obtención de una muestra limpia, libre de coloides, que

facilita la identificación (Valiente 2010). Para la cuantificación se extrajo 1 ml de suspensión obtenida, la cual fue depositada en la cuadrilla de conteo. Este proceso fue efectuado 3 veces para cada muestra. Se calculó un promedio de cantidad de nematodos por género para cada muestra y el número se multiplicó por 100, obteniendo así la cantidad aproximada de nematodos en 100 ml de suspensión. A su vez, esto representa la cantidad de nematodos presentes en los 500 cm³ de suelo de la muestra analizada. La identificación de nematodos se realizó mediante la observación microscópica y con ayuda de materiales bibliográficos Thorne

(1961), Shurtleff y Averre III (2000).

Resultados y discusión

Se identificaron un total de 8 géneros de nematodos fitoparásitos: *Helicotylenchus* sp., *Trichodorus* sp., *Tylenchus* sp., *Dorylaimus* sp., *Aphelenchus* sp., *Criconemoides* sp., *Meloidogyne* sp. (larvas) y *Aphelenchoides* sp. (Figura 1). En cuanto a los nematodos de vida libre, fueron registrados 4 géneros: *Rhabditis* sp., *Acrobelles* sp., *Cephalobus* sp. y *Mononchus* sp. (Figura 2).

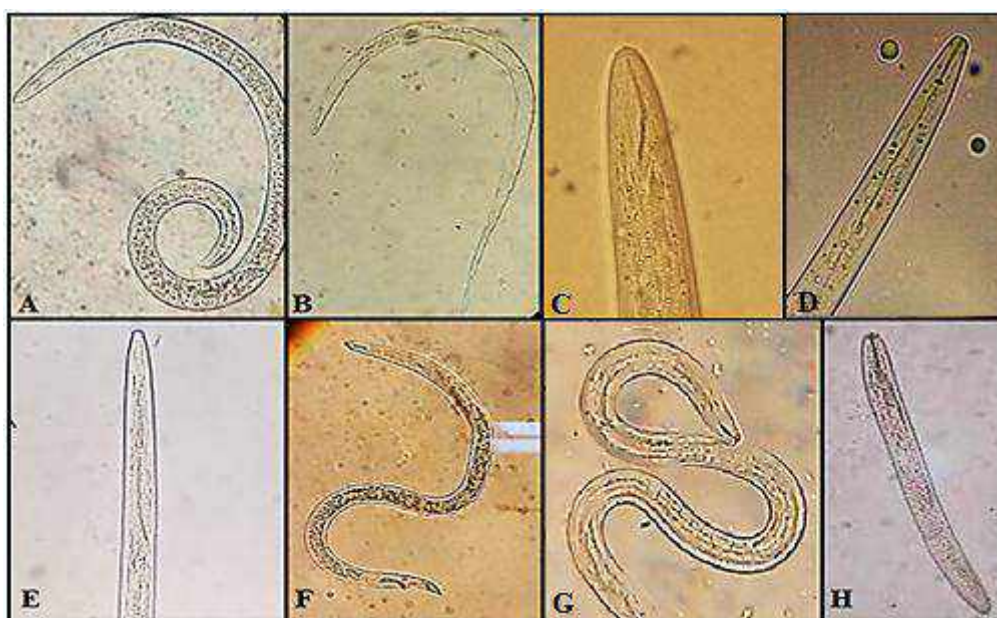


Figura 1. Géneros de nematodos fitoparásitos registrados en parcelas de cultivos olerícolas del Centro Agronómico Departamental "J. Augusto Saldívar". A) *Helicotylenchus* sp. B) *Tylenchus* sp. C) *Trichodorus* sp. D) *Meloidogyne* sp. E) *Dorylaimus* sp. F) *Aphelenchoides* sp. G) *Aphelenchus* sp. H) *Criconemoides* sp. FCA – UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2015.

La población total de nematodos identificados fue de 14.900 individuos, de los cuales 11.264 correspondieron a nematodos fitoparásitos y 3.636 nematodos de vida libre (Tabla 1). La muestra de suelo proveniente de la parcela de lechuga presentó la mayor densidad poblacional de nematodos, con 5.067 individuos cuantificados, de los cuales 77,6% individuos correspondieron a nematodos fitoparásitos y 22,4% nematodos de vida libre.

En las muestras de los demás cultivos, la densidad de nematodos en general osciló entre 600 y 1.900 individuos cuantificados. En cuanto a la cantidad de individuos registrados para cada género, el de mayor abundancia y que se encontró presente en todas las parcelas de los diferentes cultivos fue *Helicotylenchus* sp., equivalente al 32,9% de la población total de fitonematodos.

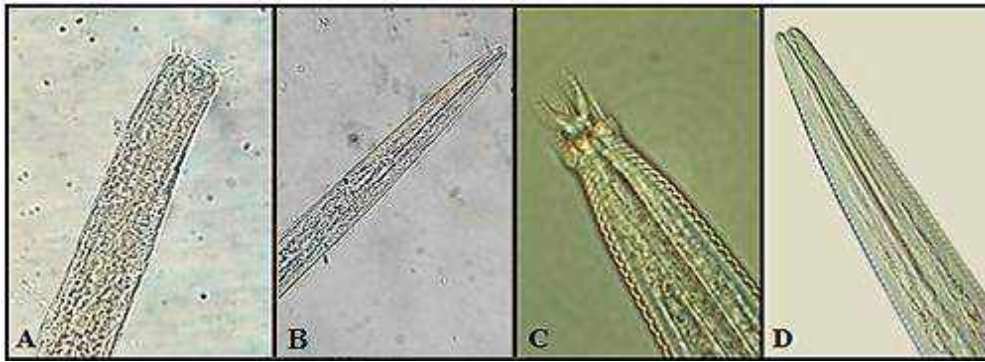


Figura 2. Géneros de nematodos de vida libre registrados en parcelas de cultivos olerícolas del Centro Agronómico Departamental "J. Augusto Saldívar". A) *Mononchus* sp. B) *Rhabditis* sp. C) *Acrobeles* sp. D) *Cephalobus* sp. FCA – UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2015.

Tabla 1. Densidad poblacional de nematodos en parcelas de cultivos olerícolas del Centro Agronómico Departamental "J. Augusto Saldívar". FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2015.

Cultivo	Fitoparásitos	Vida libre	Total
Repollo	1.034	33	1.067
Cebollita de hoja	633	0	633
Lechuga	3.933	1.134	5.067
Frutilla	866	601	1.467
Tomate	500	467	967
Pimiento	1.433	467	1.900
Berenjena	1.134	433	1.567
Zapallo	1.099	134	1.233
Zanahoria	633	367	1.000
TOTAL	11.264	3.636	14.900

También se presentó el género *Tylenchus* sp. con 3.010 individuos correspondientes al 20,2% de la población total (Figura 3).

Estos resultados coinciden con Lugo et al. (2010), quienes mencionan que los nematodos del género *Helicotylenchus* sp. se encuentran asociados con la rizósfera de varias especies de hortalizas, indicando además que dicho género es el más común por ser altamente polífago y por su amplia distribución. Asimismo, en una investigación realizada por López y Azofeifa (1981), los géneros *Helicotylenchus* sp. y *Tylenchus* sp. fueron encontrados entre los nematodos de mayor frecuencia infestando cultivos de hortalizas. En cuanto a los géneros *Trichodorus* sp. y *Meloidogyne* sp., fueron cuantificados 1.267 y 998

individuos correspondientes al 8,5% y 6,7% del total de la población de fitonematodos registrados, respectivamente.

En referencia a estos géneros, los mismos autores mencionan que aun cuando la densidad de estos nematodos en el suelo sea baja, los daños que ocasionados al cultivo pueden ser severos. En menor proporción se presentó el género *Dorylaimus* sp. con un total de 790 individuos correspondientes al 5,3% de la población, y 203 individuos del género *Aphelenchoides* sp. que representan el 1,36% del total de fitonematodos registrados. Así también, con densidades menores al 1% fueron encontrados nematodos de los géneros *Aphelenchus* sp. y *Criconemoides* sp. con 104 y 34 individuos, respectivamente. Entre los nematodos saprófagos

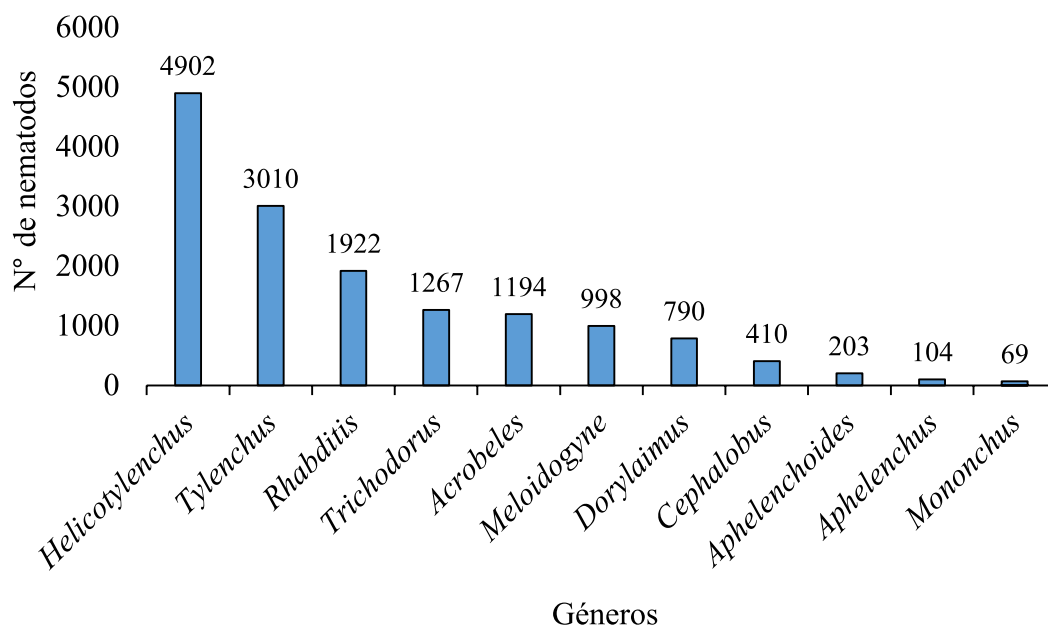


Figura 3. Media poblacional de géneros de nematodos en cultivos olerícolas del Centro Agronómico Departamental “J. Augusto Saldívar”. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2015.

y predadores, se obtuvieron bajas poblaciones en todos los cultivos. A este respecto, Machado (2009) menciona que los nematodos saprófagos y predadores son muy escasos en hábitats cultivados, debido principalmente a cambios en la estructura del suelo causados por monocultivos y a la proliferación de nematodos fitoparásitos en estos ambientes.

Conclusión

Los géneros de nematodos identificados y cuantificados en cultivos olerícolas en el Centro Agronómico Departamental “J. Augusto Saldívar” son: *Helicotylenchus* sp., *Trichodorus* sp., *Tylenchus* sp., *Dorylaimus* sp., *Aphelenchus* sp., *Criconemoides* sp., *Meloidogyne* sp., *Aphelenchoides* sp., *Rhabditis* sp., *Acrobeles* sp., *Cephalobus* sp. y *Mononchus* sp. . El cultivo de lechuga presentó la mayor densidad poblacional de nematodos fitoparásitos y de vida libre. El fitonematodo de mayor densidad poblacional fue *Helicotylenchus* sp. .

Referencias bibliográficas

López, R; Azofeifa, J. 1981. Reconocimiento de nematodos fitoparásitos asociados con hor-

talizas en Costa Rica (en línea). *Agronomía Costarricense* 5(1):29–35. Consultado 21 oct. 2015. Disponible en <http://www.mag.go.cr>

Lugo, Z; Crozzoli, R; Greco, N; Perichi, G; Fernández, A. 2010. Nemátodos fitoparásitos asociados a hortalizas en el Estado Falcón, Venezuela (en línea). *Fitopatología Venezolana* 23(1):16–21. Consultado 14 set. 2015. Disponible en <http://www.sovefit.com.ve>

Machado R, MJ. 2009. Comparación de la densidad de grupos funcionales de nematodos del suelo en cultivos de cebolla, plantación forestal y bosque, en la cuenca del Río Otún, Risaralda (en línea). Trabajo de Grado Microbiología Industrial. Bogotá, Co, Pontificia Universidad Javeriana. Consultado 24 oct. 2015. Disponible en <http://www.repository.javeriana.edu.co>

Shurtleff, MC; Averre, CW. 2000. Diagnosing plant diseases caused by nematodes. New York, EU, APS Press. 189 p.

Thorne, G. 1961. Principles of Nematology. New York, EU, McGraw-Hill. 292 p.

Valiente, AR. 2010. Nematodos de plantas. San Lorenzo, PY, FCA UNA. 121 p.

Evaluación de la incidencia de hongos fitopatógenos asociados a semillas de *Panicum maximum* cv. Gatton panic en la Región Occidental

Humberto Sarubbi Orué^{1*}, Sergio Cardozo Cáceres¹, Clarice Alegre Meza¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: humberto.sarubbi@agr.una.py

Introducción

Los productores pecuarios en nuestro país poseen poca información sobre los patógenos que pueden atacar los diferentes géneros de poáceas forrajeras, y que afectan la calidad y vida útil de las pasturas. Entre los diferentes materiales forrajeros de pastoreo se destaca ampliamente el género *Panicum*, siendo actualmente una de las especies de mayor arraigo en los productores. Se caracteriza por su marcada rusticidad, elevado valor nutritivo, ideal para climas y tipos de suelo de ciertas regiones de nuestro país, además produce gran cantidad de semillas, agilizando de esta manera su multiplicación. En nuestro país se cultivan diferentes variedades de *Panicum maximum*, siendo Gatton panic una de las más importante, abarcando gran superficie en la región Occidental (Glatzle 1999).

El uso de semillas infectadas o contaminadas con patógenos sirve como agente diseminador y fuente de inóculo, pudiendo iniciar una epidemia bajo condiciones favorables (Marchi et al. 2010). Por lo tanto, la identificación de los hongos fitopatógenos que se encuentran infectando o contaminando las semillas es vital para establecer medidas de control, como el tratamiento químico de semillas, donde los fungicidas aplicados pueden ser específicos de acuerdo a las especies de hongos encontrados (Kelemu 1993, Marchi et al. 2011).

El objetivo del presente trabajo fue identificar y determinar la Incidencia de hongos fitopatógenos asociados a las semillas de *Panicum maximum* cv. Gatton panic provenientes de diferentes localidades en la región Occidental del Paraguay.

Metodología

El trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Fitopatología, del Área de Protección Vegetal, y en el Laboratorio de Análisis de Calidad de Semillas del Área de Producción Agrícola, de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional de Asunción. Se realizaron 8 tratamientos correspondientes a las localidades de Teniente Montanía (TM), Loma Plata (LP), General Díaz (GD), Benjamín Aceval (BA), Pozo Colorado (PC), Infante Rivarola (IR), Fuerte Olimpo (FO) y Filadelfia (FI), de donde provenían las semillas. Cada tratamiento consistió en 10 repeticiones distribuidas en dos métodos de siembra: PDA (Papa, dextrosa, agar) y Blotter test (Cámara húmeda); obteniéndose en total 80 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo constituida por una placa de Petri de 9 cm de diámetro conteniendo 40 semillas por placa, totalizando así 200 semillas por método de siembra y 400 semillas por tratamiento (ISTA 2003).

Se procedió a la siembra de las semillas en placas de Petri (para ambos métodos), con la ayuda de una pinza esterilizada bajo la campana de flujo laminar. Posteriormente dichas placas de Petri fueron transferidas a una incubadora y mantenidas a 28°C por 12 días, lo cual permitió el desarrollo y crecimiento de los microorganismos (French y Hebert 1980, ISTA 2003).

La observación de las semillas se realizó diariamente, desde los 3 hasta los 12 días después de la siembra (DDS), en los dos métodos de siembra. Una vez observada la presencia de colonias, se identificaron los hongos con la ayuda de estereoscopio, microscopio óptico y literatura

especializada pertinente, determinándose también la Incidencia de fitopatógenos en las semillas.

Los resultados del porcentaje de Incidencia en las localidades fueron sometidos a un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó por el test de Duncan al 5% de probabilidad de error (Programa estadístico Infostat).

Resultados y discusión

En la Figura 1 se puede observar (método de siembra PDA), que las semillas provenientes de la localidad IR fueron las que presentaron mayor Incidencia de hongos fitopatógenos y de almacenamiento (36,6%), siendo estadísticamente diferente solo con TM y LP. El hongo de mayor Incidencia fue *Aspergillus fumigatus* (hongo de almacenamiento) seguido por *Colletotrichum* sp., siendo el género *Fusarium* sp. el de menor Incidencia. Según Mallmann (2013) la elevada Incidencia de hongos fitopatógenos observados en las semillas de *Panicum maximum* se debe principalmente a la producción continua sobre la misma área, acompañado de condiciones

climáticas favorables en las regiones productoras.

En este método de siembra, *Aspergillus fumigatus* tuvo la mayor Incidencia, con un 82,4%, siendo estadísticamente diferente al resto de los patógenos (Tabla 1). Los hongos *Colletotrichum* sp., *Aspergillus flavus*, *Curvularia* sp., *Bipolaris* sp., y *Alternaria* sp., tuvieron una Incidencia de 29,4%, 11,8%, 11,2%, 10,6% y 7,8% respectivamente. La menor Incidencia fue registrada por *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp. y *Fusarium* sp. Anjos et al. (2003) y Pazos et al. (2011) reportan haber identificado en semillas de *P. maximum* los géneros *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Curvularia*, *Fusarium* y *Colletotrichum* en medio PDA, concordando con las identificaciones de esta investigación.

Para el método de siembra Blotter test (Figura 1), la mayor Incidencia se verificó en la localidad de BA con 8%, seguido por las localidades de PC con 5,6%, IR y TM con 5,2%, siendo las localidades con menor Incidencia GD con 3,6%, FO con 3,4%, FI con 3% y LP con 2,2%. No hubo diferencias estadísticas entre las diferentes localidades.

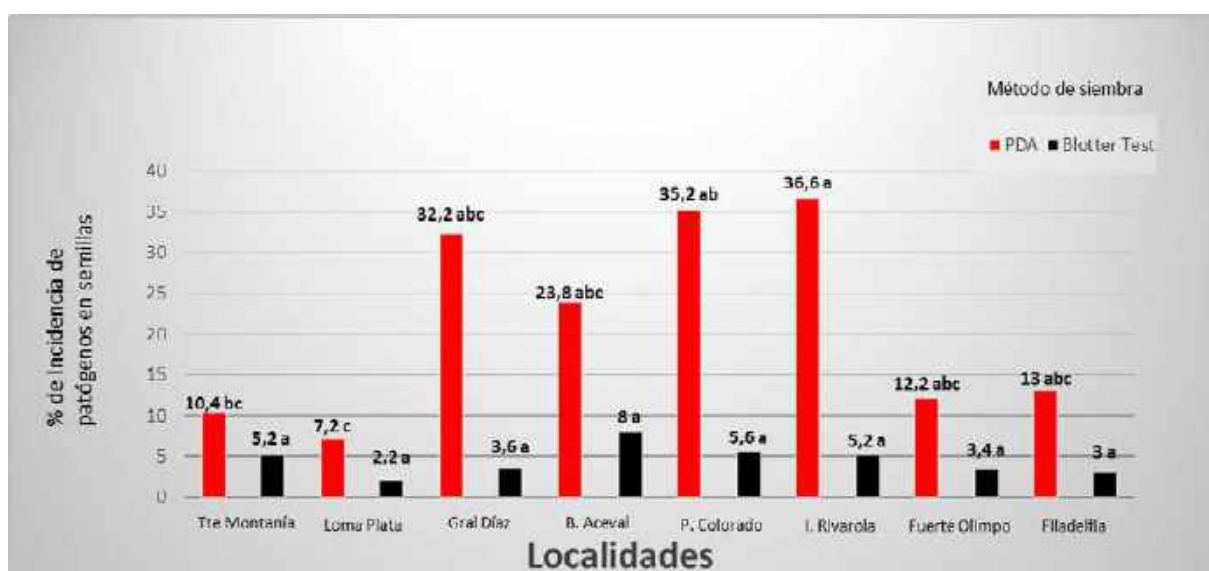


Figura 1. Promedio del porcentaje de Incidencia de hongos fitopatógenos en las diferentes localidades, en los métodos de siembra PDA y Blotter Test. FCA – UNA, San Lorenzo, Paraguay, 2017. Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí por el Test de Duncan al 5%.

Se identificaron solamente cinco géneros de hongos (Tabla 1), donde *Bipolaris* sp. y *Colletotrichum* sp. presentaron la mayor Incidencia, registrando 14,6% y 12,6% respectivamente. Anjos et al. (2003) reportan en sus investigaciones haber encontrado una Incidencia entre 24 y 9% del hongo *Bipolaris* en semillas de 24 genotipos de *P. maximum*, coincidiendo con los resultados de esta investigación. También Marchi et al. (2010) mencionan un incremento de la incidencia del hongo *Bipolaris* en variedades de *P. maximum*, corroborándose su presencia en las semillas comercializadas.

La Incidencia del hongo *Bipolaris* sp. en BA tuvo diferencias significativas con las demás localidades. *Bipolaris* sp. es un patógeno caracterizado por producir infección en pasturas a nivel de campo y está comúnmente asociado a las semillas, se encuentra adherido a la superficie de las semillas e infectando al tegumento, coincidiendo con los reportes de este hongo en semillas de *Panicum maximum* de González et al. (2006), Marchi et al. (2010) y Pazos et al. (2011).

Tabla 1. Promedio del porcentaje de incidencia de cada hongo en las diferentes localidades, en los métodos de siembra Blotter test y PDA. FCA – UNA, San Lorenzo, Paraguay, 2017.

Patógenos	% de Infección	
	Blotter test	PDA
<i>Bipolaris</i> sp.	14,6 a	10,6 b
<i>Colletotrichum</i> sp.	12,6 a	29,4 b
<i>Curvularia</i> sp.	3,2 b	11,2 b
<i>Fusarium</i> sp.	3,2 b	4,4 c
<i>Aspergillus fumigatus</i>	2,6 b	82,4 a
<i>Alternaria</i> sp.	-	7,8 b
<i>Aspergillus flavus</i>	-	11,8 b
<i>Aspergillus niger</i>	-	6,2 c
<i>Cladosporium</i> sp.	-	5,6 c

Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí por el Test de Duncan al 5%.

Conclusión

En las semillas de *Panicum maximum* cv. Gatton panic provenientes de diferentes localidades de la Región Occidental, se identificaron los géneros de hongos de *Aspergillus* (hongo de almacenamiento) y los fitopatógenos *Bipolaris*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Alternaria* y *Cladosporium*.

Las localidades de Infante Rivarola y Pozo Colorado presentaron la mayor Incidencia de hongos en los métodos de siembra PDA y Blotter test, a excepción de la localidad de Benjamín Aceval que tuvo mayor Incidencia en el método Blotter test. La localidad de Loma Plata presentó la menor Incidencia de hongos en ambos métodos de siembra.

Referencias bibliográficas

- Anjos, J; Charchar, M; Michalski, M; Rodrigues, A; Santos, M; Saraiva, S. 2009. Transmisão e patogenicidade de duas Especies de *Bipolaris* asociadas as sementes de *Panicum maximum* Jacq. Planaltina, BR, EMBRAPA Cerrados. 15 p. Boletim de pesquisa e Desenvolvimento 235).
- French, E; Hebert, T. 1980. Métodos de investigación fitopatológica. San José, CR, IICA. 277 p.
- Glatzle, A. 1999. Compendio para el manejo de pasturas en el Chaco. Asunción, PY, El Lector. p. 42-43.
- González, G; López, M; Amat, Z; Estrada, G; López, D; Bernal, B; Granda, A; Rodriguez, G;



- Figueredo, L; Pupo, A; Ramos, M; González, M; Ruiz, M; Perez, I; Napoles, C; García, G; Sanchez, C; Buchillón, C; López, M. 2006. Fitopatógenos en los cultivos de pastos y forrajes en Cuba (en línea). *Fitosanidad* 10(1). Consultado 10 nov. 2015. Disponible en www.redalyc.org/pdf/2091/209116158002.pdf
- ISTA (International Seed Testing Association) 2003. *International rules for seed testing*. Basserdorf, SW. 500 p.
- Kelemu, S. 1993. Seed health testing and phytosanitary procedures for tropical forages (en línea). Cali, CO, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Tropical Forages Program Plant Pathology. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en ciat-library.ciat.cgiar.org/Forrajes_Tropicales/pdf/2nd/WD132.pdf
- Mallmann, G; Rosemeire, J; Dornelas, C; Maia, J; Vechiato, MH; Inácio, CA; Vieira, M; Arruda, C. 2013. Fungos e nematoides asociados a sementes de forrageiras tropicais (en línea). *Summa Phytopathologica* 39(3):201-203. Consultado 22 nov. 2015. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/sp/v39n3/a10v39n3.pdf>
- Marchi, CE; Dornelas, C; Bueno, L; Vieira, M; Rodrigues, L. 2010. Microflora fúngica de sementes comerciais de *Panicum maximum* e *Stylosanthes* spp (en línea). *Semina Ciências Agrárias* 31(3):575-584. Consultado 12 nov. 2015. Disponible en www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/download/6499/5905
- Marchi, CE; Fernandes, C; Versignassi, J. 2011. *Doenças em plantas forrageiras*. Campo Grande, MS, BR, EMBRAPA Gado de Corte. 28 p.
- Pazos, T; Sarubbi, H; Aquino, A. 2011. Evaluación de hongos fitopatógenos en semillas de especies forrajeras tropicales. *Investigación Agraria* 13(1):41-47.

Royas en poáceas forrajeras del Chaco Central

Humberto J. Sarubbi O.^{1*}, Fernando Ferreira², Humberto Albertini B.²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Estancia Montanía. Teniente Montanía, Chaco. Paraguay

*Autor para correspondencia: humberto.sarubbi@agr.una.py

Introducción

Las royas conforman un grupo de hongos fitoparásitos muy importante debido a que infectan cultivos de importancia económica y poseen una amplia distribución geográfica. Son patógenos biotróficos teniendo especificidad en cuanto al hospedero que atacan, dañando especialmente las hojas de sus hospederos, causando necrosis foliar y defoliación acelerada (Bedendo 1995, Pardo-Cardona 2003). Cummins (1971) y Lenné (1990) reportan varios géneros de royas parasitando poáceas forrajeras, que son utilizadas en la alimentación animal.

La producción ganadera paraguaya está basada en pasturas que constituyen la dieta básica del hato vacuno (Glatzle y Stosiek 2001), y por lo tanto una identificación adecuada de los hongos que puedan afectar la calidad de la biomasa es de suma importancia, ya que constituye el primer paso para el desarrollo de estrategias de manejo.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es presentar los principales hallazgos de royas que atacan a poáceas forrajeras en el Chaco Central. Se realizó una identificación de los hongos uredinales y hospederos, así también una caracterización de las esporas encontradas y sintomatología en las plantas.

Metodología

Se realizaron colectas durante los años 2015-2016 en las cuatro estaciones del año, de diferentes especies de poáceas en áreas abiertas de potreros destinados al pastoreo de vacunos, del Departamento de Boquerón (Región Occidental), abarcando un área de 330 km².

Las muestras colectadas fueron de las especies: *Panicum maximum* cv. Gatton Panic, *Digitaria eriantha*, *Cenchrus ciliaris* y *Chloris elata*.

El material colectado consistió en hojas sintomáticas, frescas como senescentes, debido a que pueden presentar diferentes tipos de cuerpos de fructificaciones del hongo, dichas hojas fueron fotografiadas e inmediatamente depositadas en pequeños recipientes plásticos de laboratorio (100 mL) para su identificación. Las hojas colectadas fueron llevadas al laboratorio de fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA, UNA), donde los tejidos afectados y esporas fueron analizados con la ayuda de estereoscopio y microscopio óptico. Las esporas encontradas fueron caracterizadas y medidas (un mínimo de 50 por especie), con la ayuda del microscopio Leica ICC50 y el programa LAS EZ, determinándose la morfología, tamaño, color, tipo de pedicelo y rugosidad de la pared celular de las urediniosporas y teliosporas.

La identificación de las especies de royas se realizó teniendo en cuenta al hospedero, tipo de uredinios, telios y características de las esporas, con la ayuda de materiales técnicos y descriptivos para royas de Cummins (1971), Pardo-Cardona (2003), Hennen et al. (2005) y Salazar y Carvalho Junior (2011).

Resultados y discusión

Uromyces setariae-italicae Yoshino

= *Uromyces leptodermus* H. Sydow & P. Sydow, in Sydow & Butler, Ann. Mycol. 4: 430. 1906

TIPO: Sobre *Panicum maximum* cv. Gatton
Panic, poaceae

Paraguay, Teniente Montanía, may 2015, coord. S 21° 58' 55.9", O 60° 02' 54.6", depositado en la colección de royas de pasturas del Área de Protección Vegetal FCA, UNA.

Las hojas presentaban pústulas pequeñas (Uredinios), pulverulentas de color marrón canela, ubicándose a lo largo de las nervaduras y abarcando gran superficie de la lámina. Los Uredinios son anfigenos, confluentes, con ruptura conspicua de epidermis. Las Urediniosporas son obovoides, finamente equinuladas, de coloración marrón claro con tamaño de 23-40 x 20-29 µm (Figura 1). Los Telios son pequeños, inconspicuos,

oscuros, permanecen cubiertos por la epidermis y se encuentran con preferencia en la parte abaxial. Las Teliosporas son unicelulares, poseen forma variable, angulosas, globoides u obovoides con 23-29 x 21-27 µm, paredes lisas, de color castaño, pedicelo decíduo con hasta 20 µm de largo, pero normalmente quebrándose próximo a la espora (Figura 1). Hennen et al. (2005) y Salazar y Carvalho Júnior (2011) reportan que esta roya es la única conocida en Brasil parasitando a *Panicum maximum*. Los mismos autores señalan una morfología obovoide, color marrón claro y tamaño de urediniosporas de 27-39 x 24-27 µm y teliosporas unicelulares, globoides angulares con 16-28 x 14-20 µm de tamaño, que corresponden plenamente a las descritas en esta investigación.

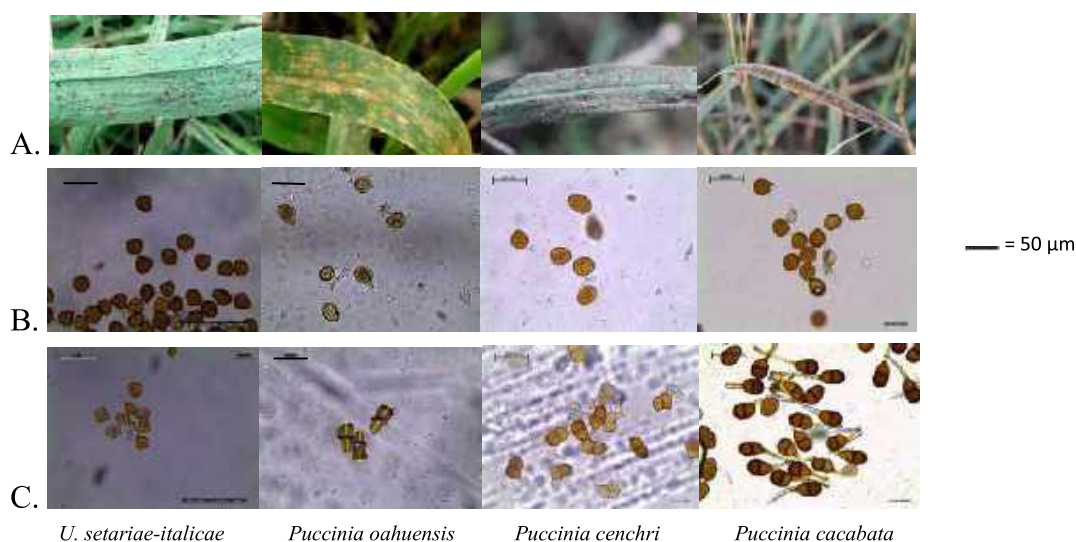


Figura 1. Síntomas en A. hojas B. urediniosporas y C: teliosporas de royas de las poáceas forrajeras en el Chaco central. San Lorenzo, Paraguay, 2017.

Puccinia oahuensis Ellis & Everhart

= *Puccinia digitariae* pole-Evans, Ann. Bolus Herb. 2: 111. 1917

= *Puccinia digitariae-velutinae* Viennot-Bourgin, Bull Soc. Mycol. France 65: 432. 1951

TIPO: Sobre *Digitaria eriantha* Steud., poaceae

Paraguay, Teniente Montanía, may 2015, coord.

S 21° 59' 20.5", O 60° 05' 43.2", depositado en la colección de royas de pasturas del Área de Protección Vegetal FCA-UNA.

En las láminas foliares se observaron manchas pequeñas de coloración naranja que correspondían a los Uredinios, abarcando gran superficie de la misma. Los Uredinios son ligeramente alargados, siguiendo la línea de las nervaduras, anfigenos, conspicuos, pulverulentos, irrupentes, con ruptura conspicua de la epidermis. Las

urediniosporas presentan una fina equinulencia, son de color marrón canela, ovoide a globosas, de un tamaño 27-31 x 23-28 μm (Figura 1). Los Telios encontrados en las hojas eran alargadas, dispuestas a lo largo de las nervaduras, de color marrón oscuro, inconspicuos, cubiertas por la epidermis y ubicadas preferentemente en la parte abaxial de las hojas. Las teliosporas son oblongas elipsoides, con ápice truncado y base atenuada, de color marrón canela de 45-47 x 18-28 μm , y presentan pedicelo corto y decíduo (Figura 1). Cummins (1971), Hennen et al. (2005) y Salazar y Carvalho Júnior (2011) señalan al género *Digitaria* como hospedero de esta roya y que las urediniosporas poseen un color castaño-amarillo de 24-30 x 21-24 μm de tamaño, y teliosporas marrón canela de 36-48 x 18-27 μm de tamaño, descripciones similares a las reportadas en este trabajo.

Puccinia cenchri Dietel & Holway

TIPO: Sobre *Cenchrus ciliaris* L., poaceae

Paraguay, Teniente Montanía, may 2016, coord. S 21° 58' 17.5", O 59° 59' 42.4", depositado en el herbario de la colección de royas de poáceas forrajeras del Área de Protección Vegetal FCA-UNA.

Las hojas examinadas presentaban manchas pequeñas en forma de puntos de coloración marrón canela, correspondiendo a los Uredinios. Estos son anfígenos, conspicuos, irrumpentes, ligeramente alargados, pulverulentos, con ruptura conspicua de la epidermis. Las urediniosporas son finamente equinuladas de color marrón canela, ovoide a globosas, de 28-38 x 22-27 μm (Figura 1). Los Telios son alargados, dispuestas a lo largo de las nervaduras, de color negro, conspicuos y permanecen cubiertos con la epidermis. Se encuentran preferentemente en la parte abaxial de las hojas. Las teliosporas son oblongas elipsoides, con ápice truncado y base atenuada, de color marrón canela de 45-47 x 18-28 μm , y presenta pedicelo corto (10-30 μm) y decíduo (Figura 1). Cummins (1971), Hernández et al. (2005) y Hennen et al. (2005), reportan al patógeno desde México hasta la Argentina, con

una descripción de urediniosporas marrón claro, con 45-47 x 20- 30 μm y teliosporas oblongas a clavadas, de color marrón canela con 40-50 x 20 -27 μm de tamaño, concordando con las descripciones realizadas en este trabajo. Este es el primer reporte del patógeno en Paraguay.

Puccinia cacabata Arthur & Holway=
Puccinia stakmanii Presley in Presley & King,
Phytopathology 33: 385. 1943

TIPO: Sobre *Chloris elata* Desv., poaceae

Paraguay, Teniente Montanía, may 2015, coord. S 21° 58' 46.8", O 60° 03' 28.7", depositado en el herbario de la colección de royas de poáceas forrajeras del Área de Protección Vegetal FCA-UNA.

Las láminas foliares presentaban manchas pequeñas pulverulentas (Uredinios) de color marrón canela, abarcando gran superficie de la hoja. Estos Uredinios son conspicuos, anfígenos, irrumpentes, que pueden coalescer, adquiriendo una apariencia de pústulas alargadas, siguiendo las nervaduras. Las urediniosporas son obovoides de color marrón claro, equinuladas, de tamaño 23-28 x 19-25 μm . Los Telios son de color negro, conspicuos, anfígenos, con ruptura de epidermis, se desarrollan preferentemente cuando la hoja entra en senescencia. Las teliosporas bicelulares poseen una coloración marrón canela, ápice ligeramente más oscuro, alargadas de tamaño 33-40 x 20-25 μm , con pedicelo persistente largo (60 a 110 μm) (Figura 1). Esta roya esta reportada tanto en Bolivia, Argentina y Brasil sobre especies de *Chloris*, corroborando el hospedero estudiado (Farr y Stevenson 1964, Hennen et al. 2005). Cummins (1971) y Hennen et al. (2005) reportan una morfología de urediniosporas obovoides y ligeramente elipsoides de color marrón canela y tamaño de 22-32 x 17-25 μm , y teliosporas de color marrón canela, elipsoides a oblongos de 27-44 x 17-26 μm de tamaño, descripciones que concuerdan a las presentadas en este trabajo. Este es el primer reporte del patógeno en Paraguay.



Conclusión

Se registra la presencia de las royas *Uromyces setariae-italicae* en *Panicum maximum* cv. Gatton panic, *Puccinia oahuensis* en *Digitaria eriantha*, *Puccinia cenchri* en *Cenchrus ciliaris* y *Puccinia cacabata* en *Chloris elata* en el Chaco central.

Referencias bibliográficas

- Bedendo, I. 1995. Ferrugens. In Bergamin Filho, A; Kimati, H; Amorim, L. Manual de Fitopatología. São Paulo, BR, Editora Agronómica Ceres. p. 872-880.
- Cummins, G. 1971. The rust fungi of cereals, grasses and bamboos. New York, US, Springer-Verlag New York Inc. 571 p.
- Glatzle, A; Stosiek, D. 2001. Perfiles por país del recurso pastura/forraje (en línea). Roma, IT, FAO. Consultado 2 nov. 2016. Disponible en [http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/PDF%20files/Paraguay_Spanish .pdf](http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/PDF%20files/Paraguay_Spanish.pdf)
- Hennen, J; Figueiredo, M; Carvahlo, A; Hennen, P. 2005. Catalogue of the species of plants rust fungi (Uredinales) of Brazil (en línea). Brasil, FAPESP. Consultado 2 jun. 2015. Disponible en http://aplicacoes.jbrj.gov.br/publica/livros_pdf/catalogue.pdf
- Hernandez J; Aime, M; Henkel, T. 2005. The rust fungi (Uredinales) of Guyana. *Sydowia* 57(2):189-222.
- Lenné, J. 1990. A world list of fungal diseases of tropical pasture species. Wallingford, UK, University press Cambridge. 162 p.
- Pardo-Cardona, V. 2003. Nuevas especies y registros de uredinales para Colombia y Sudamérica. *Caldasia* 5(2):283-296.
- Salazar Yepes, M; Carvalho, A. 2010. Ferrugens, diversidade de uredinales do Parque Nacional do Itatiaia, Brasil. Rio de Janeiro, BR, Technical Books Editora. 201 p.
- Farr, M; Stevenson, J. 1964. Eine ergänzungsliste bolivianischer Pilze (en línea). *Sydowia* 17:37-69. Consultado 14 oct. 2016. Disponible en http://www.zobodat.at/pdf/Sydowia_17_0037-0069.pdf

Efecto del líquido piroleñoso sobre el control de oídio (*Oidium* sp.) en soja

Guillermo Andrés Enciso-Maldonado¹, Carlos María Valdez-López^{1*},
Mónica Elizabeth Bogado-Rotela¹, Elvio Joel López-Ranoni¹

¹Fundación Nikkei-Cetapar, Yguazú, Alto Paraná, Paraguay.

*Autor para correspondencia: valcarlitos@gmail.com

Introducción

El líquido piroleñoso, también llamado vinagre de madera o ácido piroleñoso, es una mezcla compleja, líquida a temperatura ambiente, poco estable en el tiempo y está constituida por dos fases, una acuosa y una orgánica, que se satura una en la otra formando una mezcla líquida heterogénea (Navas 2003). El líquido piroleñoso contiene los siguientes compuestos: alcoholes, cetonas, aldehídos, ácidos carboxílicos, compuestos aromáticos y compuestos heterocíclicos (Vergnet y Villeneuve 1984). La concentración de estos compuestos varía según la especie de la que se extraiga (Petroff y Doat 1978).

Para su uso en la agricultura, el líquido piroleñoso ha sido reportado como bioestimulante, fertilizante foliar, nematocida, insecticida, herbicida y fungicida (Battu et al. 2016).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del líquido piroleñoso en el control del oídio de la soja en condiciones de invernadero. Para ello se midió el porcentaje de incidencia, severidad, índice de intensidad y control de la enfermedad.

Metodología

El experimento fue conducido en condiciones de invernadero en el predio de la Fundación Nikkei-CETAPAR, Yguazú, PY, entre los meses de enero y abril de 2015. Los tratamientos consistieron en la aplicación de distintas dosis de líquido piroleñoso artesanal, obtenido de la carbonización de cedrón (*Cedrela fissilis*) fabricada por productores del distrito de Yguazú,

sobre las plantas de soja infectadas con oídio, las cuales se compararon con un testigo químico y un testigo a base de agua destilada (Tabla 1). Se utilizó el diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. La unidad experimental se constituyó de 3 plantas por maceta.

Para la siembra se utilizaron macetas de 2 L de capacidad en las cuales se cargó una mezcla de arena gorda con tierra roja en una proporción 1:1, previamente esterilizada a través de un tratamiento térmico, en el cual el sustrato mezclado es calentado y revuelto dentro de un tambor de metal que se encontraba sobre una fogata. Se sembraron semillas de soja de la variedad 5909.

A los 30 días después de la emergencia (dde) se observó la infección natural de oídio en los primeros trifolios. Para la identificación del hongo a nivel de género, se observaron sus estructuras a través de un esteroscopio (Olympus, de origen japonés) y un microscopio óptico (Boeco, de origen alemán) y se compararon con las claves taxonómicas de Barnett y Hunter (1998).

La aplicación de los tratamientos se realizó cada 10 días con un aspersor manual a partir de los 32 dde. En total se realizaron 4 aplicaciones.

Las variables fueron medidas tres días después de cada aplicación, a los 35, 45, 55 y 65 dde.

Las variables evaluadas fueron el porcentaje de incidencia final: número de plantas enfermas sobre el número total de plantas; el porcentaje de severidad final según la escala de severidad

Tabla 1. Tratamiento, descripción y dosis del estudio efecto del líquido piroleñoso sobre el control de oídio en soja. Yguazú, PY. 2017.

Tratamiento	Descripción	Dosis (en 200 L agua)
T1	Testigo (agua)	-
T2	Azoxystrobin + Ciproconazole	250 cc
T3	Ácido piroleñoso	500 cc
T4	Ácido piroleñoso	1.000 cc
T5	Ácido piroleñoso	1.500 cc

de enfermedades de final de ciclo de Martins et al. (2004) que consta de 5 niveles; el índice de intensidad de la enfermedad según la metodología de French y Hebert (1980) y el porcentaje de control de la enfermedad según la fórmula de Abbot (1925). Se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias se obtuvo por medio del test de Tukey al 5%.

Resultados y discusión

La aplicación de las distintas dosis de líquido piroleñoso mantuvo la incidencia de oídio entre un 90 y 93 %, sin mostrar diferencias significativas con el testigo. De igual manera, la severidad de oídio de las plantas tratadas con líquido piroleñoso, alcanzó valores altos, semejantes al del testigo (Tabla 2). Por consiguiente, el control

Tabla 2. Porcentaje de incidencia, severidad y control de oídio en soja tras la aplicación de los tratamientos. Fundación Nikkei-CETAPAR, Yguazú, 2017.

Tratamiento	Incidencia (%)	Severidad (%)	Control (%)
T1	100 b	4,4 b	0,0
T2	25 a	0,6 a	97,3
T3	91 b	4,2 b	4,5
T4	90 b	4,3 b	2,3
T5	93 b	4,1 b	6,8
CV (%)	11,7	9,67	

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error; CV: Coeficiente de variación.

de la enfermedad fue bajo, obteniéndose el mayor control con T5, que mostró un control de 6,8%. Se observó un mejor control con el tratamiento químico.

En cuanto al índice de intensidad de oídio, las plantas tratadas con líquido piroleñoso obtuvieron índices semejantes entre sí y no presentaron diferencias estadísticas con relación al testigo, a excepción de la evaluación realizada a los 45 dde, en la cual se observa dicha diferencia. El tratamiento químico mantuvo bajo el índice de intensidad de la enfermedad.

Existen pocos reportes sobre la capacidad antifúngica del líquido piroleñoso. Navas

(2003) encontró que el líquido piroleñoso inhibe el crecimiento *in vitro* de algunos hongos que pudren la madera. Por otro lado, existen testimonios de productores de Paraguay que afirman que el líquido piroleñoso es efectivo en el control de la roya de la soja (Battu et al. 2016).

Podría ocurrir que, por los compuestos del líquido piroleñoso, este producto pueda tener un efecto bioestimulante (Battu et al. 2016) por lo que correspondería evaluar otras variables de respuesta como el índice de área foliar, el contenido de materia seca y la actividad de proteínas o enzimas que indiquen respuesta de defensa por parte de la planta.

Tabla 3. Índice de intensidad de oídio en soja tras la aplicación de los tratamientos a los 35, 45, 55 y 66 días después de la emergencia (dde). Fundación Nikkei-CETAPAR, Yguazú, 2017.

Tratamiento	Índice de intensidad de oídio			
	35 dde	45 dde	55 dde	65 dde
T1	0,7 a	11,1 c	38,6 b	53,82 b
T2	0,9 b	1,2 a	1,9 a	1,44 a
T3	0,7 a	8,7 b	36,2 b	51,38 b
T4	1,1 c	8,2 b	37,6 b	52,60 b
T5	0,7 a	8,2 b	36,6 b	50,15 b
CV (%)	8,2	4,6	7,5	8,0

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error, CV: Coeficiente de variación.

Conclusión

Bajo las condiciones en las que se realizó el experimento y de acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que el líquido pireleñoso no tiene efecto sobre el control de oídio en soja. Se sugiere realizar ensayos para evaluar el efecto del producto en la planta para conocer su capacidad como bioestimulante o activador de defensa.

Referencias bibliográficas

- Abbot, WS. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticides. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Barnett, H; Hunter, B. 1998. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Minneapolis: Burgess Publishing Company. 225 p.
- Battu, E; Horita, I; Kliever, I. 2016. *Manual de manejo integrado de cultivos*. Paraguay, Proyecto UNICOOP. 127 p.

French, ER; Hebert TT. 1980. *Métodos de investigación fitopatológica*. San José, CR, IICA. 289 p.

Martins, MC; Guerzoni, RA; Câmara, GMS; Mattiazzi, P; Lourenço, SA; Amorim, L. 2004. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. *Fitopatologia Brasileira* 29:179-184.

Navas, S. 2003. Evaluación fungicida y antitermímica preliminar del líquido pireleñoso. *Tecnología en Marcha* 16(3):12-30.

Petroff, G; Doat, J. 1978. *Pyrolyse des bois tropicaux: influence de la composition des bois sur les produits de distillation*. *Revue Bois et Forêts des Tropiques* (177):51-64.

Vergnet, AM; Villeneuve, F. 1984. *Techniques analytiques applicables aux liquides et Gaz de Pyrolyse de la biomasse tropicale*. *Revue Bois et Forêts des Tropiques* 205(3).

Crecimiento *in vitro* de *Oidium* spp.

Alicia Susana Aquino Jara^{1*}, Guillermo Andrés Enciso Maldonado¹,
Aída Lorenza Orrego Fuente¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: aaquino@agr.una.py

Introducción

El oídio de las cucurbitáceas es una enfermedad de alto impacto económico. El agente causal es el hongo del género *Oidium*. Este patógeno es un organismo biotrófico, es decir, cumple su ciclo de vida extrayendo nutrientes de un hospedero vivo y por ello, su aislamiento en medio de cultivo no es viable. La ventaja de poder aislar a un hongo patógeno es la posibilidad de obtener cultivos puros para someterlo a varios estudios y conocer el comportamiento del mismo bajo diversas condiciones. Los géneros de hongos causantes de oidios, royas y mildews no crecen en medios de cultivo, por ello se han desarrollado técnicas para su crecimiento en condiciones de laboratorio.

Los primeros en reproducir a este hongo fueron Molot et al. (1987). Posteriormente, Álvarez y Torés (1997) simplificaron el método de Molot et al. utilizando cotiledones en vez de hojas en medio de cultivo pobre en nutrientes y sin antibióticos. Lebeda y Urban (2010) reprodujeron al agente causal del mildew de las cucurbitáceas (*Pseudoperonospora cubensis*) en hojas de distintas variedades de sandía y zapallo

sobre medio de cultivo a base de agar-agua dentro de placas de Petri.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento *in vitro* del hongo *Oidium* spp. sobre cotiledones y hojas de zapallito de tronco (*Cucurbita pepo* var. *melopepo*). Para ello se cuantificó el porcentaje de severidad del oídio y el grado de amarillamiento en cotiledones y hojas de zapallito de tronco en condiciones *in vitro*, además se identificó a los microorganismos contaminantes en los órganos utilizados para la inoculación de *Oidium* spp.

Metodología

El experimento se realizó en el Laboratorio de Fitopatología del Área de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (San Lorenzo, PY) entre los meses de agosto y setiembre de 2013. Para este estudio se utilizó el diseño completamente al azar, con 4 tratamientos y 6 repeticiones, siendo la unidad experimental dos placas Petri. Los tratamientos consistieron en cotiledones y hojas de zapallito de tronco inoculados y no inoculados con *Oidium* spp. (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos aplicados en el experimento. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay, 2017.

Tratamiento	Descripción
T1	Hojas cotiledonares de zapallito de tronco sobre medio de cultivo a base de sacarosa sin inoculación de <i>Oidium</i> spp.
T2	Hoja verdadera de zapallito de tronco sobre medio de cultivo a base de sacarosa sin inoculación de <i>Oidium</i> spp.
T3	Hojas cotiledonares de zapallito de tronco sobre medio de cultivo a base de sacarosa inoculados con <i>Oidium</i> spp.
T4	Hoja verdadera de zapallito de tronco sobre medio de cultivo a base de sacarosa inoculados con <i>Oidium</i> spp.

Para la preparación del medio de cultivo se siguió la metodología de Álvarez y Torés (1997), en la cual se pesaron 40 g de sacarosa y 12 g de agar y se agregaron a un 1 L de agua. Esta mezcla fue llevada al microondas por aproximadamente diez minutos, y finalmente se agitó enérgicamente durante 5 minutos. El medio de cultivo se distribuyó en frascos Erlenmeyer a 1/3 de su capacidad y fue esterilizado en autoclave a una temperatura de 121°C y 1 atm de presión durante 20 minutos.

El hongo *Oidium* spp. fue obtenido a partir de hojas de zapallito de tronco con síntomas de oídio, recolectadas dentro del campo experimental del Área de Protección Vegetal. La identificación del hongo se realizó por observación de sus estructuras a través de un estereoscopio y un microscopio óptico y se compararon con las claves taxonómicas de Barnett y Hunter (1998).

La siembra de semillas de zapallito de tronco (*Cucurbita pepo* var. *melopepo*) se realizó dentro de una casa de vegetación, en macetas conteniendo como sustrato arena gorda y estiércol vacuno, en proporción 1:1; se efectuó riego diario a primeras horas de la mañana. Se cortaron cotiledones y hojas de 8 días de edad. Ambos materiales fueron lavados con agua corriente para luego desinfectarlos a través del proceso del triple lavado: inmersión en solución de alcohol al 70% durante un minuto, luego en solución de hipoclorito de sodio (1/3) por 30 segundos y posterior lavado con agua destilada esterilizada en tres oportunidades. Las muestras se colocaron sobre papel de filtro, para retirar el exceso de líquido.

Fueron colocadas dos hojas cotiledonares y una hoja verdadera de zapallito por placa de Petri conteniendo medio de cultivo a base de sacarosa. La inoculación se realizó con un bisturí, previamente desinfectado, con el que se tomó una colonia de *Oidium* spp., obtenida de hojas de zapallito de tronco con síntomas de la enfermedad. El proceso se realizó bajo cámara de flujo laminar. Las placas fueron incubadas a una temperatura de 26 ±1°C y con fotoperiodo de 12 horas luz, durante 10 días, a fin de permitir el crecimiento del hongo patógeno.

Se evaluó la severidad de oídio en cotiledones con la escala diagramática de Azevedo y Leite, adaptada por Zatarim et al. (2005). Para cuantificar el grado de amarillamiento en cotiledones y hojas se adoptó la escala de Álvarez y Torés (1997): 0 (completamente verde); 1 (menos del 20% de la superficie amarilla); 2 (verde, con el 21-40% amarillo); 3 (50% verde, 50% amarillo); 4 (60-80% amarillo); y 5 (completamente amarillo). Las variables fueron sometidas al análisis de varianza y posteriormente se realizó el test de Tukey al 5 % para determinar diferencias entre las medias.

Resultados y discusión

La presencia de oídio se evaluó a los 10 días (Tabla 2), en hojas cotiledonares y hojas de zapallito de tronco, con severidad del 14,17 y 18,50%, respectivamente (Figura 1). En los materiales no inoculados no hubo presencia de oídio. No existieron diferencias significativas en el porcentaje de severidad de oídio en hojas cotiledonares y verdaderas. Álvarez y Torés

Tabla 2. Porcentaje de severidad de oídio y amarillamiento en cotiledones y hojas de zapallito de tronco en los diferentes tratamientos. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay, 2017.

Tratamiento	Severidad de oídio (%)	Amarillamiento (%)
T1	0,00 a*	36,67 b
T2	0,00 a	13,33 a
T3	14,17 b	36,67 b
T4	18,50 b	16,67 ab

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



Figura 1. Crecimiento micelial de *Oidium* spp.. (A) En hoja verdadera y; (B) En hojas cotiledonares de zapallito de tronco (*Cucurbita pepo* var. *melopepo*). FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay, 2017.

(1997) encontraron una mayor severidad, con un valor de 35%, sobre medio de cultivo a base de sacarosa a los 15 días luego de la inoculación.

Existieron diferencias significativas en el porcentaje de amarillamiento entre hojas y cotiledones (Tabla 2). Las hojas mostraron menor porcentaje de amarillamiento que los cotiledones, independientemente de haber sido inoculadas. Álvarez y Torés (1997) encontraron que el promedio de amarillamiento de cotiledones sobre medio de cultivo a base de sacarosa fue de 35% a los 15 días y 50% a los 30 días. Los mismos autores señalan que el amarillamiento se debe a factores como la edad del cotiledón (cuanto más jóvenes, más verdes se mantienen) y que a mayor intensidad luminosa el porcentaje de amarillamiento aumenta. Para el estudio de estos hongos biotróficos es necesario que el órgano vegetal pueda mantenerse vivo más tiempo para mantener la viabilidad del patógeno. Si el material vegetal muere antes de tiempo se debería reemplazar por nuevas hojas en las placas para volver a inocular al patógeno en estudio, y por ello, un órgano vegetal que dure más tiempo evitaría el reemplazo con menos frecuencia.

Se observó que todos los tratamientos fueron contaminados por hongos de los géneros

Aspergillus, *Fusarium*, *Cladosporium* y *Rhizopus*. El triple lavado desinfecta el material vegetal de manera externa permitiendo el crecimiento de hongos saprófitos del interior de cotiledones y hojas de zapallito de tronco. Para evitar la contaminación, Alvarez y Tores (1997), disolvieron en el medio de cultivo CL_2Hg al 0,1% y 0,30 mg de bencimidazol. Bertrand (1988) agregó al medio azucarado, fungicidas y antibióticos para inhibir el crecimiento de organismos indeseables.

Conclusión

La mayor severidad del oidio ocurre en las hojas verdaderas de zapallito de tronco, mientras que el mayor grado de amarillamiento presentan las hojas cotiledonares de zapallito de tronco, independientemente de haber sido inoculados. Los hongos de los géneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Cladosporium* y *Rhizopus* fueron identificados como contaminantes de ambos órganos vegetales.

Referencias bibliográficas

Álvarez, B; Torés JA. 1997. Cultivo in vitro de *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht. Ex Fr.), efecto de diferentes fuentes de carbono sobre su desarrollo. Bol San Veg Plagas 23:283-288.

- Barnett, H; Hunter, B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. Minneapolis, Burgess Publishing Company. 225 p.
- Bertrand, F. 1988. Culture and cloning methods for cucurbits powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea* [Schlecht. ex Fr.] Poll. and *Erysiphe cichoracearum* DC ex Mérat). *Eucarpia Cucurbitaceae* 88:75-76.
- Lebeda, A; Sedláková, B. 2010. Screening for resistance to cucurbit powdery mildews (*Golovinomyces cichoracearum*, *Podosphaera xanthii*) (en línea, ResearchGate). s/l. Consultado el 5 diciembre 2016. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/291797616_Screening_for_resistance_to_cucurbit_powdery_mildew_Golovinomyces_cichoracearum_Podosphaera_xanthii
- Molot, PM; Leroux, JP; Ferrière, H. 1987. Les Oidium des Cucurbitacées. II. Mise au point d'une technique de conservation des souches en culture axénique. *Agronomic* 7(5):339-343.
- Zatarim, M; Cardoso, AII; Furtado, EL. 2005. Efeito de tipos de leite sobre oídio em abóbora plantadas a campo. *Horticultura Brasileira* 23(2):198-201.

Characterization of species of *Trichoderma* spp. in its efficacy for the biological control of native isolates of *Macrophomina phaseolina*

Dani Daniel Ruiz-Díaz¹, María Eugenia Flores-Giubi¹, Javier E. Barúa^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Author for correspondence: javierbarua@qui.una.py

Introduction

Agricultural crops are affected in yield and quality due to the action of phytopathogenic organisms, mainly fungi, generating significant economic losses (Nina et al. 2011). Among the traditional methods for the control of phytopathogens the use of chemical products is the most popular. Although the indiscriminate use of these products has led to the appearance of mechanisms of resistance of phytopathogenic fungi to fungicides, and also contributes to environmental pollution (Guédez et al. 2012), which has led to the need to generate alternative methods that are ecologically friendly. The main strategy has been the identification of soil microorganisms that operate as effective antagonists and that their biological use is safe. Among native soil microorganisms, *Trichoderma* spp. (Hypocreales, Ascomycota) has been extensively studied and has been proposed as a biocontrol agent (Guigón et al. 2010).

Methodology

Test of direct confrontation of *Trichoderma* spp. against phytopathogenic fungi

At the edge of a Petri dish with PDA medium was placed a 5 mm diameter agar disc with pathogen mycelium *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. FCQ6 from soy stubble and FCQ9 from infected sesame crops) and at the opposite edge another 5 mm disc with mycelium of the antagonist (*T. harzianum* T34 (CECT2413), *T. brevicompactum* IBT40841, *T. arundinaceum* IBT40837). All were incubated at 30°C in the dark for 5 days, measurements were made of

the radial growth of colony mycelium every 24 hours. The percentages of inhibition obtained in each confrontation were compared by an analysis of variance (ANOVA) and the comparison between the means were estimated by Tukey ranks test. ($p=0.05$). Significant differences were considered with 95% confidence $p<0.05$ for ANOVA and for the Tukey Test.

Analysis of organic extracts

Two mycelium disks of 5 mm diameter were inoculated from each *Trichoderma* strain per quadrupled in 100 ml of PDB liquid culture medium (Potato dextrose broth). They were incubated for 7 days at room temperature in the dark and in static culture. The mycelium was separated by filtration through Nylal filters and the filtrate was extracted with ethyl acetate three times (Filtrate: organic solvent 1:1, 1:½, 1:½). They were then evaporated to dryness by a rotary evaporator. The extracts were resuspended in ethyl acetate and were chromatographed using silica gel F₂₅₄ TLC (Macherey-Nagel, 0.20 mm, 4x6 cm) as the stationary phase and Hexane: Ethyl acetate (1: 1) as the mobile phase. The plates were visualized under ultraviolet light at 254 nm and 366 nm, and were exposed to chemical developers, oleum, vanillin and anisaldehyde.

For a more exhaustive analysis, the *Trichoderma* organic extracts were dissolved in acetonitrile (ACN), prepared at a concentration of 5 mg mL⁻¹ and filtered with 0.2 µm PTFE filters and analyzed on an Ultra High Performance Liquid Chromatograph (UPLC). As a mobile phase were prepared a mixture of water (with 0.1% formic acid and 0.5% ammonia) and methanol in a concentration gradient of 0 to 100% metanol,

with a running time of 5 minutes and flow of 0.4 mL min⁻¹.

Results and discussion

The confrontation between the reference strains of *Trichoderma* and the phytopathogenic *M. phaseolina* FCQ6 y FCQ9, observing the mycelial growth of black color corresponding to *M. phaseolina* and of green-yellow color to those of *Trichoderma*. Measurements were performed at 48 hours, 72 hours and 96 hours.

The inhibition of growth of *M. phaseolina* was determined by measuring the radial growth zone of the *M. phaseolina* isolates in the absence of *T. harzianum* (control) and in the presence of the fungus (confrontation), getting the measures observed in Figure 1, for strain FCQ6 and Figure 2 for strain FCQ9, the percentage of growth inhibition (PIC) of phytopathogenic fungus was 55.6% for FCQ6 and 52.8% for FCQ9.

Trichoderma brevicompactum presented a PIC of 46.8% for FCQ6 and 47.3% for FCQ 9. In the confrontation between *T. arundinaceum* and the isolate of *M. phaseolina* FCQ6 a PIC of 35% was observed at 96 h, lower than the PIC values obtained in the experiments with *T. harzianum* and *T. brevicompactum*. For the FCQ9 strain, a PIC of *Macrophomina* of 49.5% was observed at 96 h. The inhibition may be due to the production of hydrolytic enzymes or toxins secreted by *Trichoderma*, which could degrade the cellular structures of phytopathogens.

Data analysis of percent inhibition among the three species of *Trichoderma* and *M. phaseolina* FCQ6 showed that *T. harzianum* and *T. brevicompactum* produce significantly greater inhibition than *T. arundinaceum* at 72 h and 96 h from the start of the confrontation, no significant differences were observed between *T. harzianum* and *T. brevicompactum* at any of the evaluated times (Figure 1).

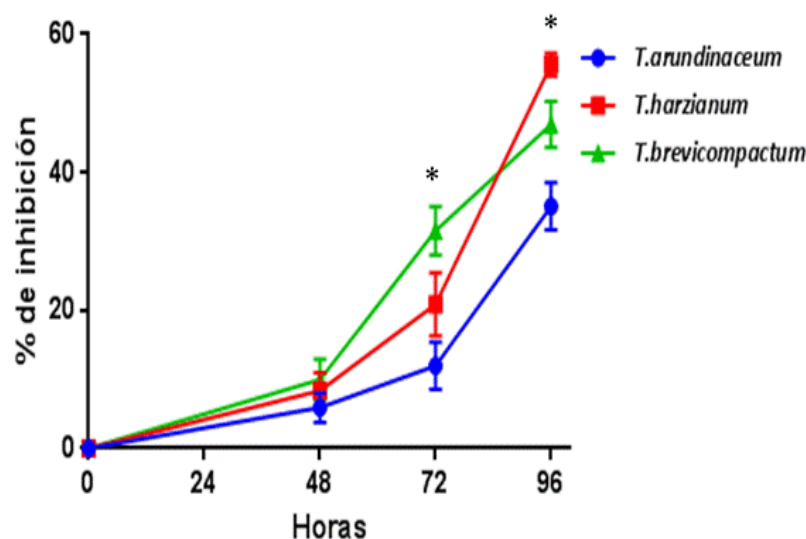


Figure 1. Inhibition of growth of *Macrophomina phaseolina* FCQ6.

The lines indicate the percentage of inhibition exerted by the three *Trichoderma* species, which were evaluated at 48, 72 and 96 hours, blue line: *T. arundinaceum*, red line: *T. harzianum* and green line: *T. brevicompactum*. Groups marked with an asterisk indicate significant differences between groups ($p < 0.05$, ANOVA and posthoc $p < 0.05$ Tukey).

In the confrontations between species of *Trichoderma* and *Macrophomina phaseolina* FCQ9 no significant differences were observed in the percentages of inhibition between the three species of *Trichoderma* used.

These results demonstrated that the different species of *Trichoderma* exert inhibition of the growth of *M. phaseolina*. In addition, the ability of inhibition of a particular *Trichoderma* strain depends on which microorganism it is facing.

When comparing the inhibition capacity against the two isolates of *Macrophomina phaseolina*, *T. arundinaceum* showed significant differences at 72 hs and 96 hs of confrontation, with greater inhibition of FCQ9 than FCQ6 from *Macrophomina phaseolina*. (Figure 2), *T. harzianum* only presented difference at 72 h presenting greater inhibition of strain FCQ9, *T. brevicompactum* did not present significant differences in its capacity of inhibition of the strains.

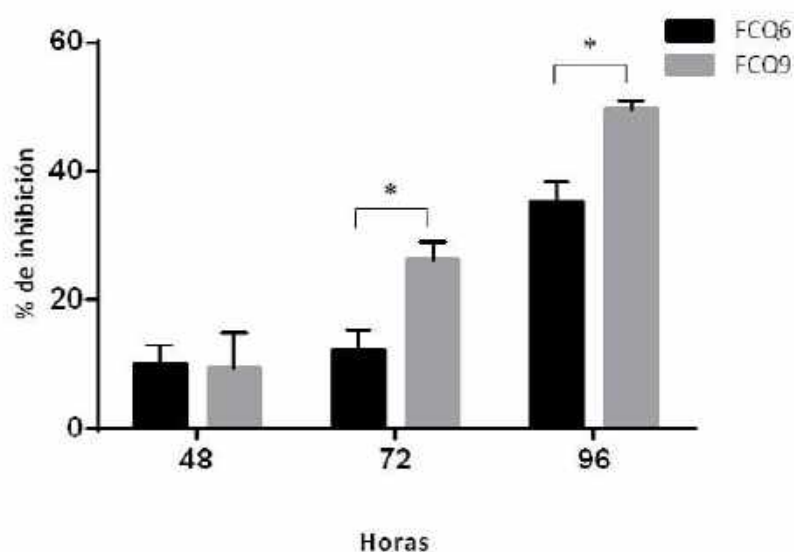


Figure 2. Percentage of growth inhibition exerted by *T. arundinaceum* on *Macrophomina phaseolina* FCQ6 and FCQ9. Groups with an asterisk indicate significant differences between groups ($p < 0.05$ ANOVA and $p < 0.05$ Tukey). nd posthoc $p < 0.05$ Tukey).

In this way, the different origin of isolation of plant pathogens from the same species allowed to observe the different response of these to the same biocontrol agent during the interaction.

Chromatographic profile

Thin Layer Chromatography (TLC)

Signals observed in TLC under UV light showed that they are compounds containing extended

conjugations or could be aromatic compounds. Chemical developers, oleum, anisaldehyde and vanillin were used to observe spots of different colorations depending on the chemical nature of the compounds (Figure 3). The results showed that the organic extracts obtained presented an important chemical complexity since, regardless of the developer used, several spots were observed, suggesting the presence of several secondary metabolites secreted into the culture medium.

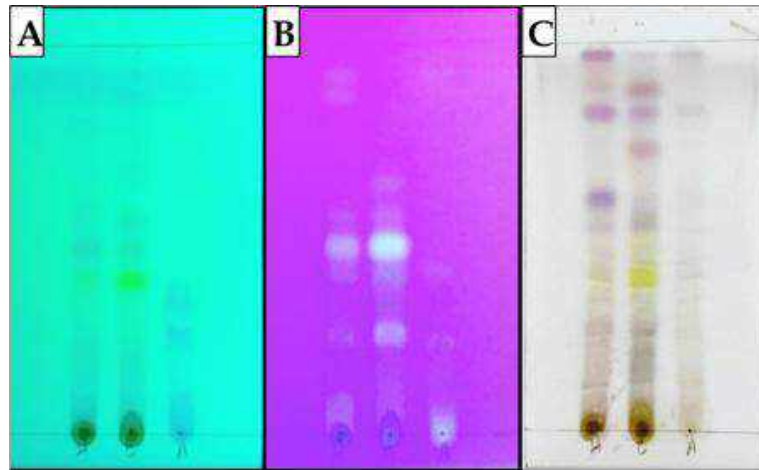


Figure 3. Thin layer chromatography of the organic extracts obtained. UV 256 nm (A) and UV366nm (B), Anisaldehyde (C) The order of sowing the sample, from left to right: *T. harzianum*, *T. brevicompactum* and *T. arundinaceum*.

Ultra High Performance Liquid Chromatography (UPLC)

The chromatograms obtained from the different extracts showed remarkable differences between them, in the organic extract of *T. harzianum*, detected the presence of 2-phenylethanol with m/z 123 ($M+H^+$), β -sitosterol with m/z 415 ($M+H^+$), 6-pentyl-2H-pyran-2-one with m/z 167 ($M+H^+$), and 1,8-dihydroxy-3-methylanthraquinone with m/z 255 ($M+H^+$). All these compounds have been previously evaluated in their antifungal activity against several phytopathogens, including *M. phaseolina*, being 1,8-dihydroxy-3-methyl anthraquinone the one that has shown a greater capacity of inhibition of the growth of these microorganisms (Ahluwalia et al. 2015). In the organic extract of *T. arundinaceum*, was detected the presence of 2-phenylethanol with m/z 123 ($M+H^+$), Tyrosol with m/z 139 ($M+H^+$), and toxin harzianum A with m/z 401 ($M+H^+$).

Harzianum A has been previously described in this fungus and is described as a potent mycotoxin belonging to the family of trichotecenes (Degenkolb et al. 2008).

The analysis of the organic extract of *T. brevicompactum* give not yielded conclusive results.

In *T. brevicompactum* it is characteristic the production of the mycotoxin trichodermin, (Degenkolb et al. 2008), although in our growing conditions we have not been able to verify its presence.

These results demonstrate that the *Trichoderma* strains evaluated in this work are able to synthesize a wide diversity of secondary metabolites and these could be implicated in the antagonistic effect observed against *M. phaseolina* FCQ6 and FCQ9.

Conclusion

T. harzianum and *T. brevicompactum* showed the highest growth inhibition values of the two phytopathogen isolates, *T. arundinaceum* showed an important inhibition of the growth of the strain FCQ6, although inferior to those obtained with *T. harzianum* and *T. brevicompactum*.

From the chromatographic analysis performed on the organic extracts, it was determined that there is differential production of metabolites among the *Trichoderma* species evaluated.

More thorough chemical analyzes should be performed to confirm the identity and biological activity of the metabolites described in this paper.



Bibliographic references

- Nina, R; Smeltekop, H; Almanza, JC; Loza, M. 2011. Evaluación de la capacidad biocontroladora de cepas nativas de *Trichoderma* spp. sobre *Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* sp. en café (*Coffea arabica*) en condiciones experimentales. Journal of the Selva Andina Research Society 2(1):43-52.
- Guédez, C; Cañizaleza, L; Castillo, C; Olivar, R. 2012. Evaluación *in vitro* de aislamientos de *Trichoderma harzianum* para el control de *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología 32(1):44-49.
- Guigón-López, C; Guerrero-Prieto, V; Vargas-Albores, F; Carvajal-Millán, E; Ávila-Quezada, GD; Bravo-Luna, L; Ruocco, M; Lanzuise, S; Woo, S; Lorito, M. 2010. Identificación molecular de cepas nativas de *Trichoderma* spp., su tasa de crecimiento *in vitro* y antagonismo contra hongos fitopatógenos. Revista Mexicana de Fitopatología 28(2):87-96.
- Ahluwalia, V; Kumar J; Rana, V; Sati, O; Walia, S. 2015. Comparative evaluation of two *Trichoderma harzianum* strains for major secondary metabolite production and antifungal activity. Natural Product Research 29(10):914-920.
- Degenkolb, T; Dieckmann, R; Nielsen, K; Gräfenhan, T; Theis, C; Zafari D; Chaverri, P; Ismaiel, A; Brückner, H; von Döhren, H; Thrane, U; Petrini, O; Samuels, GJ. 2008. The *Trichoderma brevicompactum* clade: a separate lineage with new species, new peptaibiotics, and mycotoxins. Mycological Progress 7:177-219.

Evaluación de la secreción de moléculas fitotóxicas por un aislado nativo de *Macrophomina phaseolina* en diferentes medios de cultivo

Jazmín Vaceque Acosta¹, Javier E. Barua¹, María Eugenia Flores Giubi^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay

*Autor para correspondencia: floresgiubi@qui.una.py

Introducción

Macrophomina phaseolina es un hongo necrotrófico, cuenta con un amplio espectro de hospedantes, entre los cuales están presentes varios cultivos económicamente importantes, como la soja (*Glycine max* (L.) Merr.), maíz (*Zea mays* L.) y frijoles (*Phaseolus vulgaris*) (Leyva et al. 2015). Es causante de la enfermedad conocida como pudrición carbonosa que afecta a la planta en todas sus etapas de desarrollo; verse favorecidos por las elevadas temperaturas y la baja humedad del suelo (Islam et al. 2012). Existen una multitud de factores que determinan el desarrollo de la patología (Slavov 2005), entre los cuales las fitotoxinas (metabolitos secundarios) que facilitan la penetración, invasión y colonización del huésped (Kaur et al. 2012) (Flores-Giubi et al. 2013). Se han identificado y descrito para *M. phaseolina* algunas fitotoxinas, entre ellas, la faseolinona y la botriodiplodina (Dhar y All 1982).

También se han identificado otros metabolitos fitotóxicos que se pueden relacionar con la virulencia de este patógeno, incluyendo a la asperlina, isoasperlina, fomalactona, ácido faseolínico, fomenonay macrophominol (Kaur et al. 2012) (Ivancovich et al. 2013). Sin embargo, solo una pequeña parte de los mismos están descritos en la literatura por lo tanto existe aún un amplio campo por ser descubierto con respecto a la participación de estas moléculas en la patogénesis de *M. phaseolina* (Islam et al. 2012).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento y la fitotoxicidad del hongo

Macrophomina phaseolina en medios enriquecidos con infusión de hojas de soja.

Metodología

Se utilizó al hongo *Macrophomina phaseolina* FCQ 39, aislado de rastrojos de cultivo de soja de la ciudad de Edelira, Departamento de Itapúa. Los discos de micelio fueron inoculados en placas de Petri que contenía medio de cultivo Papa-Dextrosa-Agar (PDA) posteriormente, se cortaron nuevos discos de micelio de las placas y se inocularon en botellas Roux, que contenían medios de cultivo líquido Caldo Papa Dextrosa (PDB) y Czapek-Dox (CZP) ambos con infusión y sin infusión de hojas de soja. Las hojas de soja utilizadas para la infusión se recolectaron del jardín de aclimatación de plantas medicinales del Departamento de Botánica-FCQ-UNA.

Trascurrido el tiempo de crecimiento, se separó el micelio de los medios de cultivo por filtración al vacío utilizándose papel de filtro previamente tarado para la separación del micelio y el filtrado. El micelio junto con el papel de filtro se llevó a sequedad en estufa, para luego ser pesados y por diferencia determinar la biomasa generada por el hongo en los distintos medios (mg 100 mL⁻¹). El filtrado obtenido, fue extraído mediante partición liquido-liquido con acetato de etilo HPLC por tres veces (1:1/2; 1:1/2; 1:1/2), luego se secó la fracción orgánica con sulfato de sodio anhidro y se evaporó el disolvente mediante un evaporador rotatorio.

Para la evaluación de la actividad fitotóxica de los extractos orgánicos obtenidos se utilizó los



modelo de ensayo de discos de hoja y plántulas de soja (*Glycine max* (L.) Merr.). Para los ensayos con disco de hojas se utilizaron hojas de soja, cortadas con un sacabocados y colocadas en placas de Petri; para la evaluación de los extractos sobre cada disco de hoja se colocaron 50 y 100 µg de los extractos obtenidos disueltos en acetonitrilo. Se utilizó como control positivo una solución de ácido fosfórico (H_3PO_4) al 8% y como control negativo el disolvente. Se dejaron en oscuridad a 30°C por 24 hs y posteriormente se evaluó el porcentaje de área foliar dañada en el Software *Image J*.

Se obtuvieron las plántulas de soja de semillas comerciales Agrosan, previamente esterilizadas, las plántulas fueron expuestas a los distintos extractos orgánicos obtenidos de *M. phaseolina*, los cuales se disolvieron con dimetilsulfóxido al 3%, fue realizado por triplicado en tubos Eppendorf, por 24 horas en cámara de crecimiento con luz continua y a 25°C. Se empleó como control una solución de DMSO al 3% (disolvente). Para la evaluación del daño se realizaron mediciones de la longitud (en cm) de la raíz principal de las plántulas y del número de raíces secundarias formada y también se evaluó el daño de membrana mediante la medición del porcentaje del contenido total de electrolitos empleando un Conductímetro (Lee y Zhu 2010).

Para el análisis estadístico de los ensayos de fitotoxicidad se utilizó un programa estadístico GraphPadPrism 5. Se empleó un análisis de varianza (ANOVA) y posterior comparación múltiple entre las medias mediante la prueba de rangos de Tukey (post test). Para todas las pruebas estadísticas se consideraron diferencias significativas con un 95% de confianza, $p < 0.05$.

Resultados y discusión

El hongo fitopatógeno *M. phaseolina* FCQ39 aislado de cultivos de soja del Departamento de Itapúa, Paraguay, fue cultivado en cuatro medios de cultivo: Caldo Papa Dextrosa (PDB), Caldo Papa Dextrosa enriquecida con infusión de hojas de soja (PDB+INF), Czapek-Dox (CZP) y Czapek-Dox enriquecida con infusión de hojas de soja (CZP+INF).

Obtención de biomasa y de los extractos orgánicos:

Se observó que existe una mayor producción de biomasa en los medios PDB (288,4 mg 100 mL⁻¹), seguido por CZP+INF (281,2 mg 100 mL⁻¹), PDB+INF (252,5 mg 100 mL⁻¹) y por último CZP 167,8 mg 100 mL⁻¹.

En cambio, se obtuvo un mayor rendimiento de extracto orgánico para el medio PDB enriquecido con infusión, alcanzando un rendimiento de 150,2 mg L⁻¹, seguido del medio PDB con 136,9 mg L⁻¹, CZP + infusión 81,2 mg L⁻¹ y CZP 34,4 mg L⁻¹.

Por lo tanto no necesariamente una mayor producción de biomasa corresponde a una alta producción de moléculas orgánicas extraíbles.

Ensayo de fitotoxicidad:

Se evaluó la fitotoxicidad de los diferentes extractos PDB, PDB+INF, CZP Y CZP+INF sobre discos de hojas y plántulas de soja (*Glycine max*). Se evaluaron cantidades de extracto de 50 µg y 100 µg sobre los discos de hoja; por cuadruplicado empleando como control positivo ácido fosfórico al 8% y como control negativo el disolvente.

Para los extractos obtenidos a partir del medio CZP y CZP+INF se observó que ambos filtrados presentaron actividad fitotóxica a 50 y 100 µg, observándose diferencias significativas entre ellos, así, se detectó una tendencia al aumento de la fitotoxicidad en el medio que se agregó la infusión de hojas de soja (Figura 1A y 1B). Con respecto al medio PDB y PDB+INF no se observaron daños con 50 µg, sin embargo, al aumentar la cantidad a 100 µg de extracto crudo se pudo observar un aumento significativo del porcentaje de necrosis. Se destacó que las moléculas secretadas al medio CZP+INF produjeron 100% de necrosis foliar (Figura 1B).

Para evaluar el efecto y la respuesta de las plántulas de soja a la exposición de los metabolitos secretados por *Macrophomina phaseolina* en los medios de cultivo, se emplearon los mismos extractos orgánicos utilizados para el ensayo de

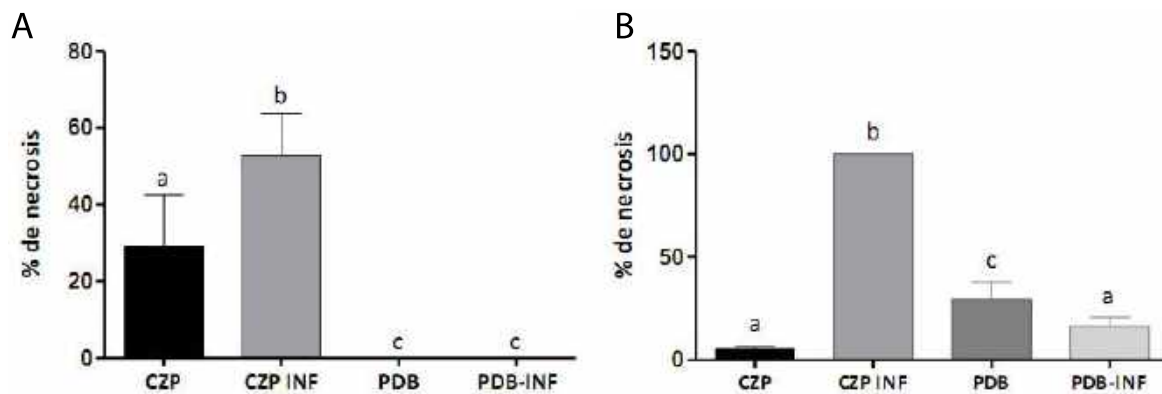


Figura 1. Ensayo de Fitotoxicidad: Porcentaje de necrosis inducido por los extractos orgánicos obtenidos a partir del filtrado de *M. phaseolina* crecido en los medios Czapek-Dox (CZP), Czapek-Dox+ Infusión (CZP+INF), Caldo papa Dextrosa (PDB), Caldo Papa Dextrosa +Infusión (PDB +INF) evaluados a **A)** 50µg; **B)** 100ug. Letras diferentes indican que existe diferencias estadísticamente significativas con $p < 0,05$.

disco de hoja. Las plántulas fueron colocadas en los extractos orgánicos obtenidos de PDB, PDB +INF, CZP, CZP+INF a una concentración de 10 mg mL^{-1} . Se empleó como control del disolvente una solución de DMSO al 3%. Para determinar el efecto fitotóxico de los extractos de *M. phaseolina* se determinaron la longitud de la raíz principal, el número de raíces secundarias (Figura 2A y 2B). También se determinó el porcentaje de electrolitos liberados.

No se observó diferencia significativa en la longitud de la raíz principal en ninguno de los

extractos como tampoco con respecto al control. Con respecto al número de raíces secundarias (Figura 2B) se observó una disminución significativa en el número de las mismas para aquellas que fueron tratadas con los distintos extractos orgánicos comparadas con el control, las escasas raíces secundarias desarrolladas bajo la exposición a los extractos, se caracterizaron por su longitud disminuida con respecto al tamaño de dichas raíces secundarias en el control.

Con el objeto de evaluar el posible daño a nivel de membrana plasmática en células expuestas a los diferentes extractos, se realizó el ensayo

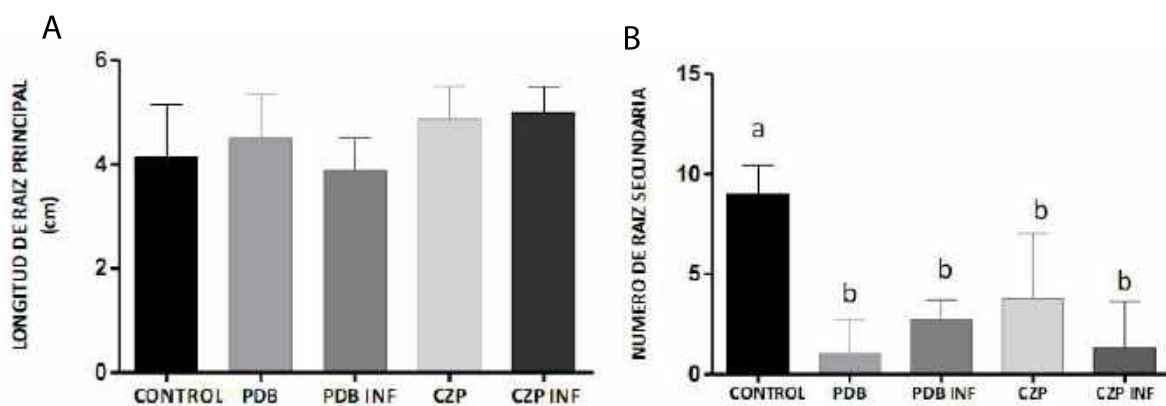


Figura 2. Efecto del extracto orgánico en A) longitud de raíz principal y B) número de raíces secundarias de plántulas de soja. Las plántulas fueron expuestas a 10 mg mL^{-1} de extractos orgánicos de *Macrophomina phaseolina*; Grupo control plántulas expuestas a DMSO al 3%. Medidos a las 24 hs de exposición. Letras diferentes indican que existe diferencias estadísticamente significativas con respecto al control $p < 0,05$.



de fuga de electrolitos. En este experimento no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de la fuga de electrolitos para los extractos orgánicos PDB, PDB+INF, CZP y CZP+INF con respecto al control y tampoco entre ellos. A partir de estos resultados se puede inferir que los metabolitos secretados por *M. phaseolina*, bajo las condiciones experimentales del presente trabajo, no ocasionan daño a nivel de la membrana.

Conclusiones

La producción de biomasa de *M. phaseolina* FCQ39 fue elevada en la mayoría de los medios de utilizados y el mayor rendimiento de extracto orgánico de *M. phaseolina* se obtuvo en el medio PDB+INF, sin embargo, la mayor fitotoxicidad se observó al tratar discos de hoja de soja con el medio CZP+INF.

Las moléculas secretadas por *M. phaseolina* producen efecto inhibitorio en la producción de raíces secundarias y no poseen efecto sobre la longitud de raíces ni inducen daño a la membrana plasmática de las plántulas de soja. Los resultados indicaron que la composición del medio de cultivo empleado para el crecimiento *in vitro* del fitopatógeno constituye un factor fundamental para la producción diferencial de moléculas fitotóxicas.

Referencias bibliográficas

- Dhar, TK; Esahak, A. 1982. Structure of phaseolinone, a novel phytotoxin from *Macrophomina phaseolina*. Tetrahedron Letters 23(51):5459–62.
- Flores-Giubi, ME; Brito-Argáez, L; García-Sosa, Escalante-Erosa, F; Islas-Flores, I; Peña-Rodríguez, LM. 2013. Optimization of culturing conditions of a strain of *Phytophthora capsici* pathogenic to habanero Pepper (*Capsicum chinense*). Journal of Phytopathology 161(11–12):807–13.
- Islam, MD, Haque, MD; Islam, M; Emdad, E; Halim, A; Qmd Hossen, MD, Hossain, MD; Admed, B; Rahim, S; Sharifur Rahman, MD; Monjurul Alam, MD; Shaobin, H; Wan, X; A Saito, J; Alam, M. 2012. Tools to kill: genome of one of the most destructive plant pathogenic fungi *Macrophomina phaseolina*. BMC Genomics 13(1):493–508.
- Ivancovich, A; Flores, C; Lavilla, M. 2013. Podredumbre carbonosa de la soja, causada por *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid: un hongo oportunista muy dependiente del estrés hídrico y térmico. foto 2:2–6.
- Kaur, S; Dhillon, G; Brar, S; Vallad, GE; Chand, R; Chauhan, V. 2012. Emerging phytopathogen *Macrophomina phaseolina*: biology, economic importance and current diagnostic trends. Critical Reviews in Microbiology 38(2):136–51.
- Lee, BY; Zhu, JK. 2010. Phenotypic analysis of arabidopsis mutants: electrolyte leakage after freezing stress. Cold Spring Harbor Protocols 5(1):23–25.
- Leyva, SG; Velazquez, GC; Tlapal, B; Tovar, JM; Rosas, GH; Alvarado, OG. 2015. Caracterización morfológica y molecular de aislados de *Macrophomina phaseolina* asociados a caña de azúcar en México. Revista Argentina de Microbiología 47(2):143–47. doi:10.1016/j.ram.2015.03.003.
- Slavov, S. 2005. Phytotoxins and in vitro screening for improved disease resistant plants. Biotechnology and Biotechnological Equipment 19(3):48–55.

Antagonistic capacity of native paraguayan isolates of *Trichoderma* spp. against capsicum pathogens (*Capsicum annuum* var Natalie): *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia sclerotiorum*

Aldo E. Vera Centurión¹, Ma. Eugenia Flores-Giubi¹, Javier E. Barua^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

*Author for correspondence: javierbarua@qui.una.py

Introduction

In Paraguay, the pepper production is considered a good source of income for small and medium producers, but these crops are affected by their sensitivity to different factors that generate serious economic losses. Among the factors that affect, in addition to the climatic conditions, are mainly phytopathogenic fungi (Chew 2008). Agrochemical products are the most used for their control, but the abuse of them generates serious environmental problems and for human health. *Trichoderma* spp. covers various species of fungi used as biocontrol agents especially against plant pathogens, whose interaction requires their study at chemical biology level (Gams 1998, Ibarra 2006).

The mechanisms of action by which the isolates of the genus *Trichoderma* confront the pathogen are basically of three types: direct competition for space or nutrients, antibiotics, fungistasis by production of secondary metabolites and direct parasitism of the species on phytopathogenic fungi (Guédez 2012)

This work aims to evaluate the antagonistic capacity of native Paraguayan isolates of *Trichoderma* spp. against pepper pathogens (*Capsicum annuum* var. Natalie): *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia sclerotiorum*, through evaluation of the antagonistic activity against phytopathogens in direct confrontation assays (Bell 1982) and the antibiosis produced by molecules secreted by *Trichoderma* (Malmierca 2012).

Methodology

This work was carried out in the Phytochemical Department of the Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción, where 25 Paraguayan native isolates of *Trichoderma* spp. belonging to the FCQ fungal collection, which were isolated from several agricultural regions from the eastern region of Paraguay. Two native isolates of phytopathogens, *R. solani* (FCQ35) and *S. sclerotiorum* (FCQ40) were also used. These fungi were maintained in PDA medium until its use.

For the direct confrontation between *Trichoderma* spp. and Phytopathogen was used the technique of direct confrontation of microorganisms, confronting the *Trichoderma* spp. against phytopathogenic fungi (*R. solani* and *S. sclerotiorum*) in 7 cm diameter Petri dishes.

Antibiosis test on membranes: from the plates containing the *Trichoderma* spp. in active growth, 5 mm diameter mycelial discs was cut and subsequently cultured in the Petri dish center containing PDA culture medium on which a cellophane or dialysis (cutoff, 10 kDa) membrane was previously placed to allow the diffusion of *Trichoderma* extracellular compounds into the medium. After the removal of the membranes containing the mycelia, the effect of such hydrolytic enzymes plus metabolites (cellophane) or only metabolites (dialysis) on the growth of two different plant-pathogenic fungi was determined. This was incubated for 30 hours in the dark and at temperatures ranging from 25 to 30°C. After the isolates of *Trichoderma* spp.

reached the total coverage of the membrane, it was removed from the plate, taking with it the mycelium of the fungus and remaining in the agar the molecules secreted by *Trichoderma* spp. Phytopathogenic fungi were cultured on the same plates containing the substances secreted by the antagonist. This assay was performed in triplicate.

The following equation was used to calculate the growth inhibition percentage (PIC):

$$PIC = \left[\frac{C - T}{C} \right] \times 100$$

Where C represents the Growth of the control of the phytopathogen, and T represents the growth of the phytopathogen confronted with *Trichoderma*.

For the statistical analysis, the PrismaGraphic software was used, using descriptive statistics and the analysis of variance was performed

through ANOVA and later Tukey test or in the case of comparison of means of two groups the Student's t-test was used. A confidence level of 95% was considered, that is, significant differences were considered for $p < 0.05$.

Results and discussion

Direct confrontation assays

Comparing the growth inhibition percentage of each *Trichoderma* spp. isolate versus the two phytopathogens at 96 hours, it was observed significant differences between PIC values in the vast majority (ANOVA, $p < 0.05$). When analyzing in a paired way the PIC of each phytopathogen, it was observed that in all cases, except for FCQ17, the isolates of Paraguay of *Trichoderma* have a differential behavior. That is to say, the percentage of inhibition that varies each one varies depending on the phytopathogen ($p < 0.05$), being in general *S. sclerotiorum* (FCQ40) more sensitive to the action of the *Trichoderma* isolates evaluated (Figure 1).

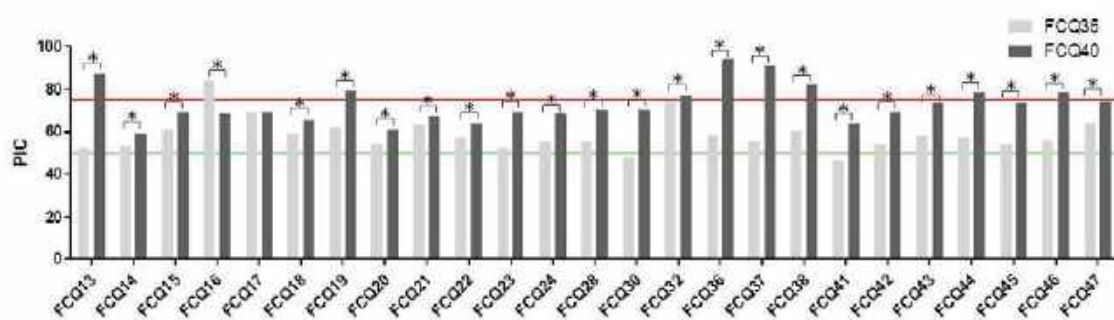


Figure 1. Growth inhibition percentage of FCQ35 and FCQ40 exerted by 25 *Trichoderma* isolates in the Direct Confrontation test. At 96 hours of follow up. The inhibitory activity on both phytopathogens is compared, the green line indicates 50% inhibition, the red line indicates 75% inhibition (* t-Student, $p < 0.05$).

The lowest horizontal line in the figure indicates 50% inhibition of phytopathogen growth. According to Figure 1, all *Trichoderma* isolates were able to inhibit phytopathogen growth by

over 50%, as well as the red line indicating 75% Inhibition of phytopathogen growth above which the *Trichoderma* isolate is considered to be a good antagonist according to Bell et al. 1982.

Antibiosis assays on membranes

Comparing the data obtained with the cellophane and dialysis membranes, it should be interpreted that the inhibition of phytopathogen growth would be due mainly to metabolites if high inhibition of phytopathogen growth was observed in both plaques with dialysis membranes and plaques with cellophane membranes. In contrast, it can be said that metabolites do not have a clear contribution in antibiosis when inhibition is low or zero in plates treated with dialysis membranes. In addition, inhibition was observed in cellophane plates, in that way it can be inferred that such inhibition is characteristic of the hydrolytic enzymes secreted by *Trichoderma*, or that there could be some synergistic effect between the high and the low molecular weight molecules.

Antibiosis of *Trichoderma* on *Rizoctonia solani* (FCQ35)

The green line in Figure 2 indicates a 50% inhibition of phytopathogen growth, which shows that most *Trichoderma* isolates exert more than 50% inhibition of phytopathogen growth.

According to Figure 2 the isolates FCQ13, FCQ16, FCQ18, FCQ21, FCQ30, FCQ36 and FCQ38 that maintained 100% growth inhibition of *R. solani* in both cellophane and dialysis assay indicate that low molecular weight molecules strongly inhibit growth, and we cannot infer in the activity of the molecules of high molecular weight since in the tests with cellofan are all the molecules secreted by *Trichoderma*. Isolates in which statistically significant differences

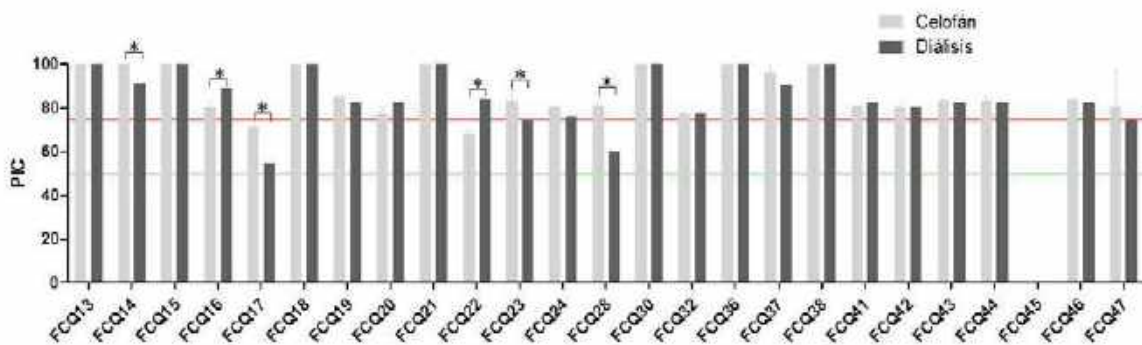


Figure 2. Growth inhibition percentage of *R. solani* (FCQ35) in antibiosis assays. At 48 hours of follow-up. The percent inhibition for cellophane membrane, light gray, and dialysis, dark gray, is plotted. Groups marked with an asterisk indicate significant differences between groups (*t-Student, $p < 0.05$)

between cellophane membrane and dialysis are observed, in case the inhibition is greater in the cellophane treated plates, as FCQ14, FCQ17 and FCQ28 gives us indications that the molecules of high molecular weight are producing some effect.

In the case of FCQ45 that does not produce inhibition sample, it may require some stimulation for the production of growth inhibitory molecules, or it simply acts using some other mechanism of action other than antibiosis

Antibiosis of *Trichoderma* on *Sclerotinia sclerotiorum* (FCQ40)

The green line in Figure 3 indicates a 50% inhibition of phytopathogen growth, which shows that most *Trichoderma* isolates exert more than 50% inhibition of phytopathogen growth.

According to Figure 2 most of the isolates that maintained 100% growth inhibition of *R. solani* in both cellophane and dialysis trials indicate that metabolites strongly inhibit growth, and we cannot infer in the activity of the hydrolytic

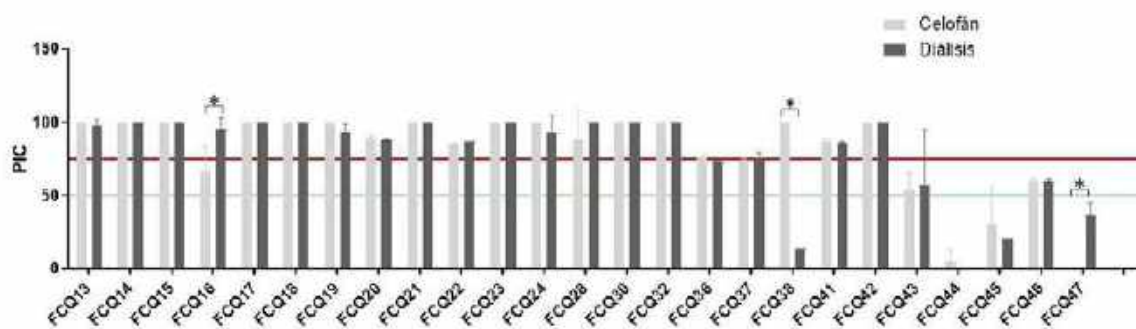


Figure 3. Growth inhibition percentage of *S. sclerotiorum* (FCQ40) in antibiosis assays. At 72 hours of follow-up. The percent inhibition for cellophane membrane, light gray, and dialysis, dark gray, is plotted. Groups marked with an asterisk indicate significant differences between groups (*t-Student, $p < 0.05$)

enzymes since in the tests with cellophane are all the molecules secreted by *Trichoderma*. Isolates in which statistically significant differences between cellophane membrane and dialysis are observed, in case the inhibition is greater in the cellophane treated plates, as FCQ38 gives us indications that the molecules of high molecular weight are producing some effect.

Conclusion

It was found that 8 of the 25 *Trichoderma* isolates have significant antagonistic activity on both pathogens in direct confrontation. Furthermore, it was evidenced that the low molecular weight molecules are the ones that most contributed to the inhibitory effect in the membrane antibiosis assay.

Bibliographic references

Bell, DK; Wells, HD; Markham, CR. 1982. In vitro antagonism of *Trichoderma* species six fungal plant pathogens. *Phytopathology* 72:379-382.

Chew, Y; Vega, A; Rodríguez, M; Jiménez, F. 2008. Principales enfermedades del Chile (*Capsicum annuum* L.). México, INIFAP. p. 1-42.

Ibarra, JE; Castro, MCDR; Galindo, E; Patiño, M; Serrano, L; García, R; Carrillo, JÁ; Pereyra-Alfárez, B; Alcázar-Pizaña, A;

Olivera, HL; Wong, L; Pardo, L; Muñoz-Garay, C; Gómez, I; Soberón, M; Bravo, A. 2006. Los microorganismos en el control biológico de insectos y fitopatógenos. *Revista Latinoamericana de Microbiología* 48(2):113-120.

Gams, W, Meyer, W. 1998. What exactly is *Trichoderma harzianum*?. *Mycology* 90(5):904.

Guédez, C; Cañizalez, L; Castillo, C; Olivar, R. 2012. Evaluación *in vitro* de aislamientos de *Trichoderma harzianum* para el control de *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología* 32(1):44-49.

Ibarra-Medina, VA; Ferrera-Cerrato, R; Alarcón, A; Lara-Hernández, ME; Valdez-Carrasco, JM. 2010. Aislamiento y selección de cepas de *Trichoderma* antagonistas a *Sclerotinia sclerotiorum* y *Sclerotinia minor*. *Revista Mexicana de Micología* 31:53-63.

Malmierca, MG; Cardoza, RE; Alexander, NJ; McCormick, SP; Hermosa, R; Monte, E; Gutiérrez, S. 2012. Involvement of *Trichoderma trichothecenes* in the biocontrol activity and induction of plant defense-related genes. *Applied and Environmental Microbiology* 78(14):4856-4868.

Incidencia de hongos asociados al manchado de grano del arroz

Lidia Quintana de Viedma¹, Marco Maidana Ojeda^{1,3,4*}, Susana Gutiérrez²

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales- sede Natalio. Universidad Nacional de Itapúa, Paraguay.

²Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE, Corrientes, Argentina.

³Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Campus Universitario Itapúa, sub Campus de María Auxiliadora. Tomás Romero Pereira. Paraguay.

⁴Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica. Hohenau, Paraguay

* Autor para correspondencia: marcomo-1987@hotmail.com

Introducción

El manchado de grano del arroz es una enfermedad que puede causar importantes pérdidas del cultivo en regiones de clima cálido y húmedo. Se han reportado pérdidas de rendimiento de 20 a 50% debido a granos chuzos y falta de llenado de granos (Ou 1985). Actualmente su ocurrencia se reporta en la mayoría de los países productores de arroz del mundo. Normalmente está asociada a la presencia de un complejo de hongos en las panículas que se caracteriza por manchas en las glumas, sin embargo también puede afectar el endospermo y a veces el embrión cuando la decoloración es muy profunda (Gutiérrez et al. 1998).

El manchado del grano produce un alto porcentaje de vaneos, disminución del poder germinativo, disminución del número de granos por panoja y peso de granos manchados, también disminuye la calidad del grano (Gutiérrez 2002). Hongos como *Alternaria padwickii*, *Gerlachia oryzae*, *Curvularia* spp, *Bipolaris oryzae* y *Pyricularia oryzae* pueden infectar la panícula y producir el manchado del grano (Castaño 1985, CABI 2001). Entre los factores predisponentes se mencionan precipitaciones continuas en el momento de la floración y durante la maduración del grano, deficiencias de potasio, calcio y magnesio, exceso de nitrógeno (Castaño 1985). No se conocen cultivares que sean inmunes o con resistencia cualitativas (Castaño 1985).

En el Paraguay, Viedma (2010), en estudios realizados sobre sanidad de semilla del arroz ha identificado 14 especies de hongos transmitidos por semilla. En el Paraguay no se ha determinado

aún la microflora presente en granos manchados de arroz. A raíz de ello, se planteó como objetivo de este estudio la identificación e incidencia de hongos asociados a granos manchados en muestras de semilla de arroz provenientes de las principales zonas de producción del país.

Metodología

Quince muestras de semilla correspondientes a la cosecha 2010/2011 provenientes de las principales zonas de producción del país fueron colectadas para este estudio. El trabajo se realizó en el Laboratorio de Fitopatología del IPTA, Capitán Miranda en el periodo comprendido entre julio-agosto 2011. Para evaluar la sanidad de semilla se utilizó el método del Papel de filtro (Blotter test), metodología recomendada por la Asociación Internacional de ISTA (2009). Por cada muestra se utilizaron 400 semillas sin desinfectar, las cuales fueron colocadas en platos de Petri conteniendo 3 unidades de papel de filtro estéril, de 9 cm de diámetro, humedecidas con agua destilada estéril.

Se utilizaron 16 repeticiones de 25 semillas cada una. Los platos fueron colocados en cámaras de luz fluorescente bajo régimen de 12 horas luz/oscuridad a una temperatura de 22±2°C. La identificación de los hongos se realizó a los ocho días en base a estructuras reproductivas (conidios, conidióforos y cuerpos de fructificación) observadas al estereoscopio (90 x) y al microscopio compuesto (400x) montando el material en agua estéril. El criterio de identificación fue a nivel de género/especie, utilizando criterios taxonómicos descritos en claves y manuales de identificación (Ellis 1993a, Ellis 1993b, Mew y Gonzales 2002).

Resultados y discusión

Los hongos identificados fueron: *Alternaria padwickii*, *Alternaria* sp., *Curvularia lunata*, *Bipolaris oryzae*, *Fusarium* spp. y *Phoma* sp. (Figura 1).

En la Tabla 1 se presentan los resultados de incidencia de hongos provenientes de granos manchados de arroz. El hongo con mayor frecuencia fue *Alternaria padwickii* seguido por *Alternaria* sp y *Curvularia lunata*.

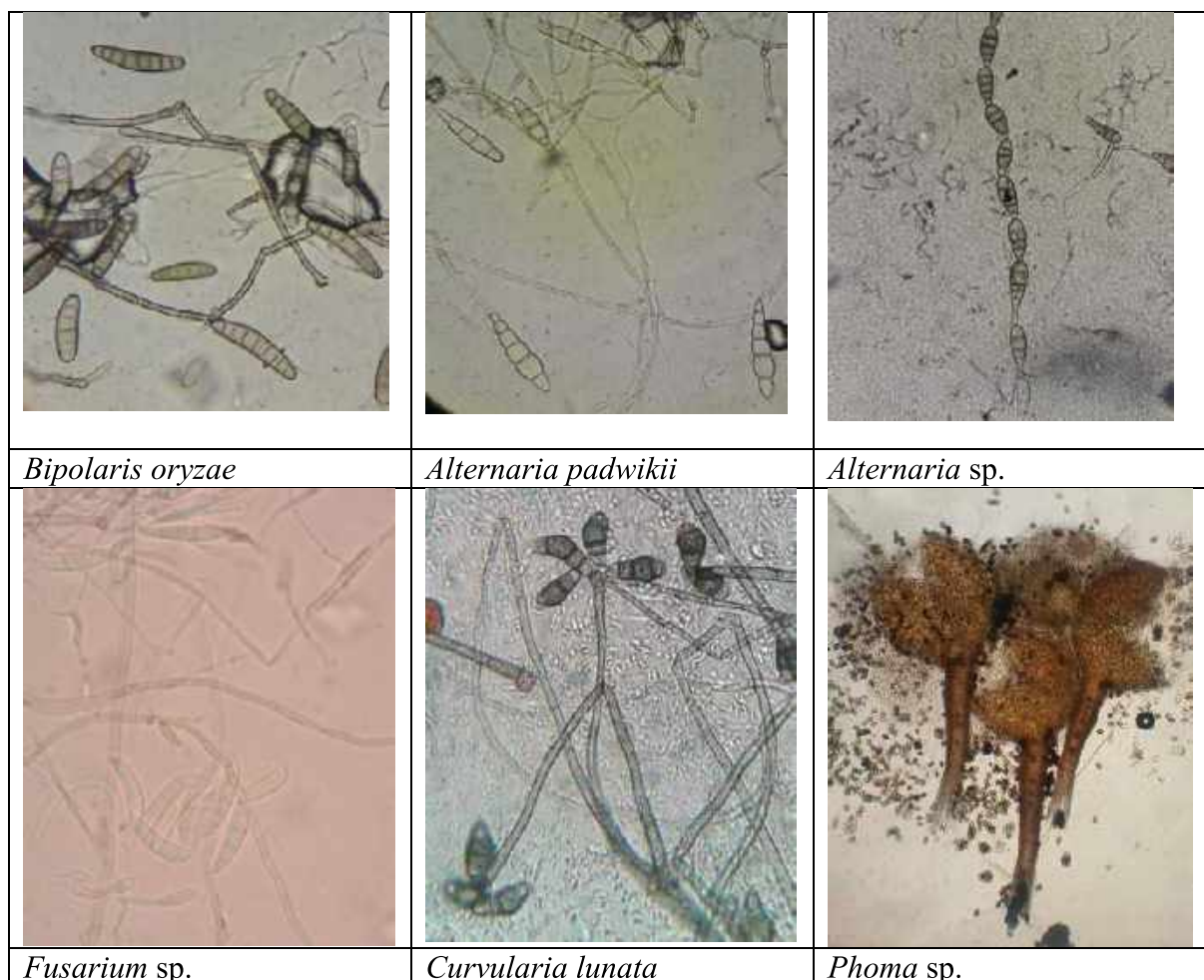


Figura 1. Hongos identificados asociados al manchado de grano de arroz. Capitán Miranda, Paraguay. 2011.

Tabla 1. Hongos identificados en muestras de granos de arroz con síntomas de manchado, Capitán Miranda, Paraguay. 2011.

Patógeno	Incidencia (%)
<i>Alternaria padwickii</i>	12,75 A
<i>Curvularia lunata</i>	7,50 B
<i>Alternaria</i> sp.	7,00 BC
<i>Fusarium</i> sp.	5,50 BC
<i>Bipolaris oryzae</i>	4,50 BC
<i>Phoma</i> sp	3,25 C
Media	6,75
FC	12,79**
CV (%)	27,61

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$). **Significativo al 1%, CV: Coeficiente de variación

Mazzanti de Castañón y Gutiérrez (1991) identificaron varias especies o géneros de hongos asociados a granos de arroz manchados en Corrientes: *Alternaria* sp, *Bipolaris australiensis*, *B. oryzae*, *Curvularia* sp, *Epicoccum* sp, *Fusarium* sp, *Microdochium oryzae*, *Nigrospora* sp, *Periconia* sp, *Phoma* sp. Además, comprobaron experimentalmente que *Alternaria padwickii* y *Sarocladium oryzae*, son agentes causales del manchado de granos.

Riveros et al. (2012) identificaron 35 especies, correspondientes a 19 géneros de hongos asociados a granos manchados de la variedad INCA LP-5, y entre ellas se correspondientes a 19 géneros de hongos asociados a granos manchados de la variedades *Bipolaris maydis*, *Fusarium merismoides*, *F. solani*, *F. subglutinans*, *Phoma medicaginis* var. *pinodella*. Se confirmó que los hongos *F. subglutinans*, *B. oryzae*, *A. padwickii*, *Alternaria* sp., *F. verticillioides*, *C. lunata*, *C. lunata* var. *aeria*, *C. pallescens*, *C. senegalensis*, *Curvularia* sp., *Phoma* sp. y *S. oryzae*, son agentes causales del manchado del grano de arroz.

Algunos de los microorganismos identificados en este estudio, causan enfermedades en el campo como *Alternaria padwickii*, causante del tizón de plántulas y manchas foliares, la mancha castaña producida por *Bipolaris oryzae* y *Curvularia lunatus*, causante de manchas foliares en arroz (CABI 2001; Gutiérrez 2002).

Conclusiones

Se identifican seis géneros de hongos asociados al manchado de granos de arroz colectados en las principales zonas de producción del país; *Alternaria padwickii*, *Curvularia lunatus*, *Bipolaris oryzae*, *Alternaria* sp, *Fusarium* sp, y *Phoma* sp. *Alternaria padwickii* es el hongo con mayor incidencia en las muestras analizadas.

Referencias bibliográficas

CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International). 2001. Compendium of crop

protection (Cd Room). 2 ed. APS Press.

Castaño, J. 1985. Microorganismos asociados con el manchado del grano del arroz en Colombia. *Arroz* 34(336):246-253.

Ellis, MB. 1993a. *Dematiaceus Hyphomycetes*. 3 ed. Key, Surrey, UK, CMI. 608 p.

Ellis, MB. 1993b. *More Dematiaceus Hyphomycetes*. 3 ed. Key, Surrey, UK, CMI. 506 p.

Gutiérrez, SA. 2002. Microflora asociada a granos manchados de arroz. XI Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Libro de Resúmenes: 29. Fac. de Agronomía. UN-Río Cuarto, Córdoba, 26-28 de junio.

Gutiérrez, SA; Mazzanti de Castañón, MA; Cundom, MA. 1998. Estudio preliminar sobre la sanidad del grano de arroz. *In* Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Secretaría General de Ciencia y Técnica, UNNE. Actas Tomo III. p. 5-82-5-84.

ISTA (International Seed Testing Association). 2009. Handbook on pure seed definitions. 3 ed. Switzerland, ISTA.

Mazzanti de Castañón, MA; Gutiérrez de Arriola, SA. 1991. Avances en el conocimiento de la patogenicidad de hongos que atacan al arroz en el nordeste de Argentina. *In* 2da. Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas, Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE, Corrientes. p. 59.

Mew, TW; Gonzales, P. 2002. A handbook of rice seed-borne fungi. Los Baños, Philippines IRRI, International Rice Research Institute. 83 p.

Ou, SH. 1985. Rice diseases. 2 ed. Gran Bretaña, The Cambrian News (Aberystwyth) IRRI. 380 p.

Richardson, MJ. 1990. An annotated list of seed-borne diseases. 4 ed. Zurich, CAB/CMI. 320 p. (Phytopathological Papers, 23).

Rivero, D; Cruz, A; Rodríguez, AT; Echevarría, A; Martínez, B. 2012. Hongos asociados al manchado del grano en la variedad de arroz INCA LP-5 (*Oryza sativa* L.) Cuba. *Rev Soc Ven Microbiol* 32(2):131-138.

Viedma, L. 2010. Evaluación de la sanidad de semilla de arroz (*Oryza sativa* L.) en Paraguay. *Revista sobre Estudios e Investigaciones del Saber Académico* 4:17-20.

Control químico de la mancha negra (*Alternaria* spp.) en el cultivo de canola (*Brassica napus* L.)

Rodolpho Raffaelli Reginato¹, Jimmy Walter Rasche Alvarez^{1,2*}, Cayo Cubilla Franco¹,
Simeón Aguayo Trinidad¹

¹Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional del Este. Minga Guazú, Paraguay.

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: jwrasche@yahoo.com.ar

Introducción

La canola es una oleaginosa, que presentó rápida expansión en el mundo, convirtiéndose en la tercera mayor fuente de aceite comestible en los últimos años, inmediatamente después de la soja y la palma (Thomas 2003). Por los bajos niveles de grasas saturadas, esta oleaginosa de invierno ha sido bien aceptada por los consumidores, preocupados por la salud, en cuanto a enfermedades cardiovasculares, especialmente en los mercados del primer mundo.

La canola toma importancia en nuestro país, por ser un rubro de invierno, comercialmente cultivado en el sur y este del país, desde mediados de la década de los 90, por lo tanto no interfiere con la principal fuente de renta para los productores agrícolas, que es la soja de verano, además por ser una crucífera permite evitar las enfermedades que pueden presentarse al realizar cultivos sucesivos de las mismas familias, permitiendo la disminución de patógenos en el sistema de siembra directa (Webber y Rasche 2015).

Tokeshi y Salgado (1980) sostienen que el hongo *Alternaria brassicae* es la especie más patógena que contribuye a la disminución del peso de los granos y la producción de granos en las crucíferas. Regnault (1987) afirma que el tratamiento químico durante el ciclo vegetativo puede impedir la instalación de las enfermedades en plantas y limitar los perjuicios. Actualmente se observa que la *Alternaria* se está volviendo resistente al carbendazim, mediante alteraciones en su metabolismo, donde los hongos resistentes revelan la reducción de varios constituyentes y

aumento de otros como nivel de calcio, ceniza total y polifenoles para volverse resistente a este fungicida (Khandare 2012).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la mejor etapa de crecimiento del cultivo de canola para el control de la mancha negra.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el Distrito de Santa Rita, Alto Paraná, Paraguay. Localizada en las coordenadas UTM: 692.569 m E; 7.149.038 m S, entre los meses de mayo a octubre del año 2015. Durante el experimento hubo 810 mm de lluvia. Según López et al. (1995) el suelo predominante de la zona está clasificado como Rhodic Paleudalf, textura arcillosa, constituido por material de origen basáltico. La parcela donde se estableció el cultivo agrícola está siendo manejada con sistema de siembra directa a más de diez años.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, con cinco tratamientos (Tabla 1) y cuatro repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales. La aplicación del fungicida se realizó en tres oportunidades (vegetativa a los 25 días después de la siembra (DDS); inicio de floración a los 40-60 DDS; final de la floración a los 90 DDS) según la escala de CETIOM (1988). Para el tratamiento T1 no se aplicó fungicida; en el tratamiento T2 solamente se aplicó fungicida una vez, en la etapa vegetativa; en el tratamiento T3 se aplicó fungicida dos veces, una aplicación al inicio de la etapa vegetativa y otra aplicación al final de la floración. En el T4 se aplicó Carbendazim WP al 50% tres veces,

Tabla 1. Etapas de crecimiento del cultivo de canola y dosis de Carbendazim WP al 50%, aplicadas en el ensayo. Santa Rita, 2015.

Tratamiento	Vegetativa (Etapa B4-B6)	Inicio de la floración, aprox. 40-60 días. (Etapa D2-E)	Final de la floración, a los 90 días. (Etapa G1-G4)
T1	-----	-----	-----
T2	500 mL ha ⁻¹	-----	-----
T3	-----	500 mL ha ⁻¹	500 mL ha ⁻¹
T4	500 mL ha ⁻¹	500 mL ha ⁻¹	500 mL ha ⁻¹
T5	500 mL ha ⁻¹	500 mL ha ⁻¹	-----

una aplicación al inicio de la etapa vegetativa, otra al inicio de la floración y otra aplicación al final de la floración. Para el tratamiento T5 se aplicó el fungicida de acuerdo al apareamiento del hongo *Alternaria* spp.

Cada unidad experimental contó con 8 líneas de canola sembradas a una distancia de 0,45 m entre las mismas y 5 m de largo, con 20 plantas por metro lineal, una superficie de 18 m² por unidad experimental, con un espaciamiento de 1 m entre cada unidad, y de 1 m por cada bloque. El área útil de cada unidad experimental fue de 1,8 m x 4 m, totalizando así 7,2 m².

La siembra se realizó el 23 de mayo del 2015, de forma mecánica, con una sembradora de 8 líneas acoplada a un tractor, teniendo en cuenta el tamaño de las parcelas y la cantidad de líneas ya determinadas en el diseño experimental. El híbrido usado fue el Hyola 571.

Se realizó una fertilización de base con 200 kg ha⁻¹ del fertilizante 04-20-10 en todos los tratamientos y 40 kg de N ha⁻¹ en la forma de urea a los 30 días después de la siembra.

Las semillas de canola fueron tratadas con insecticidas Thiodcarb 35% + Imidacloprid 15% (200 mL 100kg⁻¹ de semilla) y Lambdacialotrina (100 mL 100 kg⁻¹ de semilla).

El control de malezas se realizó mediante carpidas, las veces que fueron necesarias.

Se procedió a la revisión semanal del estado del

cultivo, controlando la aparición de plagas y la enfermedad de mancha negra (*Alternaria* spp.).

La cosecha se realizó cuando el cultivo presentaba maduración fisiológica, aproximadamente a los 130 días de la siembra, donde las silicuas pasaron del color marrón claro al marrón oscuro. El secado se realizó en el campo, una vez realizado el corte de las ramas con las silicuas se esparcieron en cada una de las unidades experimentales, aproximadamente por cinco días, y luego se procedió al trillado, el mismo se realizó en un tambor de 200 litros cortado a la mitad, golpeando las ramas secas hasta abrir todas las silicuas, posteriormente se juntaron los granos y se procedió a zarandear para eliminar impurezas y cuerpos extraños.

Para evaluar la incidencia de la mancha de negra. Se tomaron muestras de hojas enfermas a los 100 días y luego se procedió a la comparación de las manchas con la escala propuesta por Formento (2014), a fin de establecer un porcentaje de daño causado por la enfermedad se extrajo un promedio de las tres colectas. La recolección de las hojas fue realizada al azar, el primer paso fue seleccionar de forma aleatoria cuatro plantas de cada parcela útil y luego se tomó 6 hojas de cada planta, siendo dos hojas del estrato inferior, dos hojas del medio y dos hojas del estrato superior de la planta.

Para determinar el rendimiento de granos se midió la producción de 7,2 m², para el peso de 1.000 granos se tomaron al azar muestras de 1.000 granos de cada tratamiento y luego fueron

pesados en una balanza de precisión. Para la medición del porcentaje de aceite, se empleó una muestra de granos de 100 g cada parcela útil, las cuales fueron llevadas a un laboratorio especializado para la extracción de aceite de los granos.

Para los análisis estadísticos de los resultados se empleó el Análisis de varianza (ANAVA) y a y a los resultados promedios que presentaron diferencia significativa se les aplicó el test de Tukey al 1 y 5% de probabilidad de error respectivamente.

Resultados y discusión

La mayor severidad de *Alternaria* spp. medida con la escala de Formento (2014) se presentó en el T1 (35,2%) siendo catalogado, en la escala diagramática, en el grado 5, el mayor grado que equivale a más del 26% del área foliar afectada por la enfermedad. El T2, con una aplicación de fungicida, en media presentó 22,5% de severidad del área foliar con la enfermedad, siendo catalogado como grado 4. Con una aplicación de fungicida en la etapa vegetativa del cultivo, ya se pudo observar una reducción considerable del área foliar infectado por el agente causal de la enfermedad con 12% a más, en relación al T1, siendo estadísticamente significativa esta diferencia (Tabla 2).

El T3, con dos aplicaciones al inicio y fin de floración, redujo la severidad de la enfermedad en un 20% con relación al T1, siendo inclusive diferente al T2, pues presentó 6,8% menos de infección, al realizarse dos aplicaciones en vez de una. El T4, con tres aplicaciones, fue el tratamiento que mostró mayor eficacia en el control de la enfermedad, siendo las tres aplicaciones distribuidas: en estado vegetativo, inicio de floración y final de floración. La eficacia en relación al T1 fue 10 veces superior, teniendo una incidencia de solamente 3,5% en media, siendo considerado el grado 1 (severidad inferior a 5%). El T5 no mostró diferencia significativa con el T4, sin embargo fue superior a los demás tratamientos en lo que se refiere al control de la mancha negra (Tabla 2).

El T5 presentó 6,2% de severidad de mancha negra en las hojas, esto se logró mediante el monitoreo constante de la parcela, donde con un total de 2 aplicaciones que fueron realizadas al observarse la necesidad de control, que es el apareamiento de manchas para no llegar al umbral de daño económico, se obtuvo el mismo control que con tres aplicaciones, lo que significa un ahorro al productor, además de las ventajas ambientales, también se evita posible resistencia del hongo al carbendazim, demostrando, que es importante, el monitoreo de las enfermedades en lugar de realizar el control calendarizado de las

Tabla 2. Severidad de la mancha negra, rendimiento de granos, peso de 1000 granos y porcentaje de aceite de granos en el cultivo de la canola, por efecto de épocas y dosis de Carbendazim WP al 50%. Santa Rita, 2015.

Tratamiento	Severidad de la mancha negra (%)	Rendimiento de granos kg ha ⁻¹	Peso de 1000 granos (g)	Aceite (%)
T1	35,2 a**	456 a**	4,1 ^{ns}	32,9 a**
T2	22,5 b	621 b	4,2	34,3 b
T3	15,7 c	938 c	4,2	35,5 c
T4	3,5 d	1.406 d	4,1	37,5 d
T5	6,2 d	1.372 d	4,2	36,9 d
DMS	5,21	63,15	0,19	0,94
CV (%)	13,88	2,92	2,06	1,17

** Significativo a $P \leq 0,01$; Medias seguidas por letras diferentes en la columna difieren estadísticamente entre sí. ^{ns}: No significativo. DMS: Diferencia media significativa; CV: Coeficiente de variación.

aplicaciones, considerando que el T5 tiene alta eficacia, mostrando una reducción de más del 29% en relación al T1, con una aplicación menos de fungicida. Esto se ve reflejado directamente en un mejor manejo y reducción de costo de producción.

De forma inversa al apareamiento de la mancha negra, mientras menor fue la severidad de esta enfermedad mayor fue el rendimiento de granos de canola y el porcentaje de aceite. En relación al rendimiento de granos, en el T1 se pudo observar que al ser afectado severamente por la enfermedad, el rendimiento se redujo al 41% de la media nacional (1.112 kg ha^{-1}). El T2 tuvo resultados muy similares al T1, quedando muy lejos del promedio del departamento con 621 kg ha^{-1} . El T3, con dos aplicaciones, ya tuvo un control más eficaz de la enfermedad, y con una aplicación en la fase vegetativa y otra al inicio de floración se obtuvo 938 kg ha^{-1} donde el mismo se aproximó a la media nacional. El T4 fue el tratamiento que más se destacó con 1.406 kg ha^{-1} .

El T5 no tuvo diferencia estadísticamente significativa, con relación al T4, con un rendimiento de 1.372 kg ha^{-1} , numéricamente inferior al T5 en apenas 34 kg ha^{-1} .

Los resultados del presente trabajo confirman lo expuesto por Hershman (1990), quien destaca que la mayor limitante del rendimiento del cultivo de canola es la incidencia de patógenos como el hongo *Alternaria* spp. y otros, ya que a mayor severidad de la infección del hongo hubo menor rendimiento de granos.

En la variable peso de 1.000 granos no se encontraron diferencias significativas al realizar el análisis de varianza (Tabla 2), donde el peso de 1.000 granos osciló entre 4,1 y 4,2 g. Thomas (2003) sostiene que cada componente de rendimiento de la canola se ve influenciado por el medio ambiente y las prácticas agronómicas, de tal manera que hasta la distribución de plantas en un área puede afectar los diferentes rendimientos posibles obtenidos por la planta. En este caso, no se observaron diferencias en el peso del grano, ya que tal vez este factor esté

más relacionado al genotipo y no a las prácticas agronómicas aplicadas.

Se pudo observar que los distintos tratamientos tuvieron una variación importante del contenido de aceite, al controlar mejor la enfermedad causada por *Alternaria* spp también existe aumento en el contenido de aceite de los granos. De manera similar al rendimiento de granos el T4 (37,5%) y el T5 (36,9%) son estadísticamente iguales entre sí y superiores a los demás tratamientos. Leach et al. (1999) afirman que el buen manejo espacial y cultural son índices válidos para aumentar la producción de aceite en el grano de canola.

Conclusión

La severidad de la mancha negra en el cultivo de canola es pronunciada en los tratamientos con una o dos aplicaciones. La aplicación en el momento de la aparición de la mancha negra puede incidir positivamente en la reducción del número de aplicaciones de fungicidas. Los tratamientos con menor severidad de mancha negra presentan mayor rendimiento de granos y contenido de aceite.

Referencias bibliográficas

- CETIOM (Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains). 1988. Colza d'hiver : cahier technique. Paris, Francia, CETIOM. 30 p.
- Formento, AN. 2014. Manual de enfermedades de colza (*Brassica napus*): reconocimiento, diagnóstico y manejo. Paraná, INTA-EEA Social Agencia. 77 p.
- Hershman, DE. 1990. Integrated pest management for disease control in winter canola. In International Canola Conference. Proceedings Atlanta: Potash & Phosphate Institute. Atlanta. p. 41-50.
- Khandare, NK. 2012. Biochemical changes in carbendazim sensitive and resistant isolate of *Alternaria alternata* causing root rot to fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.).



- International Journal of Science and Research 3(9):1300-1303.
- Leach, JE; Stevenson, HJ; Rainbow, AJ; Mullen, LA. 1999. Effects of high plant populations on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*). Journal of Agriculture Science 132:173-180.
- López, G; Llamas, P; Molinas, A; Franco S; Garcia, S; Rios E. 1995. República del Paraguay: mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental. Asunción, Paraguay, Wiliam Heintz Map Corporation. Esc. 1:500.000. Color.
- Regnault, Y; Laville, J; Penaud, A. 1987. Cahier technique colza : maladies. Paris, Francia, CETIOM. 40 p.
- Thomas, P. 2003. Canola grower's manual (en línea). Winnipeg, Canola Council of Canada. Consultado 15 set. 2010. Disponible en http://canolacouncil.org/canola_grover's_manual.aspx
- Tokeshi, H; Salgado, CL. 1997. Doenças das crucíferas: brócolos, couves, couve-flor, rabanete e repolho. In Kimati, H; Amorim, L; Bergamin Filho, A; Rezende, JAM; Camargo, LEA. (Ed.). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. Editora Agronômica Ceres. p. 236-250.
- Webber, PR; Rasche, AJW. 2015. Manejo da adubação nitrogenada na cultura da canola. Revista de Agricultura Neotropical Cassilândia-MS 2(1):41-52.

Comparación entre la técnica de tinción y molecular para la detección del Huanglongbing (HLB) de los cítricos

Darío Rafael Acosta Aveiro^{1*}, Luis Roberto González Segnana¹, Cesar Darío Pino Quintana¹,
Diego Dionisio González Espínola¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: dario.acosta90@gmail.com

Introducción

El Huanglongbing (HLB) es la enfermedad más importante y destructiva de los cítricos a nivel mundial causado por la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* restringida al floema de las plantas. El diagnóstico rápido y preciso es el primer paso importante para controlar y manejar la enfermedad. Sin embargo su diagnóstico es difícil cuando se basa simplemente en los síntomas visuales, ya que pueden ser confundidos con síntomas de otras enfermedades y/o deficiencias nutricionales de la planta. Actualmente, el diagnóstico más preciso se basa en las técnicas moleculares de ADN de la bacteria, que demoran mucho tiempo y resultan muy costosas.

La técnica de tinción y reacción almidón-iodo (RAI) de gránulos de almidón acumulados anormalmente en las hojas infectadas con HLB (Etxeberria et al. 2011), se puso a prueba con el método molecular de amplificación de la polimerasa de recombinasa (ARP).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficacia de la técnica de tinción Reacción Almidón-Iodo (RAI) en comparación con la técnica de amplificación de la recombinasa polimerasa (ARP) para el diagnóstico de HLB en cítricos.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio del Área de Biología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. Las muestras de hojas fueron recolectadas de plantas de naranjo dulce (*Citrus*

sinensis) variedad Valencia, de 10 años de edad, de parcelas de productores cítricos del Distrito de Higinio Morinigo Departamento de Caazapá donde fueron seleccionados un total de 33 plantas cítricas, de las cuales se extrajeron 25 hojas por planta, que constituyeron las muestras, obteniéndose un total de 825 muestras para la prueba del Iodo.

Las 25 hojas de cada planta fueron sometidas al método RAI y aquella que presentó la mejor tinción (más intensa y fiable) fue seleccionada como “muestra positiva” para el diagnóstico molecular. En los casos en los que ninguna de las 25 hojas de una planta presentó tinción, fue seleccionada una hoja al azar y se la consideró como “muestra negativa” representativa de esa planta, totalizando una cantidad final de 33 muestras para la comparación molecular. Cada una de las plantas, las muestras extraídas, las hojas, fueron enumeradas e identificadas mediante una cinta amarilla. Para la reacción del almidón con el Iodo, para todas las muestras se procedió según la metodología descrita por González et al. (2007), por lo que de cada muestra se hizo un corte transversal de una sección de la hoja, luego los cortes fueron sumergidos por 2 minutos en una solución de Iodo ($KI = 8,8 \text{ g L}^{-1}$, $I_2 = 2,2 \text{ g L}^{-1}$) a temperatura ambiente y posteriormente fueron lavados en agua destilada e inmediatamente observados en estereoscopio. De las mismas hojas seleccionadas y sometidas al método RAI se cortaron las secciones del nervio central de 0,06 g de peso cada una para analizarlas por el método molecular ARP mediante el uso del kit AmplifyRP® de la marca AGDIA. Cada corte (individualmente) se introdujo en una bolsa plástica, se le añadió 300 μL de tampón de

extracción AMP1, se lo maceró y homogeneizó. Posteriormente se procedió a calentarlos en el bloque de calor a una temperatura de 39°C por 3 minutos, mientras que en un tubo eppendorf de 200 µL para reacciones moleculares se añadió: un gránulo de reacción ADN de *Candidatus Liberibacter asiaticus* del kit, 10 µL de diluyente PD1 para disolver el gránulo de ADN, 1 µL del extracto de la muestra y luego fue incubado en el bloque de calor durante 20 minutos. Se retiró el tubo del bloque de calor y se procedió a realizar los pasos de detección colocando el tubo eppendorf en la cámara de detección y de reacción específica del kit, para luego esperar 20 minutos antes de interpretar los resultados. Obtenidos estos datos, con independencia del

método se determinó la eficacia (sensibilidad y especificidad) del método reacción almidón - iodo (RAI) en comparación con el método molecular ARPa través del método estadístico de concordancia Kappa de Cohen al 5% de probabilidad de error ($p < 0,05$).

Resultados y discusión

En los cortes transversales de las hojas infectadas con HLB se observó la tinción y coloración púrpura a negra oscura de gránulos de almidón acumulados en las células parenquimatosas del floema, a diferencia de los cortes de hojas de control sin infección de HLB (Figura 1).



Figura 1. Comparación de tinción y coloración de cortes de hojas sanas e infectadas por HLB en cítricos **A.** Parte superior: corte de hoja infectada (positivo) por HLB, parte inferior: corte de hoja sana (negativo) sin HLB. **B.** Peciolo de hoja infectada (positivo) por HLB. **C.** Peciolo de hoja sana (negativo) sin HLB. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2016.

En cuanto a la comparación entre las técnicas de diagnóstico, 32 de las 33 muestras finales dieron los mismos resultados en las dos técnicas de

diagnóstico; y sólo una muestra, la N° 26 de la técnica RAI fue opuesta al resultado de la técnica molecular ARP (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de resultados para el diagnóstico de la enfermedad HLB de los cítricos entre el método reacción almidón-iodo (RAI) y el método molecular AmplifyRP® (ARP). FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2016.

N° de Muestra (sobre 33 muestras)	RAI	AmplifyRP® (ARP)	Diagnóstico final de la enfermedad
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 22, 23, 25	HLB (+)	HLB (+)	HLB (+)
15, 17, 18, 21, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	HLB (-)	HLB (-)	HLB (-)
26	HLB (+)	HLB (-)	HLB (-)

Los resultados obtenidos y sometidos al estadístico de concordancia Kappa de Cohen expresado en porcentaje arrojaron una buena concordancia del 93,6% entre la técnica de reacción almidón-iodo (RAI) y el método molecular ARP.

Conclusión

La gran acumulación y tinción de almidón sólo se observa en hojas de plantas cítricas infectadas por HLB y permite su diagnóstico por medio de la reacción almidón-iodo (RAI) resultando un método sencillo, eficaz, y económico para el diagnóstico de la enfermedad HLB de los cítricos con una correlación del 93,6% con el método molecular ARP.

Referencias bibliográficas

- Etxeberria, E; González, P; Dawson, W; Spann, T. 2011. An iodine-based StarchTest to assist in selecting leaves for HLB testing (en línea). UF Universidad de Florida HS1122. Consultado 21 feb. 2015. Disponible en <http://www.imok.ufl.edu/hlb/database/pdf/00002409.pdf>
- González, P; Etxeberria, E; Achor, D; Dawson, W; Spann, T; Yates, JD; Albrigo, G. 2007. Uso de la reacción almidón – yodo para la selección de hojas sospechosas con HLB: distribución anatómica de niveles anormalmente altos de almidón en arboles de Naranja Valencia positivos al HLB (en línea). Consultado 21 feb. 2015. Disponible en <http://calcitrusquality.org/wp-content/uploads/2009/05/Pedro-Gonzalez-Uso-de-la-Reaccion-Ioco-Almidon-Articulo-Completo.pdf>
- Maritza, L; Collazo, C; Llauger, R; Peña, I; Batista, L; Teixeira, D; Kitajima, E; Bové, JM. 2010. Identificación y Diagnóstico de la Bacteria *Candidatus liberibacter asiaticus* asociada a la enfermedad Huanglongbing de los cítricos en Cuba. VI Simposio Internacional de los Cítricos. p. 135-153.
- Onuki, M; Ngoc, N; Nesumi, H; Thu, L; Kobayhashi, H. 2002. Useful histological method for distinguishing citrus yellowing leaves infected with Huanglongbing from those caused by other factors: development of new technologies practice for sustainable farming in the mekong delta. JIRCAS Workshop. p. 26-28.
- Smith, PF. 1974. Zinc accumulation in the wood of citrus trees affected with blight. Proc Fla State Hort Sci 87:91-95.
- Yelenosky, G; Guy, CL. 1977. Carbohydrate accumulation in leaves and stems of ‘Valencia’ orange at progressively colder temperatures. Bot Gazett 138:13-17.

Detección del Soil Borne Wheat Mosaic Virus (SBWMV) en parcelas de trigo en el Departamento de Itapúa

Luis R. González Segnana^{1*}, Francisco Vergara Ocampo¹, Rebeca González Torres¹, Richard Burgos Esquivel¹, César Darío Pino¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay

*Autor para correspondencia: luis.gonzalez@agr.una.py

Introducción

El virus Soil Borne Wheat Mosaic Virus (SBWMV) género Furovirus, Familia Virgaviridae) es el agente causal de una enfermedad en el cultivo del trigo reportado en varias regiones productoras del mundo (Kankuya et al. 2003).

Los síntomas de la enfermedad incluyen mosaico, moteado, estrías de color verde claro a amarillo y enanismo; estos síntomas se manifiestan sobre todo en hojas jóvenes. Éste virus es transmitido por el organismo *Polymyxa graminis*, un parásito obligado de raíces de cereales, clasificado actualmente como protista (Yilmaz et al. 2011).

El objetivo del presente trabajo fue detectar el SBWMV en muestras de trigo en cultivos sintomáticos en diferentes regiones del Departamento de Itapúa.

Metodología

Se realizaron viajes de prospección a las principales regiones productoras de trigo del Departamento de Itapúa buscando identificar parcelas que exhibiesen alguna sintomatología sospechosa atribuible al

virus. En los casos en los que se detectaron parcelas sospechosas se procedió a tomar muestras tanto foliares como del sistema radicular.

Cada muestra fue identificada con un código correspondiente a la localidad y a la variedad para posteriormente ser trasladadas refrigeradas al Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, para el análisis de detección del virus utilizando el test de ELISA con antisuero específico (AGDIA) para el patógeno.

Seguidamente para todas las muestras que resultaron positivas para el virus, se procedió a la observación de tejido radicular por microscopía óptica mediante la selección y tinción de las raíces más finas con Azul de Lactofenol (azul algodón) de modo a observar las estructuras específicas como las esporas de resistencia de *Polymyxa graminis*.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se observan las muestras positivas para el SBWMV.

Tabla 1. Muestras positivas para SBWMV y *Polymyxa graminis*. Departamento de Itapúa, 2016.

Muestra	Localidad	Presencia	
		SBWMV	Polymyxa
Itapúa 65	Capitán Miranda	+	+
Codetec	Capitán Miranda	+	+
Itapúa 75	La Paz	+	+
CRIA PTB	Capitán Miranda	+	+
Itapúa 65	Capitán Miranda	+	+
Codetec	Pirapó	+	+
CRIA PTB 2	Capitán Miranda	+	+
CRIA 98	Capitán Miranda	+	+
CRIA 11	Capitán Miranda	+	+
Itapúa 75	Itapúa Poty	+	+

En todas las muestras positivas (Figura 1a y 1b) para el virus se pudo observar también la presencia de diversas estructuras coloreadas típicas de *Polymyxa* en el tejido radicular (Figura 1c). Esta enfermedad se encuentra difundida en varias regiones del Departamento de Itapúa,

posiblemente donde las condiciones edáficas, climáticas y varietales permiten la proliferación del virus y del vector. Particularmente los suelos lateríticos y las condiciones de alta precipitación favorecen la diseminación de esta enfermedad.



Figura 1. a) Parcela afectada por el SBWMV. b) Síntomas foliares del SBWMV. c) Estructura de resistencia de *Polymyxa graminis* en raíces de trigo.

Conclusión

El Soil Borne Wheat Mosaic Virus (género Furovirus, familia Virgaviridae) se detecta en las plantas de trigo sintomáticas provenientes de varias localidades del Departamento de Itapúa. Son necesarios trabajos complementarios para buscar resistencia genética a este patógeno en las variedades utilizadas especialmente en Itapúa.

Agradecimientos

Al INBIO por el apoyo financiero y CICM-IPTA por la colaboración en la toma de muestras de campo.

Referencias bibliográficas

- Kanyuka, K; Ward, E; Adans, J. 2003. *Polymyxa graminis* and the cereal viruses it transmits: a research challenge. *Molecular Plant Pathology* 4(5):393-406.
- Yilmas, N; Lyon, R; Smith, M; Kanyuka, K. 2011. Investigation of soil mosaic virus diseases transmitted by *Polymyxa graminis* in cereal production areas of Anatolian part of Turkey. *Eur J Plant Pathol* 130:59-72.

Frecuencia de hongos potencialmente productores de micotoxinas en maíz de la Gran Asunción

Juliana Moura Mendes Arrua^{1*}, Cinthia Carolina Cazal Martínez¹, Cinthia Mabel Rojas Abraham¹, Yesica Magaliz Reyes Caballero¹, Andrea Alejandra Arrua Weidmer¹

¹ Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas - Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica - Universidad Nacional de Asunción (CEMIT, DGICT, UNA). San Lorenzo – Paraguay.

* Autor para correspondencia: jmmarrua@gmail.com

Introducción

El maíz *Zea mays* L., es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen. Su cultivo es de gran importancia en Paraguay, desde el punto de vista económico y social. Está presente diariamente en la mesa de los paraguayos, ya que es un ingrediente esencial de comidas típicas como: Chipa, chipa guasu, mbeju, bori-bori, sopa paraguaya y muchas otras (FAO 2001; MAG-DIA 2008; Noldin et al. 2005). Las especies como avatí morotí, avatí loco y otros son tradiciones de las pequeñas fincas, los agricultores suelen almacenar las semillas y seleccionar las que consideran mejor material para la siguiente siembra (MAG-DIA 2008; Salhuana y Machado 1999). Un grave problema asociado a la seguridad alimentaria de este cereal es la contaminación por hongos de los géneros *Penicillium*, *Fusarium* y *Aspergillus* que presentan especies productoras de micotoxinas (Hernández-Delgado et al. 2007; Chulze 2010; Alonso et al. 2013). Dicha contaminación puede ocurrir al largo del proceso que va desde el cultivo, cosecha, almacenamiento, transporte hasta el procesamiento (Arrua Alvarenga et al. 2013; Chulze 2010). Las micotoxinas producidas por esos hongos son causantes de diversos daños a la salud humana y animal, también son responsables de pérdidas económicas a nivel nacional (Arrua Alvarenga et al. 2013; Mauro et al. 2013; Chulze 2010). Se han realizado estudios relacionados con la identificación de especies de *Aspergillus* productores de micotoxinas la incidencia y la determinación de aflatoxinas en diferentes países alrededor del mundo (Scussel 2004; Karthikeyan et al. 2013; Perrone et al.

2014), pero en Paraguay no se encuentran disponibles trabajos científicos relacionados en maíz, sólo se ha reportado en yerba mate (Arrúa Alvarenga et al. 2016; Pérez Paiva et al. 2012).

Por estas razones, sanitarias y económicas, se planteó el estudio de la frecuencia de hongos potencialmente productores de micotoxinas en diferentes tipos de maíces de consumo humano obtenidos de variados locales de Gran Asunción, en dos periodos distintos.

Metodología

Para dicho trabajo fueron colectados al azar cinco kilogramos de granos de maíz de diferentes tipos utilizados para consumo humano (avatí morotí y loco) en dos periodos (período 1 – octubre de 2015 y período 2 – febrero de 2016). El primer periodo incluyó al Mercado de Abasto (local 1) situado en Fernando de la Mora, zona de Gran Asunción-Paraguay, el segundo periodo de recolección incluyó, además: Mercado N°4 (local 2), Mercado de Luque (local 3), Mercado de San Lorenzo (local 4) y Mercado Abasto Norte (local 5).

El ensayo fue realizado en el laboratorio de Biotecnología, en el Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas, Universidad Nacional de Asunción (CEMIT-DGICT-UNA). Para el mismo se tomaron muestras de diferentes partes de las bolsas un total de 500 gramos de granos. Posteriormente, los granos íntegros fueron seleccionados y procesados mediante desinfestación con hipoclorito al 3%, durante un minuto y enjuagados tres veces en agua destilada esterilizada y secados en papel estéril.

Se sembraron un total de 50 granos por cada tipo de maíz, en agar papa dextrosa (PDA), en placas de Petri de 9 cm de diámetro, 10 granos por placa, 5 repeticiones, y se incubó a 25°C ±3 por 7 días. Mediante la observación de las características macro y micro morfológicas de las colonias de hongos presentes en los granos de maíz y con el auxilio de las claves taxonómicas de Barnett y Hunter (1998), Klich (2002), Leslie y Summerell (2008) se identificaron los géneros de hongos presentes con énfasis en los potencialmente productores de micotoxinas. Las variables estudiadas fueron sometidas a análisis de variancia y cuando el valor de F fue

significativo, fue utilizado para comparación de medias en el test de comparación de LSD (Least significant difference) de Fisher con 5% de significancia con el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo et al. 2015).

Resultados y discusión

Se comparó la frecuencia de *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., y *Penicillium* sp. según el período y el tipo de maíz (Tabla 1) observándose que la frecuencia de *Aspergillus* fue significativamente mayor en el segundo periodo para el tipo loco. Cuando se evaluó la frecuencia de *Fusarium*

Tabla 1. Frecuencia de hongos aislados de maíz, provenientes del mercado abasto en dos periodos diferentes: 1- octubre de 2015 y 2- febrero de 2016. San Lorenzo. Paraguay.

Tipo de maíz	Período	Frecuencia (%)		
		<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.
Locro	1	31 a	0 a	55,6 a
	2	100 b	0 a	0 b
Avatí morotí	1	0 c	43 b	33,8 a
	2	96 b	4 a	0 b
CV (%)		8,17	68,8	92,61

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). CV: coeficiente de variación

esta fue mayor en la variedad Avatí morotí en el primer periodo, la frecuencia de *Penicillium* en loco fue mayor en el primer periodo con diferencias significativas estadísticamente.

Los resultados encontrados corroboran con estudios realizados por Castellari et al. (2015) y Chilaka et al. (2012), que evaluaron la presencia de hongos en granos almacenados de maíz e identificaron las mismas especies micotoxigénicas predominantes encontradas en nuestro estudio. Cabe destacar que Castellari et al. (2015), relata que solo se aisló *Aspergillus* al inicio del almacenamiento, coincidiendo con los resultados expresados en la Tabla 1, donde se observa la predominancia de este género fúngico en el segundo periodo de colecta que coincidían con los granos almacenamiento a menos tiempo, que era de una cosecha reciente (diciembre de 2015 y enero de 2016) diferente del primero periodo que estaba almacenado por más tiempo

(cosecha de abril de 2015 aproximadamente), donde se observó la predominancia de *Penicillium* y *Fusarium*. Los resultados obtenidos difieren un poco con el estudio de Hernández-Delgado et al. (2007) que encontró una mayor prevalencia de *Aspergillus* spp., seguido de *Penicillium* sp., en granos de maíz obtenidos de almacén.

En el segundo periodo (febrero de 2016) se muestreó de cinco mercados al total y se obtuvo el siguiente resultado expresado en la Tabla 2. En los locales 3 y 4 no se pudo muestrear el maíz de tipo loco.

En la Tabla 2 se observa una predominancia de *Aspergillus* spp. en loco, mientras que en avatí moroti se observó mayor variabilidad en la frecuencia de los tres géneros. El maíz de tipo loco presentó nula contaminación con *Fusarium* sp. en los locales evaluados y escasa presencia de *Penicillium* sp. La frecuencia de *Aspergillus* spp.

Tabla 2. Frecuencia de hongos aislados de maíz, provenientes de cinco locales (mercados de la gran Asunción) en el periodo de febrero de 2016.

Tipo de maíz	Local	Frecuencia (%)		
		<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.
Locro	1	100 a	0 a	0 a
	2	69,8 b	0 a	5 a
	3	NA c	NA b	NA b
	4	NA c	NA b	NA b
	5	80 a	0 a	0 a
Avatí morotí	1	96,4 a	3,6 a	0 a
	2	67,8 b	15,6 c	12,6 c
	3	64,2 b	28,8 d	4,6 a
	4	62,4 b	23,2 d	4,4 a
	5	27,6 d	63,6 e	0 a
CV (%)		26,59	28,4	151

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). CV: coeficiente de variación
NA: no aplica

fue significativamente diferente en locro y en local 1, mientras que la frecuencia de *Fusarium* spp. y *Penicillium* spp. presentaron diferencia significativa en el avatí moroti en los locales 5 y 2, respectivamente.

Aspergillus y *Fusarium* predominaron en los diferentes locales, especialmente en el tipo avatí moroti, coincidiendo con la literatura, que relata la presencia de dichos hongos en maíz recién almacenados y que con el tiempo se incrementa la presencia de *Penicillium* (Castellari et al. 2015; Alonso et al. 2013; Arrúa Alvarenga et al. 2012). Vale resaltar que la presencia de dichos hongos no se relaciona directamente con la presencia de micotoxinas, pero claramente se evidencia la presencia de los tres principales géneros productores de micotoxinas (Cabañes et al. 2007; Hernández-Delgado et al. 2007, Arrúa Alvarenga et al. 2012).

Conclusión

A partir de los resultados obtenidos, se puede concluir que la frecuencia de hongos potencialmente productores de micotoxinas fue alta en este estudio, considerándose así un probable problema de salud pública, y estimulando así la continuación del trabajo.

Referencias bibliográficas

- Alonso V, A; Pereyra C, M; Keller L, A, M; Dalcero A, M; Rosa C, A, R; Chiacchiera S, M; Cavaglieri L, R. 2013. Fungi and mycotoxins in silage: an overview. *J Appl Microbiol* 115(3):637-643.
- Arrúa Alvarenga, AA, Quezada Viay, MY, Vázquez Badillo, ME, Flores Olivas, A. 2012. Incidencia de hongos potencialmente toxigénicos en maíz (*Zea mays* L.) de diferentes orígenes geográficos en México. *Fitosanidad* 16(1):49-50.
- Arrua Alvarenga AA, Moura Mendes J, Fernández Rios D. 2013. Aflatoxinas, un riesgo real. *Rep Científ FACEN* 4:68–81.
- Arrúa Alvarenga, AA; Peralta López, IP, Rojas Abraham, CM; Reyes Caballero, YM; Toledo Popoff, C; Vázquez L; Moura Mendes Arrua, J 2016. Presencia de hongos filamentosos en yerba mate compuesta y eficiencia de medios de cultivo para el aislamiento de *Aspergillus*. *Investigación Agraria* 18(1):50-56.
- Barnett, HL; Hunter, BB. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. *The Amer Phytopatholog Soc.* 218 p.

- Cabañes, FJ; Abarca, ML; Bragullat, MR; Cstellá, G. 2007. Especies productoras de micotoxinas. *In* Soriano del Castillo, JM (direc. Cord.). Micotoxinas en alimentos. España, Díaz Santos. 396 p.
- Castellari, CC; Cendoya, MG; Marcos Valle, FJ, Barrera, V; Pacin, AM. 2015. Factores extrínsecos e intrínsecos asociados a poblaciones fúngicas micotoxigénicas de granos de maíz (*Zea mays* L.) almacenados en silos bolsa en Argentina. *Rev Arg de Microbiol* 47(4):350-359.
- Chilaka C, A; De Kock, S; Phoku J, Z, Mwanza M; Egbuta MA; Dutton MF. 2012. Fungal and mycotoxin contamination of south African commercial maize. *J Food Agric Environ* 10:296-303.
- Chulze, SN. 2010. Strategies to reduce mycotoxin levels in maize during storage: a review. *Food Addit Contam Part a Chem Anal Control Expo Risk Assess* 27(5):651-7.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini M, G; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. InfoStat versión 2015. Argentina, FCA Universidad Nacional de Córdoba, Grupo InfoStat.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Paliwal, RL; Granados, G; Lafitte, HR; Violic, AD; Marathée, JP (editors.). Roma, Italia, FAO. 392 p.
- Hernández-Delgado S, Reyes-López MA, García-Olivares JG, Mayek-Pérez N. 2007. Incidencia de hongos potencialmente toxígenos en maíz (*Zea mays* L.) almacenado y cultivado en el norte de Tamaulipas, México. *Rev Mex Fitopatol* 25(2):127-33.
- Karthikeyan, M; Karthikeyan, A; Velazhahan, R; Jayaraj, T. 2013. Occurrence of aflatoxin contamination in maize kernels and molecular characterization of the producing organism *Aspergillus*. *African Journal of Biotechnology* 12(40):5839-44.
- Klich, MA. 2002. Identification of common *aspergillus* species. Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelauteurs.
- Leslie, JF; Summerell, BA. 2006. The fusarium laboratory manual. Ames, Iowa, Wiley-Blackwell. 388 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería); DIA (Dirección Investigación Agraria). 2008. Segundo informe nacional sobre el estado de los recursos fitogenéticos de importancia para la alimentación y la agricultura. Asunción, Paraguay, MAG/DIA.
- Mauro, A; Battilani, P; Callicott, KA; Giorni, P; Pietri, A; Cotty, PJ. 2013. Structure of an *Aspergillus flavus* population from maize kernels in northern Italy. *Int J Food Microbiol* 162(1):1-7.
- Noldin, O; Vilaró, M; Suárez, R; Abadie, T. 2005. Colección núcleo de Paraguay. *In* Venturin, RS; Abadie, T; Berreta, A (editors). Desarrollo de colecciones núcleo de maíz en el Cono Sur de América Latina: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. Montevideo, Uruguay, REGENSUR, PROCISUR/IICA. p. 69-76. (Serie Documentos).
- Pérez Paiva, J; Piris Morales, L; Ulke Mayans, G; Arias Villalba, M; Mendoza de Arbo, L; Sánchez Bernal, S. 2012. Evaluación del perfil micológico de la yerba mate durante el proceso productivo y producto final en establecimientos yerbateros. *Rev de Salud Púb del Paraguay* 3(1):8-13.
- Perrone, G; Haidukowski, M; Stea, G; Epifani, F; Bandyopadhyay, R; Leslie, JF; Logrieco, A. 2014. Population structure and Aflatoxin production by *Aspergillus* Sect. Flavi from maize in Nigeria and Ghana. *Food Microbiol* 41:52-9.
- Salhuana W, Machado V. 1999. Razas de maíz en Paraguay. Estados Unidos, Departamento de la agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Investigación en Agricultura.
- Scussel, VM. 2004. Aflatoxin and food safety: recent south american perspectives. *Toxin Rev* 23:179-216.

Metabolitos antimicrobianos secretados por el hongo *Macrophomina phaseolina* aislado en Paraguay frente a bacterias patógenas humanas

Jimena M. Belén Casco Cantero^{1*}, Javier Enrique Barua Chamorro¹, María Eugenia Flores Giubi¹

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: jimabe2011@hotmail.com

Introducción

Los agentes antimicrobianos son una de las formas más exitosas de la quimioterapia en la historia de la medicina (Aminov 2010) y teniendo en cuenta que en la última década ha existido un aumento significativo de la resistencia a los antimicrobianos, se han convertido en una amenaza para la salud pública, siendo imprescindible la implementación de estrategias para limitar el desarrollo de resistencia y optimizar la terapia así como la investigación de nuevos agentes antimicrobianos (Pogue et al. 2015).

El fitopatógeno *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, un hongo necrotrófico con amplio rango de hospederos entre los cuales se hallan especies de alto interés económico como la soja (*Glycine max* L.) y el maíz (*Zea mays* L.) (Leyva et al. 2015), causante de la pudrición carbonosa, enfermedad que afecta a las plantas en casi todas las etapas de crecimiento (Islam et al. 2009), en medios de cultivo artificiales puede secretar metabolitos secundarios con actividad fitotóxica (Sett et al. 2000) y se ha visto que presentan actividad antimicrobiana frente a bacterias Gram positivas y Gram negativas a partir de diferentes aislados (Das et al. 2010). Sin embargo, no se conocen los metabolitos responsables de tal actividad a partir de aislados de suelo paraguayo.

Los metabolitos fúngicos, desde el descubrimiento de la penicilina a partir del cultivo de *Penicillium notatum*, constituyen una fuente de moléculas de gran relevancia para la industria farmacéutica (Gallardo 2009), debido a que ciertos hongos tienen el potencial de ser una fuente importante de metabolitos bioactivos responsables de la actividad antimicrobiana (Vaz

et al. 2009). Por lo que resulta relevante abordar el aislamiento biodirigido de los mismos para su posterior identificación con el fin de continuar con la búsqueda de nuevas alternativas a la problemática de las infecciones causadas por bacterias.

El objetivo de este trabajo fue realizar la determinación de la actividad antimicrobiana de *M. phaseolina* en diferentes medios de cultivo y el aislamiento biodirigido de metabolitos antimicrobianos secretados por el hongo *Macrophomina phaseolina* FCQ6 aislado en Paraguay frente a bacterias patógenas humanas. Para ello se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI) para el extracto orgánico crudo, fracciones y subfracciones obtenidos a partir del filtrado del medio donde fue cultivado el hongo fitopatógeno.

Metodología

Se determinó la actividad antimicrobiana por medio de la concentración mínima inhibitoria (CMI) del extracto orgánico crudo de los diferentes medios de cultivo líquido papa-dextrosa-caldo (PDB, Oxoid) y Czapek Dox (CZP, Merck KGaA) obtenido por extracción con acetato de etilo, las fracciones del medio PDB obtenidas posterior al aislamiento biodirigido por cromatografía en columna con proporciones de polaridad creciente (Hexano: acetato de etilo), así como de las subfracciones de la fracción 40% de acetato de etilo obtenidas por cromatografía en columna con (Hexano- acetato de etilo) proporción 1:1 frente a agentes patógenos humanos, mediante la técnica de microtitulación en placa de 96 pocillos según lo descrito por Sarker (2007), utilizando como indicador de

viabilidad celular resazurina (marca Sigma). Para la obtención del extracto enriquecido con semillas de soja.

Se empleó infusión de semillas de soja (-SYN.1158) molidas con medio PDB y Czapek Dox incubados con el hongo *Macrophomina phaseolina* FCQ6 aislado en Paraguay a partir de restos de cultivos infectados con *Macrophomina phaseolina* del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA) y depositado en el cepario micológico del Departamento de Fitoquímica de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción (FCQ-UNA).

Para el ensayo de actividad antimicrobiana se utilizaron cepas comerciales de referencia de *Klebsiella pneumoniae* de la Colección Española de Cultivos Tipo (CECT 367) *Escherichia coli* de American Type Culture Collection (ATCC

35218) *Pseudomonas aeruginosa* CECT 108 y *Staphylococcus aureus* ATCC 6538.

Resultados y discusión

Para la determinación de la Concentración mínima inhibitoria (CMI), se utilizó el indicador de viabilidad celular resazurina, que inicialmente presenta una coloración azulada y en presencia de NADPH o NADH, producto del metabolismo bacteriano es reducida a resofurina, la cual, presenta una tonalidad rosa o fucsia. El cambio de la tonalidad azul a rosa se registra como indicación de crecimiento bacteriano. La CMI se interpretó como la menor concentración a la cual no se observó crecimiento bacteriano, es decir, no hay viraje del indicador. Los valores medios de CMI registrados para los extractos crudos de los medios fermentados por *Macrophomina phaseolina* y como control positivo al antibiótico gentamicina, se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Actividad antimicrobiana registrada a concentración mínima inhibitoria (CMI, mg mL⁻¹) de cuatro extractos de medios enriquecidos con semillas de soja y un gentamicina control frente a bacterias patógenas humanas

Bacterias patógenas	CMI (mg mL ⁻¹)				Gentamicina (control+)
	CZK	CZK + S	PDB	PDB +S	
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	>5	5	>5	>5	0,016
<i>Escherichia coli</i>	0,63	0,94±0,31	0,24±0,08	0,20±0,12	0,003±0,001
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	3,13±1,88	3,13±1,88	3,75±1,25	0.012±0,004
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,47±0.2	1,88±0,63	0,24±0,08	0,12±0,04	0,006±0,002

Extracto del medio Czapek (CZK), extracto del medio Czapek con infusión de semilla (CZK+S), extracto del medio papa-dextrosa caldo (PDB), extracto del medio papa-dextrosa caldo con infusión de semilla (PDB +S).

Se observó que frente a *K. pneumoniae*, la actividad antimicrobiana fue nula o muy baja, sólo el extracto del medio Czapek Dox enriquecido con semillas de soja demostró actividad antimicrobiana muy baja, presentando una CMI de 5 mg mL⁻¹, para los demás extractos se debería ensayar a concentraciones iniciales superiores, a fin de determinar si existe o no sensibilidad del patógeno. En el caso de *P. aeruginosa* se observó que todos los extractos

de los medios fermentados presentaron actividad similar entre ellos y ligeramente superior a la observada frente a *K. pneumoniae*.

El ensayo de los extractos de los medios fermentados contra *E. coli* y *S. aureus* presentaron actividad antimicrobiana elevada en medio PDB con infusión de semillas de soja con una CMI de 0,20±0,12 y 0,12±0,04 mg mL⁻¹ respectivamente, evidenciando que la composición del medio

de cultivo donde crece el hongo influye en la secreción de metabolitos secundarios como ha sido descrito en la literatura para otros microorganismos (García Sosa et al. 2013) y éstos a su vez en la actividad antimicrobiana.

En cuanto al aislamiento biodirigido, el extracto crudo de PDB con infusión de semillas de soja fue separado por cromatografía en columna de sílica gel y se obtuvieron primeramente seis fracciones de diferente polaridad que van del 100% Hexano a 100% de acetato de etilo

(AcOEt), es decir, de menor a mayor polaridad y de la fracción 40% de acetato de etilo de la etapa anterior se obtuvieron cuatro subfracciones A,B,C y D por cromatografía en columna con Hexano:AcOEt en proporción 1:1. Los valores medios de CMI registrados para las fracciones y subfracciones de la fracción 40% acetato de etilo fermentados por *Macrophomina phaseolina* en medio PDB (papa-dextrosa-caldo) descritas anteriormente y el control positivo gentamicina frente a *Staphylococcus aureus* resumen en la Tabla 2 y Tabla 3, respectivamente

Tabla 2. Concentración mínima inhibitoria (CMI) de fracciones de *Macrophomina phaseolina* y el control positivo gentamicina frente a *Staphylococcus aureus*.

Fracciones	CMI (mg mL ⁻¹)
100% Hex	>1
10% AcOEt	>1
20% AcOEt	0,5 ± 0
40% AcOEt	0,5 ± 0
60% AcOEt	>1
100% AcOt	0,4 ± 0,2

Tabla 3. Concentración mínima inhibitoria (CMI) de las subfracciones de *Macrophomina phaseolina* y gentamicina frente a *Staphylococcus aureus*.

Subfracciones de 40%AcOEt	CMI (mg mL ⁻¹)
B	1 ± 0
C	1 ± 0
D	>1

En las fracciones resultantes de la elución de la cromatografía en columna con fase móvil Hex:AcOEt de polaridad creciente, los promedios de la CMI frente a *Staphylococcus aureus* fueron 0,5 mg mL⁻¹ para las fracciones de 20% y 40% de AcOEt, superior a 5 mg mL⁻¹ para las fracciones de 10% y 60% AcOEt y 100% hexano 0,4mg/m. Los resultados obtenidos indicaron que la mayor inhibición del crecimiento bacteriano se alcanzó con los metabolitos que componían las fracciones de 20% y 40% de AcOEt, los cuales corresponden a moléculas de mediana polaridad afines a las mezclas de solventes acetato de etilo y hexano.

Se observó la inhibición del crecimiento bacteriano en presencia de las subfracciones B y C con una CMI de 1 mg mL⁻¹, el doble del CMI de la fracción de origen cuya CMI fue de 0,5 mg mL⁻¹ y por ende con menor actividad antimicrobiana. Los valores obtenidos en el presente trabajo frente a *S. aureus*, se clasifican dentro de una actividad antimicrobiana moderada a baja comparando con los valores descritos en la literatura para el mismo hongo frente a *S. aureus* pero aislado de cítricos donde se reportó un valor de CMI para el extracto clorofórmico crudo del mismo medio empleado en este trabajo (PDB), de 0,256 mg mL⁻¹ (Dey 2009). Considerando además como criterio de presencia de actividad

antimicrobiana el punto de corte recomendado para extractos crudos de plantas de IC 50 (máxima concentración inhibitoria media) igual a 0,1 mg mL⁻¹ (Cos 2006), cabe resaltar si bien la actividad obtenida para *S. aureus* es considerada moderada a baja resultaría de interés aislar y determinar el mecanismo de acción de las moléculas.

Sin embargo, en ninguna fracción o subfracción se alcanzó el valor de CMI del extracto crudo obtenido de *M. phaseolina* crecido en PDB+S, resultado que puede indicar la posible actividad sinérgica de los metabolitos secretados por *M. phaseolina* como responsable de la actividad antimicrobiana observada, pudiendo con tal efecto sinérgico disminuir la CMI y por ende mejorar la actividad antimicrobiana en el extracto crudo. La menor actividad observada en las fracciones y subfracciones con respecto al extracto crudo pudo deberse a que los metabolitos responsables de la actividad fueron separados en el aislamiento biodirigido realizado al separar las fracciones y subfracciones.

El trabajo sugiere continuar con el estudio de las fracciones activas del extracto orgánico del medio enriquecido con infusión de semillas de soja fermentado por *M. phaseolina* a fin de aislar y determinar el mecanismo de acción de las moléculas bioactivas

Conclusiones

El extracto obtenido a partir de la fermentación en el medio PDB enriquecido con semillas de soja mostró mayor actividad frente a las bacterias *E. coli* y *S. aureus*. Al realizar el aislamiento biodirigido principalmente las fracciones 20% y 40% de acetato de etilo presentaron actividad antimicrobiana moderada frente a *S. aureus*.

Los resultados indicaron que la composición del medio de cultivo influye en la producción de metabolitos secundarios como en la actividad antimicrobiana que los mismos presentan polaridad intermedia

Referencias bibliográficas

- Aminov, RI. 2010. A brief history of the antibiotic era: lessons learned and challenges for the future. *Frontiers in Microbiology* 1:134.
- Cos, P. 2006. Anti infective potential of natural products: how to develop a stronger in vitro proof-of- concept. *Journal of Ethnopharmacol* 106:290-302.
- Flores Giubi, ME; Brito Argáez, L; Garcia Sosa, k; Escalante Erosa, F; Islas Flores, I; Peña Rodríguez, LM. 2013. Optimization of culturing conditions of a strain of *Phytophthora capsici* Pathogenic to Habanero Pepper (*Capsicum chinense*). *Journal Phytopathology* 161:807-813.
- Gallardo, L. 2009. Aislamiento y determinación estructural de metabolitos bioactivos con potencial aplicación en apicultura y agricultura obtenidos a partir de cultivos de hongos, Tesis Doctoral. Buenos Aires, AR, Universidad de Buenos Aires. p. 187.
- Islam, M; Haque, M; Islam, M; Emdad, E; Halim, A; Hossen, QM; Hossain, MZ; Ahmed, B; Rahim, S; Rahman, MS; Alam, MM; Hou, S; Wan, X; Saito, JA; Alam, M. 2009. Tools tokill: genome of one of the most destructive plant pathogenic fungi *Macrophomina phaseolina*. *BMC Genomics* 13(1):493-508.
- Leyva-mir, SG; Velázquez, GC; Tlapal, B. 2015. Caracterización morfológica y molecular de aislados de *Macrophomina phaseolina* asociados a caña de azúcar en México. *Revista Argentina de Microbiología* 47(2):143-147.
- Pogue, JM; Kaye, KS; Cohen, DA; Marchaim, D. 2015. Appropriate antimicrobial therapy in the era of multidrug-resistant human pathogens. *Clinical Microbiology and Infection Elsevier* 21(4):302-12.
- Das, RC; Banik, R; Hasan B, R; Kabir, G. 2010. Antimicrobial and cytotoxic activity of *Macrophomina phaseolina* isolated from gummosis infected *Citrus Reticulata*. *The Chittagong Univ. J. B. Sci.* 5(1 &2): 125-133.
- Sarker, SD; Nahar, L; Kumarasamy, Y. 2007. Microtitreplate-based anti bacterial assay incorpo-



rating resazurin as an indicator of cell growth, and its application in the antibacterial screening of phytochemicals. *Methods* 42(4):321-324.

Sett, S; Mishra, SK; Siddiqui, KI. 2000. Avirulent mutants of *Macrophomina phaseolina* and *Aspergillus fumigatus* initiate infection in *Phaseolus mungo* in the presence of phaseolinone; Levamisole gives protection. *Journal of Biosciences* 25(1):73-80.

Vaz, ABM; Mota, RC; Bomfim, MRQ; Vieira, ML; Zani, CL; Rosa, CA; Rosa, LH. 2009. Antimicrobial activity of endophytic fungi associated with Orchidaceae in Brazil. *Canadian Journal of Microbiology* 55(12):1381-1391.

Eficiencia de fungicidas para el control de la roya de la hoja (*Puccinia triticina*) en el cultivo de trigo

Evandro Mazzetto Bamberg¹, Jonas Vogt Zimmer¹, Mario Núñez Rivas¹, Orlando Ortiz Acosta^{1*},
Vilma Emategui Enciso¹

¹Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional del Este, Filial Itakyry, Paraguay

*Autor para correspondencia: orlantizpy@yahoo.com

Introducción

El trigo es uno de los cultivos extensivos más importantes a escala global, se utiliza en la alimentación humana y animal, convirtiéndose en importante fuente de ingreso. En el Paraguay se ha registrado una superficie promedio de 631 mil hectáreas de este cultivo, obteniéndose un total de 1.314.000 toneladas, con un rendimiento promedio de 2,08 toneladas por hectárea (CAPECO 2016).

El cultivo es afectado por varias enfermedades fungosas, siendo la roya de la hoja, una de las principales. Su agente causal es el hongo *Puccinia recondita* Triticici y provoca pérdidas significativas en el rendimiento y en el ingreso del productor. Los síntomas son más evidentes en la parte superior de la hoja y también puede atacar a la espiga (Pires et al. 2009; Brevis et al. 2008).

El uso de fungicidas protectores aplicados podría disminuir la severidad de la roya de la hoja, lo que resultaría en una mayor productividad del cultivo, ya que contará con hojas más sanas para una mayor eficiencia fotosintética y posterior llenado de granos. Paraguay presenta un clima subtropical que posibilita la proliferación de muchas especies de hongos principalmente las causantes de las royas. Se sabe que muchas especies de hongos están adquiriendo resistencia por el mal manejo de las moléculas de fungicidas existentes en la actualidad.

Por lo tanto, es de suma importancia estudiar nuevas alternativas y diferentes formas de control de los patógenos, para evitar la selección

de especies resistentes, rotando y combinando diferentes principios activos de fungicidas, principalmente aquellos de acción múltiple como es el caso de los fungicidas protectores.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de diferentes fungicidas protectores en el control de la roya de la hoja del trigo.

Metodología

La investigación fue realizada en el Campo Experimental de la Facultad de Ingeniería Agronómica Filial Cruce Itakyry, de la Universidad Nacional del Este, ubicada en el distrito de Itakyry, departamento de Alto Paraná, Paraguay.

La preparación de suelo consistió en una arada y rastreada 30 días antes de la siembra, para el efecto se aplicó herbicida glifosato al 62%. La variedad de trigo utilizada fue la CD 150, cuya siembra se realizó el día 28 de mayo de 2016 con una sembradora de flujo continuo a una profundidad de 2 a 3 cm con 6 a 7 semillas por metro lineal, y una distancia entre hileras de 17 cm, totalizando una población de 340.000 a 420.000 plantas por hectárea. La fertilización básica se realizó en surcos con una formulación 08-20-10 a una dosis de 200 kg ha⁻¹ (Cubilla et al. 2007).

El diseño utilizado fue bloques completos al azar, con 6 tratamientos y 4 repeticiones totalizando, 24 unidades experimentales. Cada unidad experimental contó con 2,55 x 3 m (7,65 m²), separados por 1m entre cada unidad experimental, totalizando 277,2 m². Los

tratamientos considerados fueron los siguientes: T1: Testigo, T2: Tebuconazole, T3: Mancozeb, T4: Oxiclóruo de cobre, T5: Tebuconazole + Mancozeb, T6: Tebuconazole + Oxiclóruo de cobre. La aplicación de los tratamientos se realizó con pulverizadora en dos etapas fenológicas del desarrollo del cultivo, siendo la primera luego del macollaje (E-5) y la segunda en la fase de vaina engrosada (E-10) de la escala de Feeks-Large (Large 1954).

Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de incidencia de la roya de la hoja (PSR), que fue determinada en la hoja bandera de 10 plantas tomadas al azar de la parcela útil de cada unidad experimental, las cuales fueron marcadas con hilos para su posterior identificación. Las mediciones se realizaron en el estadio de formación de granos (E-11). Para la determinación de la severidad de la enfermedad se realizó comparando con la escala de Cobb según Peterson citado por Stubbs et al. (1986). Rendimiento, (kg ha^{-1}), la cosecha se realizó en la parcela útil de cada unidad experimental, cuya dimensión fue de $3,0 \text{ m}^2$ ($1,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}$), cuando los granos presentaron 14% de humedad y luego pesados en una balanza de precisión. Peso Hectolítrico (PH), se tomaron muestras de granos cosechados de cada unidad experimental y fueron remitidos para su análisis de PH correspondiente, utilizando una balanza de Schopper. Peso de mil granos (g), del rendimiento obtenido en cada tratamiento,

se tomaron al azar mil granos y luego fueron pesados en una balanza de precisión.

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de la varianza (ANAVA) y la comparación de medias utilizando el Test de Tukey.

Resultados y discusión

La aplicación de los diferentes tratamientos, presentó diferencia estadística significativa entre los mismos en cuanto al porcentaje de incidencia de la roya de la hoja en el estadio de formación de granos (E-11), donde se constató que los tratamientos T5: Tebuconazole + Mancozeb y T2: Tebuconazole, presentaron menor porcentaje de severidad de la roya y difieren del T1 Testigo (Tabla 1).

Los tratamientos T5: Tebuconazole + Mancozeb y T2: Tebuconazole, presentaron mayor control con 4,8% y 6,9%, respectivamente, en relación al tratamiento Testigo con 20,3% que presentó mayor severidad de esta enfermedad.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Goulart y Paiva (1991), quienes mencionan que el uso de productos sistémicos como el tebuconazole tiene gran importancia en el control de enfermedades aéreas del trigo, no así en el uso de mancozeb que no presenta buena eficiencia ya que es un producto con poco efecto residual

Tabla 1. Porcentaje de severidad de la roya de la hoja (*Puccinia triticina*) en el estadio de desarrollo E-11 con aplicación de diferentes principios activos de fungicidas. Itakyry, 2016.

Tratamientos	Porcentaje de severidad %
T1: Testigo (sin aplicación)	20,3 b
T2: Tebuconazole	6,9 a
T3: Mancozeb	10,2 ab
T4: Oxiclóruo de Cobre	16,9 ab
T5: Tebuconazole + Mancozeb	4,8 a
T6: Tebuconazole + Oxiclóruo de Cobre	9,3 ab
CV: 48,38 %	

Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí. (Tukey $<0,05$). CV: Coeficiente de variación

como en el caso del T3: Mancozeb. En cuanto a la variable de rendimiento, existe diferencia estadística altamente significativa sobre el rendimiento, destacándose los tratamientos T2: Tebuconazole y T5: Tebuconazole + Mancozeb

con un rendimiento de 3.178,1 y 3.187,9 kg ha⁻¹, respectivamente, resultando en una diferencia en comparación al T1: Testigo, de 561,1 kg ha⁻¹ para el T2 y 574.7 kg ha⁻¹ para el T5 (Tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento de trigo con diferentes principios activos y combinación de fungicidas, Itakyry 2016.

Tratamientos	Rendimiento kg ha ⁻¹
T1: Testigo (sin aplicación)	2.613 b
T2: Tebuconazole	3.178 a
T3: Mancozeb	3.042 ab
T4: Oxicloruro de Cobre	2.861 ab
T5: Tebuconazole + Mancozeb	3.187 a
T6: Tebuconazole + Oxicloruro de Cobre	2.991 ab
CV: 6,53 %	

Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí. (Tukey <0,05), CV: Coeficiente de variación

Estos resultados son diferentes a los obtenidos por Navarini y Balardin (2012) quienes mencionan que los fungicidas triazoles son más eficientes en el control de manchas foliares y que la roya de la hoja del trigo presenta menor susceptibilidad a dicho fungicida comprometiendo su efectividad. Sin embargo, fueron similares a los obtenidos por Junior et al. (2009) quien constató que el uso de los productos químicos de los grupo triacales en mezcla con otros principios activos presenta mayor control de las enfermedades foliares del cultivo de trigo, este control químico proporciona un aumento significativo en el rendimiento de granos. Este hecho podría atribuirse a la mezcla realizada en el T5: Tebuconazole + Mancozeb presentó el mayor rendimiento con 3.187 kg ha⁻¹, equivalente a 18,02%, superior al T1: testigo.

Para la variable peso hectolítrico la aplicación de los diferentes tratamientos no arrojó diferencia estadística significativa entre los mismos, con una variación de PH entre 76,3 a 78,1; donde los tratamientos T5: Tebuconazole + Mancozeb y T2: Tebuconazole superiores con un PH de 78. En cuanto a la variable peso de mil granos (PMG),

la aplicación de los diferentes tratamientos, arrojó diferencia estadística significativa, donde los tratamientos que presentaron mayor peso fueron T2: Tebuconazole, T3: Mancozeb y T5: Tebuconazole + Mancozeb; mientras que, el tratamiento que presentó menor peso fue el T1: Testigo (Tabla 3).

Los tratamientos con la aplicación de T2: Tebuconazole; T5: Tebuconazole + Mancozeb y T3: Mancozeb presentaron los mayores valores en cuanto al Peso de mil granos, con 34,3, 33,1 y 32,4 g, respectivamente, en relación al tratamiento Testigo con 29,7 g. Estos resultados también fueron encontrados Goulart y Paiva (1991), quienes constataron que la aplicación individual y combinada de esos fungicidas aumenta el peso del grano de trigo. Los tratamientos T4: Oxicloruro de Cobre y T6: Tebuconazole + Oxicloruro de Cobre presentaron resultados estadísticamente iguales al testigo, con 32 y 32,2 g, respectivamente. Esto es debido a su baja efectividad en el control de la roya de la hoja del trigo (*Puccinia triticina*).

Tabla 3. Peso hectolítrico (PH) y Peso de mil granos (PMG) de trigo con aplicación de diferentes principios activos de fungicidas. Itakyry. 2016.

Tratamientos	Peso Hectolítrico kg hl ⁻¹	Peso de Mil Granos g
T1: Testigo	76,3	29,7 b
T2: Tebuconazole	78,1	34,4 a
T3: Mancozeb	77,4	32,4 a
T4: Oxicloruro de Cobre	77,0	32,0 ab
T5: Tebuconazole + Mancozeb	78,0	33,1 a
T6: Tebuconazole + Oxicloruro de Cobre	77,6	32,2 ab
CV %	1,20	3,41

Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí. (Tukey <0,05), CV: Coeficiente de variación

Conclusión

El efecto de la aplicación del Tebuconazole solo o combinado con Mancozeb presenta mayor eficiencia en el control de la roya de la hoja del trigo (*Puccinia triticina*), como también en todas las variables evaluadas.

Referencias bibliográficas

- Brevis, JC; Chicaiza, O; Khan, IA; Jackson, L; Morris, CF; Dubcovsky, J. 2008. Agronomic and quality evaluation of common wheat near-isogenic lines carrying the leaf rust resistance gene Lr47. *Crop Science* 48:1441-1451.
- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas). 2016. Producción de trigo (en línea, sitio web). Consultado 5 may. 2016. Disponible en <http://www.capeco.org.py/area-de-trigo-siembra-produccion-y-rendimiento/>
- Cubilla, MM; Amado, TJC; Wendling, A; Eltz, FLF; Mielniczuk, J. 2007. Calibração visando à fertilização com fósforo para as principais culturas de grãos sob sistema plantio direto no Paraguai. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* Campinas 31(6):1463-1474.
- Goulart, ACP; Paiva, FA. 1991. Avaliação de fungicidas no controle das ferrugens do trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* Brasília 26(11/12):1975-1981.
- Junior, PRK; Casa, RT; Rizzi, FP; Moreira, EM; Bogo, A. 2009. Desempenho de fungicidas no controle de doenças foliares em trigo. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 8(1):35-42.
- Large, EC. 1954. Growth stage in cereals: illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology* 3:128-129.
- Navarini, L; Balardin, RS. 2012. Doenças foliares e o controle por fungicidas na produtividade e qualidade de grãos de trigo. *Summa Phytopathologica Botucatu* 38(4):294-299. Consultado 5 may. 2016. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/sp/v38n4/04.pdf>
- Pires, PC; Fernandes, JMC; Nicolau, M. 2009. Modelagem do progresso temporal e do padrão espacial de lesões de ferrugem da folha em trigo. *Tropical Plant Pathology* 34(2):97-107.
- Stubbs, RW; Prescott, JM; Saari, EE; Dubin, HJ. 1986. Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. México, CIMMYT.

Evaluación de la actividad antifúngica del extracto vegetal de *Thymus vulgaris* con respecto a fungicidas sintéticos sobre el crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium sp.*

Beatriz Karina Grisel Morínigo Giménez^{1*} y Daniela Haupenthal Berwanger¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción. Campus Itapúa, Paraguay.

*Autor para correspondencia: grisskari88@gmail.com

Introducción

En los últimos años existió un creciente interés en el uso de compuestos orgánicos biológicamente activos, extraídos de especies de plantas que presentan la capacidad de eliminar a microorganismos patógenos por sí mismas, esto debido principalmente, a la resistencia que los microorganismos han desarrollado a los antibióticos (Daferera et al. 2003). Entre los metabolitos secundarios importantes relacionados con los mecanismos de defensa, destacan los flavonoides, fenoles, terpenos, aceites esenciales, alcaloides, lectinas y polipéptidos (Cowan 1999).

Teniendo en cuenta los efectos negativos de los hongos fitopatógenos en el sector agrario, especialmente provocados por el género *Fusarium*, existe escasa información sobre su control alternativo, particularmente referentes al uso de los extractos vegetales como la utilización de productos bioactivos naturales para el control.

Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de control del extracto vegetal de *Thymus vulgaris* como antifúngico natural y de tres fungicidas sintéticos para el control de *Fusarium spp.*

Metodología

El experimento se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Itapúa. El diseño experimental utilizado fue completo al azar con 5 tratamientos y 5 repeticiones. Los

tratamientos consistieron en: T1: Extracto de *Thymus vulgaris* (500 g L⁻¹, T2: Tebuconazole concentración de 430 g L⁻¹ en las placas se utilizó (0,04 cc por placa), T3: Azoxystrobin + Ciproconazol de concentración (0,025 cc por placa), T4: Trifloxistrobin + Prothiconazole (0,075 cc por placa), T5: Testigo (sin aplicación). Las unidades experimentales consistieron en placas de Petri, empleando 5 unidades para cada unidad experimental totalizando 25 unidades experimentales. La muestra de *Thymus vulgaris* se obtuvo en material seco de 500 g, la cual se fraccionó en 10 partes de 50 g cada una, estas fueron colocadas en cartucho de extracción para el equipo SOXHLET de la marca QUIMIS, el solvente utilizado fue el alcohol.

El tiempo de extracción fue de 2 h sin recuperación del solvente. El cultivo del hongo, fue obtenido del laboratorio de fitopatología de Centro de Investigación agrícola (IPTA) de Capitán Miranda. El mismo fue colocado en varias placas con PDA (papa dextrosa agar) para su conservación. Se realizó la siembra del hongo *Fusarium sp* en placas con medio de cultivo PDA, la siembra se realizó en condiciones asépticas utilizando cámara de flujo laminar, mediante una aguja histológica previamente flameada se tomó pequeña porción del hongo y se colocó en placa con medio de cultivo PDA y se incubó a temperatura de 25°C en estufa micro procesada para hongos modelo Q316M2 de la marca QUIMIS por 5 días. A partir de las placas previamente preparadas, se seleccionaron aislados de *Fusarium spp.*, donde se realizó una suspensión en suero fisiológico para la siembra en cada placa, luego con la ayuda de un sacabocado

de 6 mm de diámetro se efectuó los orificios colocándose en cada orificio de la placa extracto vegetal, y los fungicidas sintéticos. La medición del diámetro del crecimiento fúngico incluyendo el orificio de 6 mm de diámetro se realizó con el uso de una regla. Esta medición se realizó a los 3 y 5 días después de la aplicación (DDA) de los tratamientos (Figura 1). Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza y se realizó una comparación de medias mediante el test de Duncan al 5%, con el programa Infostac.

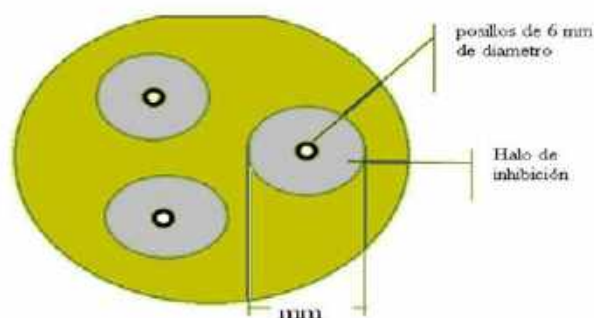


Figura 1. Métodos de medición del crecimiento y halo de inhibición

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los valores promedios del halo de inhibición del extracto vegetal *Thymus vulgaris* a los 3 y 5 días de incubación (DDI), obteniéndose resultados con diferencias significativas entre los tratamientos. Se logró diferenciar la mínima actividad antifúngica del extracto ya que fue el tratamiento con menor halo de inhibición con respecto a las formulaciones de fungicidas utilizadas, el tratamiento compuesto por Tebuconazole en una concentración de 430 g L⁻¹, fue el que mostró mayor control sobre el hongo del género *Fusarium* spp., que coincide con los resultados obtenidos por Garcia et al. 2012, para la inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium* spp.

El potencial antifúngico del extracto vegetal *Thymus vulgaris* medidos a 3 d y 5 d DDI presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, donde el tratamiento con Tebuconazole y los otros ingredientes activos presentaron mayor control sobre el hongo en comparación al extracto vegetal *Thymus vulgaris*, en los días de incubación del hongo. Alacalá de Marcano et al. 2005, demostraron que los fungicidas sintéticos también inhiben en un 79% y el extracto en un 8,3%. Estos autores

Tabla 1. Halo de inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium* sp a los 3 y 5 día después de la incubación.

Tratamientos	Halo 3 ^{er} DDI (mm)	Duncan al 5%	Halo 5 ^{to} DDI (mm)	Duncan al 5%
T5: Testigo (sin aplicación)	24,2	A	5,2	a
T1 Extracto de <i>Thymus vulgaris</i> (500 gL ⁻¹)	54,0	B	24,8	b
T4: Trifloxistrobin + Prothiconazole (125 + 125 gL ⁻¹)	91,4	C	84,4	c
T3: Azoxystrobin + Ciproconazol	95,4	D	88,0	d
T2: Tebuconazole 430 gL ⁻¹	100,0	E	99,4	e
Promedio	73,0		60,36	
Fc	1.077,94**		1.796,88**	
CV%	3,06		3,7	

CV: Coeficiente de variación

también afirman que los extractos pueden ser una alternativa válida para el control de hongos.

Al 5 d DDI y DDA de los diferentes productos estudiados, la tendencia se mantuvo obteniendo resultados similares a los 3 DDI en donde los tratamientos con fungicidas sintéticos ejercieron mayor halo de inhibición sobre el hongo con respecto a la acción del extracto vegetal de *Thymus vulgaris*. Estos resultados difieren con la investigación realizado por López et al. (2009), quienes afirman la inhibición del 50% del hongo con la utilización de extractos de *Thymus vulgaris*.

Conclusiones

En condiciones *in vitro* el extracto vegetal de *Thymus vulgaris* fue capaces de inhibir el crecimiento micelial de *Fusarium* spp. Con los productos fungicidas aplicados contra *Fusarium* spp. se obtuvieron efecto de control, en condiciones de laboratorio. El Tebuconazole presentó mayor efecto de control del hongo *Fusarium* spp.

Referencias bibliográficas

Alacalá de Marcano D, VN. 2005. Efectos e extractos vegetales y fungicidas sintéticos sobre el crecimiento micelial *in vitro* de *Sclerotium rolfsii* y *Thielaviopsis basicola*. Rev Fac Agron (LUZ) 22:315-323.

Cowan, MM. 1999. Plant products as antimicrobial agents. American society for Microbiology 12:564-565.

Daferera, D; Ziogas, B; Polissiou, M. 2003. The effectiveness of plant essential oils in the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Crop Protection 22(1):39-44.

García, A; Ramírez, A; Franco, L; Lopera, J. 2012. Evaluación de la tolerancia de cepas microbianas (*Thichoderma* orquidea, *Thichoderma higuierilla* y *Fusarium* sp.) respecto al desarrollo de extractos vegetales ruta *Chalepensis* (Ruda), *Thymus Vugaris* (Tomillo) Plantago Major (Llanten) (en línea). Microbiología, s.l. 5 p. Consultado 11 feb. 2017. Disponible en <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Lp-wxuAoj6AJ:s598304c48451c20e.jimcontent.com/download/version/1438394778/module/9064969070/name/trabajo%2520escrito%2520ecologia%2520l.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=py>

López-Báez, O; Ramírez-González, SI; Ramírez-González, M; González-Mejía, O; Espinosa-Zaragoza, S; Villarreal-Fuentes, JM. 2009. Extractos de *Thymus Vulgaris* y *Heliotropium indicum* sobre el crecimiento *in vitro* de *Phytophthora palmivora* en cacao (*Theobroma cacao* L.). Revista que hacer en Chiapas 1(8):44-51.

Antagonist capacity of native paraguayan isolates of *Trichoderma* spp. against *Macrophomina phaseolina* isolated from soybean (*Glycine max*) and sesame (*Sesamum indicum* L.)

Fany Andrea Villalba Silvero¹, María Eugenia Flores-Giubi¹, Javier E. Barúa^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

*Author for correspondence: javierbarua@qui.una.py

Introduction

Macrophomina phaseolina, a global devastating necrotrophic fungal pathogen, infects more than 500 plant hosts (Wyllie 1988). Diseases caused by *M. phaseolina* (e.g., seedling blight, charcoal rot, stem rot, and root rot) are favored with higher temperatures (30-35°C) and low soil moisture (Sandhu et al. 1999).

To confront this problem, chemicals are commonly used, but their repeated and excessive use can generate environmental and health problems for humans and animals (Vinale et al. 2008). The fungus of the genus *Trichoderma* has been used as a biocontrol agent, especially against soil phytopathogenic fungi (Infante et al. 2011).

In this work we evaluate the antagonistic capacity of 25 native Paraguayan isolates of *Trichoderma* spp. against *Macrophomina phaseolina* isolated from soybean and sesame, by means of confrontation and antibiosis assay.

Methodology

Twenty-five isolates of *Trichoderma* from the Department of Phytochemistry of the Facultad de Ciencias Químicas of the Universidad Nacional de Asunción were previously isolated from different agricultural areas of the Eastern Region of Paraguay and kept in 80% glycerol at 4°C. Two isolates of the phytopathogenic fungus *M. phaseolina* were also used, one of them isolated from stubble of a soybean crop (*Glycine max*) from the Department of Itapúa and the other one isolated from sesame seeds (*Sesamum indicum* L.) from the department of San Pedro, Paraguay.

The direct confrontation assay was performed using the dual culture technique in sterile Petri dishes (7 cm in diameter) containing 15 ml of PDA (Papa-Dextrose-Agar, Liofilchem®). The inoculum was obtained from active growth plates of both *Trichoderma* spp. and the phytopathogen *M. phaseolina*, taking 5 mm diameter discs. A mycelial disk of the phytopathogen was placed at the edge of the Petri dish, and at the opposite edge the mycelial disk of *Trichoderma* spp. was placed, keeping separated by a distance of 65 mm. On the other hand, control were placed on separate plates, one with a mycelial disk of each *Trichoderma* spp. isolate and another with a phytopathogen disc. Cultures were kept in the dark at 25-30°C for 4 days, measurements were made of the mycelial growth of the fungal colony every 24 hours. All experiments were performed in triplicate.

To evaluate the antibiosis produced by high and low molecular weight molecules secreted by *Trichoderma* from plates containing *Trichoderma* spp. in active growth, 5 mm diameter mycelial discs were cut and subsequently cultured in the Petri dish center containing PDA culture medium on which a cellophane or dialysis membrane 10 kDa (Sigma-Aldrich D9402-100FT), with a diameter of 7 cm and previously sterilized at 120°C for 15 minutes wrapped in individual filter paper sachets, the pre-sterilization dialysis membranes were washed 3 times with distilled water at 90°C.

This was incubated for 30 hours in the dark and at temperatures ranging from 25 to 30°C. After the isolates of *Trichoderma* spp. reached the total coverage of the membrane, proceeded to remove

it, taking out the mycelium of the fungus and preserving in the agar the molecules secreted by *Trichoderma* spp. Phytopathogenic fungi were cultured on the same plates containing the substances secreted by the antagonist. This assay was performed in triplicate and plaques with culture of the phytopathogens were used in PDA medium using the membranes without prior culture of the *Trichoderma* spp.

The percent growth inhibition (PIC) of *M. phaseolina* for both the Confrontation assay and the Antibiosis assay was determined using the

$$\text{following equation: PIC} = \frac{C-T}{T} \times 100$$

Where, C is the measure of phytopathogen growth in the control plaque, T is the measure of phytopathogen growth on the assay plate

(confrontation or antibiosis).

The software Prisma Graphic was used, using descriptive statistics and analysis of variance was performed through ANOVA and post HocTukey or in case of comparison of means of two groups the Student's t-test was used. A significance of 95% was considered.

Results and discussion

In the confrontation assay all *Trichoderma* isolates shown inhibition on the growth of *M. phaseolina* FCQ26 and FCQ39. For the selection of the best antagonists, inhibition at or above 75% is considered in the plaques in a comparison assay (Bell et al. 1982). *Trichoderma* FCQ36, FCQ37 and FCQ45 isolates were the best antagonists against *M. phaseolina* FCQ26 (Table 1).

Table 1. Percentage of Inhibition of radial growth of *M. phaseolina* FCQ26 affected by *Trichoderma* in the dual culture technique.

<i>Trichoderma</i> spp.	Percent Growth Inhibition		
	48 hs	72 hs	96 hs
FCQ36	25 ± 4	66 ± 2	75 ± 1
FCQ38	29 ± 4	66 ± 3	77 ± 3
FCQ47	27 ± 2	62 ± 2	77 ± 2

In contrast for *M. phaseolina* FCQ39 seven *Trichoderma* isolates were the best antagonists (Table 2).

When comparing the inhibition of radial growth

exerted by the different *Trichoderma* spp. on *M. phaseolina* FCQ26 and FCQ39 at 96 hours incubation, in the confrontation assay, it is observed that in general they have similar antagonistic behavior for both isolates of the

Table 2. Percentage of Inhibition of radial growth of *M. phaseolina* FCQ39 affected by *Trichoderma* in the dual culture technique.

<i>Trichoderma</i> spp.	Percent Growth Inhibition		
	48 hs	72 hs	96 hs
FCQ22	17 ± 2	50 ± 4	74 ± 3
FCQ28	15 ± 5	61 ± 3	76 ± 4
FCQ32	19 ± 3	62 ± 3	77 ± 3
FCQ36	25 ± 5	63 ± 4	75 ± 3
FCQ37	33 ± 2	66 ± 0	78 ± 1
FCQ45	16 ± 0	66 ± 0	80 ± 2
FCQ47	31 ± 7	69 ± 5	81 ± 4

pathogen. However, it can be seen that the *Trichoderma* isolates FCQ14, FCQ28, FCQ30 and FCQ45 exert a greater inhibition on *M.*

phaseolina FCQ39, and these differences are significant (Figure 1).

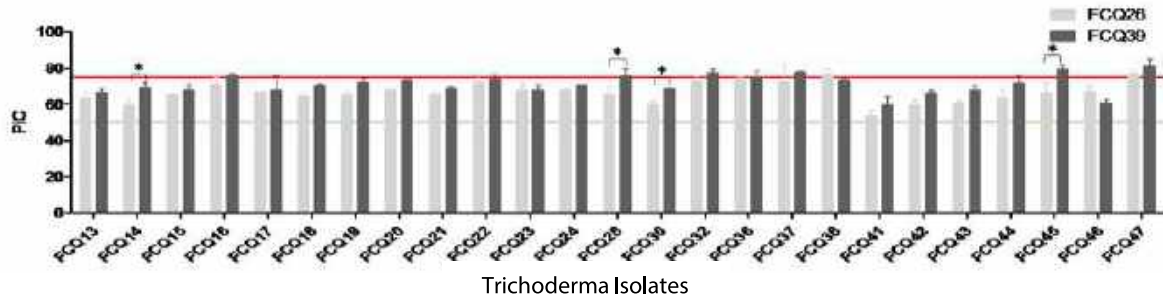


Figure 1. Percentage inhibition of growth of *M. phaseolina* FCQ26 and FCQ39 against different isolates of *Trichoderma* spp.

In the antibiosis assay it was observed that the low molecular weight molecules exert inhibition

on the growth of both phytopathogen isolates (Figure 2).

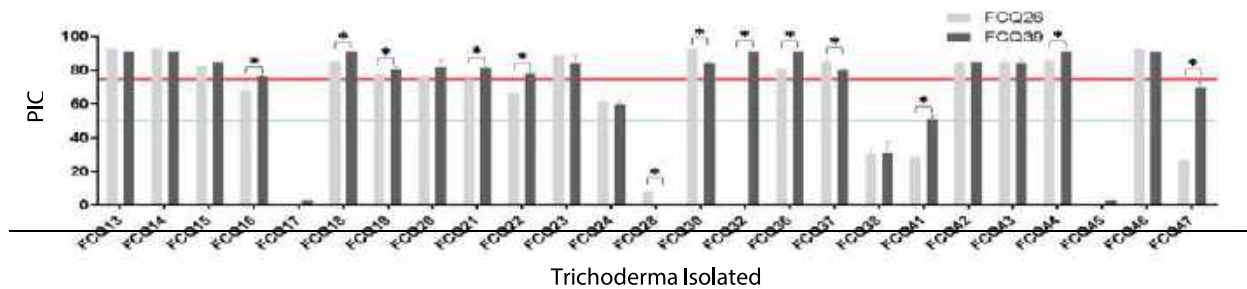


Figure 2. Percentage inhibition of growth of *M. phaseolina* FCQ26 and FCQ39 due to the antibiosis generated by low molecular weight molecules secreted by *Trichoderma* spp.

When the molecules of low molecular weight are in the presence of molecules of high molecular weight, in some cases the antibiosis

is potentiated, in others it remains the same and others it decreases. (Figure 3).

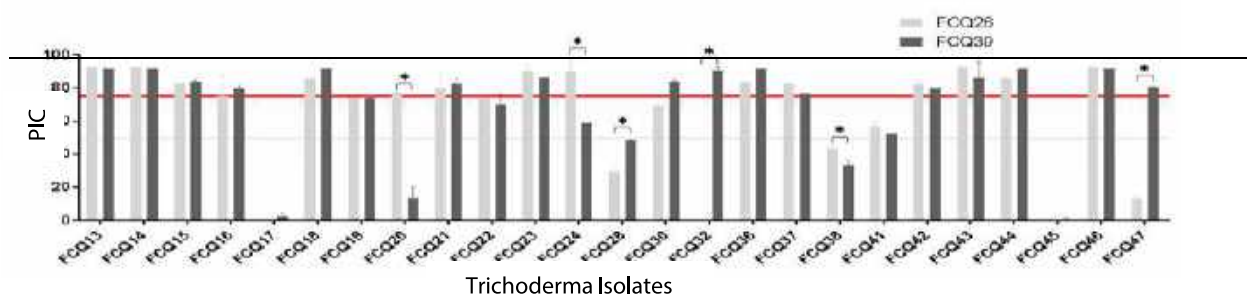


Figure 3. Percentage inhibition of the growth of *M. phaseolina* FCQ26 and FCQ39 due to the antibiosis generated by molecules of high and low molecular weight secreted by the *Trichoderma* spp.

Conclusion

In this study, it was found that the 25 native *Trichoderma* isolates are potential biocontrol agents of the phytopathogen *M. phaseolina* isolated from soy or sesame, among which there are isolates of the antagonist that would be most effective, which can be selected for use.

Bibliographic references

- Bell, DK; Wells, HD; Markham, CR. 1982. In vitro antagonism of *Trichoderma* species six fungal plant pathogens. *Phytopathology* 72:379-382.
- Infante, D; González, N; Reyes, Y; Martínez, B. 2011. Evaluación de la efectividad de doce cepas de *Trichoderma asperellum* sobre tres fitopatógenos en condiciones de campo. *Rev. Protección Vegetal* 26(3):194-97.
- Sandhu, A; Singh, RD; Sandhu, A. 1999. Factors influencing susceptibility of cowpea to *M. phaseolina*. *Journal of Mycology and Plant Pathology* 29:421-424.
- Vinale, F; Sivasithamparam, K; Ghisalberti, EL; Marra, R; Barbetti, MJ; Li, H; Woo, SL; Lorito, M. 2008. "A Novel Role for *Trichoderma* Secondary Metabolites in the Interactions with Plants." *Physiological and Molecular Plant Pathology* 72(1-3): 80-86.
- Wyllie, TD. 1988. Charcoal rot of soybean-current status. *In* Wyllie, TD; Scott, DH (eds.). *Soybean diseases of the North Central region*. St. Paul, American Phytopathological Society. p. 106-113.

Hongos potencialmente toxigénicos presentes en chíá de la Zona Norte de Paraguay

G. Estigarribia^{1,2*}, A. Arrúa³, J. Mendes³, A. Pettengill⁴

¹Instituto Regional de Investigación en Salud, Universidad Nacional de Caaguazú.

²Maestría en Biotecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Itapúa.

³Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas. Universidad Nacional de Asunción.

⁴Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción.

*Autor para correspondencia: lalyestigarr@gmail.com

Introducción

La *Salvia hispánica* L. comúnmente denominada chíá, es una especie anual de la familia Lamiaceae cuya producción, consumo y demanda se ha incrementado fuertemente en los últimos años en el Paraguay, siendo actualmente, el quinto productor mundial de este grano. Si bien, la moderna investigación se basa en su gran aporte de ácidos grasos esenciales estos pequeños granos se consideran excelentes integradores alimentarios, dada su riqueza en componentes nutricionales. Los granos de chíá representan la fuente vegetal con mas alta concentración de omega 3, con 33% de aceite, de la cual el ácido linoleico (omega 3) representa el 62% y el linoleico (omega 6) el 20%. (Díaz 2015).

Las propiedades nutritivas y medicinales, como lo indican numerosos estudios, hacen de este grano, un producto con demanda en aumento. Numerosas especies de hongos, incluyendo a los géneros *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp., colonizan los granos en el campo y pueden continuar su desarrollo bajo las condiciones del almacenamiento. Es importante destacar que algunos de estos hongos tienen la potencialidad de producir micotoxinas, metabolitos secundarios tóxicos para el ser humano y los animales y además alteran las propiedades organolépticas de los granos (Castellari 2015). Se estima que el 25% de los cultivos alimenticios del mundo son afectados por las micotoxinas. Dentro de las mismas pueden estar presentes en granos las aflatoxinas, fumonisinas, tricotecenos, toxinas T2, deoxynivalenol (DON), ochratoxinas, citrinina,

esterigmatocistina, patulina y zearalenona. (Chavarrí 2012).

Las micotoxinas comprenden un conjunto de sustancias químicamente complejas y poco correlacionadas, sintetizadas como metabolitos secundarios por algunos hongos y son responsables de graves problemas en la salud humana y animal, tales como lesiones y síntomas en diversos órganos: fibrosis hepática, cáncer hepático, hemorragia intestinal, afectación del sistema nervioso central, atrofia de la médula ósea, degeneración miocárdica, efecto inmunosupresor sobre el timo, aumento de la fragilidad vascular con hemorragias y efectos nefrotóxicos (Crucita Graü de Marín 2011).

El objetivo de la presente investigación fue describir la microbiota presente en granos de chíá de la zona norte de Paraguay, enfatizando los hongos potencialmente toxigénicos.

Metodología

El experimento fue conducido en el Laboratorio de Biotecnología del Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de Asunción.

Obtención de las muestras: Las muestras de chíá fueron proporcionadas por una empresa procesadora de granos orgánicos de chíá ubicada en la zona norte de Paraguay, durante el periodo de noviembre a diciembre del 2016. Se colectaron 35 muestras de 1 k de chíá procesada provenientes de siete ciudades diferentes, Curuguaty, Chore,

Liberación, Capiibary, Pedro Juan Caballero, San Pedro, Carayaó, 5 muestras de cada ciudad. El tiempo que transcurrió del muestreo al análisis para cuantificar e identificar los hongos no fue mayor a 36 h. La toma de las muestras primarias del producto en sacos se realizó de acuerdo a la metodología recomendada por la norma (Muestras 2017). Las muestras se transportaron bajo estrictas condiciones de asepsia, empleándose bolsas plásticas (capacidad 1 kg) de lámina gruesa y cierre hermético, se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 7% por 5 minutos y enjuagados con agua destilada estéril.

Técnica de siembra de los granos: Diez granos de cada muestra de Chía tomados al azar desde varias profundidades de las bolsas, con pinza plana esterilizada a la llama sucesivamente, se sembraron por quintuplicado directamente sobre la superficie del agar PDA (Papa Dextrosa Agar) en placas de Petri de 9 cm de diámetro de la siguiente forma: Se colocaron 8 granos sobre la superficie del medio, cerca del borde interno de la placa a una distancia de 1 cm aproximadamente entre ellos y los restantes (2) se colocaron en el centro de la placa. Las placas se incubaron a 27°C por 7 días.

Identificación de los hongos: Se efectuó a partir de cultivos puros, utilizándose como medio PDA (Papa Dextrosa Agar). Las placas se incubaron a 27°C por 7 días. Transcurrido el periodo de incubación se examinaron visualmente las colonias desarrolladas tomando en consideración la consistencia de la superficie, el plegamiento,

el borde, coloración en anverso y reverso de las colonias desarrolladas, la presencia de pigmento difusible en el medio de cultivo y la presencia de gotas de exudado. Mediante el examen microscópico directo con lactofenol con azul de algodón se pudo determinar el patrón de crecimiento micelial, número y disposición de micelios, longitud y textura del estipe y las características morfológicas de los elementos de fructificación (Barnett y Hunter 1998). Se calculó la incidencia de hongos presentes como porcentaje de frecuencia.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se observa que en los granos de chía provenientes de Curuguaty se detectó la presencia de 84% de *Aspergillus* sp., seguido de una incidencia de 16% de *Fusarium* sp. del total de los hongos potencialmente toxigénicos presentes. En Chore se observó en mayor incidencia *Aspergillus* sp. 82%, así como en las ciudades de Liberación, Capiibary, San Pedro y Carayaó con un porcentaje de 90%, 63%, 80%, y 66%, respectivamente. La mayor incidencia de hongos potencialmente toxigénicos se obtuvo en muestras colectadas de Liberación y Curuguaty, donde *Aspergillus* sp. representó en el 90% y 84% de los hongos, seguido de *Fusarium* sp. 10% y 16% respectivamente. *Penicillium* sp. presentó mayor incidencia en las muestras proveniente de Capiibary 38%, seguidas por Carayaó y San Pedro, con 34% y 20% respectivamente. En cuanto a *Fusarium* sp, la mayor incidencia se midió en muestras provenientes de Chore 17%,

Tabla 1. Hongos potencialmente toxigénicos presentes en chía según procedencia. n= 100.

Procedencia	<i>Aspergillus</i> sp %	<i>Fusarium</i> sp %	<i>Penicillium</i> sp %	Total
Curuguaty	84	16	0	100
Chore	82	17	0	100
Liberación	90	10	0	100
Capiibary	62	0	38	100
Pedro Juan Caballero	0	0	0	100
San Pedro	80	0	20	100
Carayaó	66	0	34	100

y la menor en Capiibary, Pedro Juan Caballero y San Pedro con el 0 %. No se observaron hongos potencialmente toxigénicos en las muestras provenientes Pedro Juan Caballero.

La preponderancia de los géneros *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. y *Penicillium* sp. concuerda con las características propias del sustrato estudiado con un alto contenido de nutrientes en actividad acuosa. En condiciones de humedad y temperatura adecuadas, el crecimiento de los hongos y la posible producción de metabolitos tóxicos puede tener lugar, incidiendo favorablemente el polvo acumulado diariamente en las áreas de producción u otros sitios de almacenamiento en la acción dispersadora de las esporas, dando lugar a un proceso de contaminación crónico, el cual afecta la calidad de las materias primas y del producto terminado que transitan diariamente por estos focos contaminados, repercutiendo todo ello en la calidad final de los granos destinados al consumo humano (Crucita Graü de Marính 2011). Los hongos contaminantes, especialmente los mohos filamentosos deterioran los alimentos causando alteraciones en los parámetros organolépticos. Su presencia representa una amenaza y un riesgo importante en la seguridad alimentaria. La capacidad de difusión y contaminación fúngica así como los efectos que aunque en mínimas dosis puedan causar las micotoxinas, los hace presentarse como un enemigo silencioso para la salud pública. Este trabajo de investigación es muy relevante e importante, constituye un punto de partida para futuras investigaciones.

Conclusión

La contaminación fungica de muestras de chíá provenientes de la Zona Norte del Paraguay es alta, así como la incidencia de hongos potencialmente toxigénicos. Los hongos potencialmente toxigénicos de los géneros *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. y *Penicillium* sp. se encuentran ampliamente distribuidos en granos de Chíá de las diferentes ciudades de la Zona Norte del Paraguay. Las ciudades más afectadas son Chore y Liberación. Y el hongo que más prevalece es el *Aspergillus* sp.

Referencias bibliográficas

- Castellari, CC. 2015. Factores extrínsecos e intrínsecos asociados a poblaciones fúngicas micotoxigénicas de granos de maíz (*Zea mays* L.) almacenados en silos bolsa en Argentina. *Revista Argentina de Microbiología* 47(4):350-359.
- Crucita Graü de Marính, DM. 2011. Identificación de hongos con potencial micotoxigénico en harinas de pescado destinadas para la elaboración de alimentos concentrados. *Revista Científica-FCV-LUZ* 21(3):256-264.
- Chavarri, MC. 2012. Detección de hongos toxigénicos en harinas de maíz precocidas distribuidas en el estado Aragua, Venezuela. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología* 32:126-130.
- Díaz, LN. 2015). La Chíá (*Salvia hispanica* L.) cultivo y alimento de los aztecas: con nuevo potencial. Tesis. Saltillo, Coahuila, Mexico.
- Muestras, MD. 2017. La comisión Europea (en línea, sitio web). Consultado 14 Feb. 2017. Disponible en https://ec.europa.eu/commission/index_es
- Barnett, HL; Hunter, BB. 1998. *Illustrated genera of imperfect fungi*. California, Pennsylvania, EE.UU, Library of Congress. Catalog Card Number: 98-72362.

Aplicación de herbicidas imidazolinonas en dos estadios fenológicos del cultivo de arroz con tecnología Clearfield

Juan Jesús Daniel Pusineri Villalba^{1*} y Pedro Anibal Vera Ojeda¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: jesuspusineri@hotmail.com

Introducción

El cultivo de arroz irrigado ha tenido un crecimiento sostenido a nivel país en los últimos años, concentrándose la producción en los Departamentos de Misiones e Itapúa, que acumulan un 68,52% de la superficie sembrada. Del volumen total producido, alrededor del 20% se destina al consumo interno y el resto se exporta a diversos mercados, ubicando al país como el 11° exportador mundial de arroz (INBIO 2014).

En la actualidad, una de las alternativas utilizadas para el manejo químico de malezas y principalmente del arroz rojo, constituye la tecnología Clearfield, que consiste en el uso de cultivares de arroz portadores de genes que les confieren tolerancia a los herbicidas del grupo químico de las imidazolinonas.

Esta característica fue obtenida, inicialmente, a través de la mutación inducida y trasferida para cultivares e híbridos comerciales mediante el mejoramiento genético convencional. Las imidazolinonas controlan un amplio espectro de malezas, incluyendo poaceas, ciperáceas y latifoliadas. Su mecanismo de acción se basa en la inhibición de la acetolactato sintetasa (ALS), enzima esencial en el proceso de síntesis de los aminoácidos de cadena ramificada en la planta (valina, leucina e isoleucina) (Kuk et al. 2008).

En el sistema Clearfield, después de la aplicación de imidazolinonas, se observan síntomas de fitotoxicidad en las plantas de arroz, que pueden variar en función al tipo de herbicida y dosis utilizadas (Alves 2011 y Dornelles et al. 2013).

En base a lo mencionado, esta investigación tuvo

por objetivo evaluar el efecto de dosis de los herbicidas Imazapyr + Imazapic, Imazetapyr e Imazapyr aplicados en dos estadios fenológicos del cultivar Puitá INTA CL de arroz.

Metodología

El experimento se desarrolló en una parcela de producción comercial de arroz, en el distrito de 25 de Diciembre, Departamento de San Pedro, Región Oriental del Paraguay, ubicada entre las coordenadas 57° 01' 26,08" O 24° 57' 25,93" S, a una altitud de 106 msnm, en el periodo comprendido entre los meses de diciembre de 2014 y marzo de 2015. Se utilizaron semillas del cultivar de arroz Puitá INTA CL.

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, con arreglo en parcelas subdivididas y estructura anidada de tratamientos (2*3>2), más un testigo sin aplicación de herbicidas. Los factores estudiados estuvieron constituidos por los siguientes: A = Momento de aplicación: estadio de desarrollo V4 y V6 del cultivo, B = Herbicidas imidazolinonas: Imazapyr 52,5% + Imazapic 17,5% WG; Imazetapyr 10% SL e Imazapyr 25% SL, y C = Dosis: 210 y 315 g ha⁻¹; 800 y 1.200 cc ha⁻¹; y, 300 y 450 cc ha⁻¹, respectivamente, totalizando 13 tratamientos con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida de 16 hileras del cultivo de arroz con cinco metros de largo (15 m²).

El marco de plantación utilizado fue de 0,18 m entre hileras y 30 plantas por metro. El área útil estuvo compuesta por las hileras centrales, descartando las laterales y 0,75 metros de los extremos. La instalación del experimento se realizó en una parcela preparada de manera convencional, mediante pasadas de rastra, que permitió dejar el

suelo nivelado en una misma cota, para facilitar el riego por inundación.

La siembra se realizó manualmente, utilizando una densidad de 120 kg ha⁻¹ de semillas, que fueron previamente tratadas con fungicida metil tiofanato metílico 45% + pyraclostrobin 5% e insecticida fipronil 25%. Para cubrir los requerimientos nutricionales del cultivo se realizó una fertilización básica utilizando fertilizante químico de la formulación 15-15-15 (NPK), a razón de 466 kg ha⁻¹, distribuidos al voleo en las parcelas. La aplicación de los herbicidas se efectuó mediante un pulverizador de presión constante a CO₂, con barra de cuatro boquillas tipo abanico 11002, con una presión de 30 PSI, erogando un caudal de 150 L ha⁻¹.

Los herbicidas fueron aplicados en dos etapas, la primera en post emergencia precoz, cuando las plantas se encontraban en el estadio V4 (Formación del collar en la 4^o hoja del tallo principal), y la segunda, en post emergencia tardía con plantas de arroz en el estadio V6 (Formación del collar en la 6^o hoja del tallo principal).

Se aplicaron dos dosis de cada herbicida según los tratamientos propuestos, que consistieron en la utilización de una dosis media y otra dosis superior consistente en 50% más que la dosis media, dentro de las recomendaciones del fabricante.

Diez días después de las aplicaciones, se procedió al levantamiento de las taipas alrededor de la parcela experimental para dar inicio el riego por inundación, por gravedad. La parcela fue inundada y mantenida con una lámina de agua de 10 cm hasta el término del experimento. Las variables evaluadas fueron: fitotoxicidad sobre el cultivo de arroz, mediante el método propuesto por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM 1974), a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación de los tratamientos (DDA), expresando los resultados en porcentaje; además, se determinaron el número de macollos por planta, altura y masa seca de plantas en el estadio fenológico R1, mediante la selección de diez plantas al azar de cada unidad experimental. Para la determinación de la masa seca, las plantas fueron sometidas al secado a una temperatura de 60°C por 72 horas, posteriormente, las plantas fueron pesadas con una balanza de precisión 0,001 g, expresando los datos en g planta⁻¹. Los datos que cumplieron con los supuestos para su validez, fueron sometidos al análisis de varianza ($p \leq 0,05$) y las medias fueron comparadas por la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos respecto al grado de fitotoxicidad sobre el cultivo de arroz, en función al momento de aplicación, herbicidas y dosis, se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Grado de fitotoxicidad observada sobre el cultivo de arroz cultivar Puitá INTA CL, según momento de aplicación, herbicidas y dosis estudiadas.

Factor	Fitotoxicidad sobre el cultivo de arroz		
	7 DDA	14 DDA	21 DDA
Momento de aplicación			
Estadio V4	2,50 DL	15,83 DL	5,83 DL
Estadio V6	2,92 DL	16,88 DL	5,42 DL
Herbicidas			
Imazapyr 52,5% + Imazapic 17,5% WG	0,00 ND	11,56 DL	1,25 DL
Imazetapyr 10% SL	0,63 ND	12,50 DL	3,13 DL
Imazapyr 25% SL	7,50 DL	25,00 DL	12,50 DL
Dosis			
Dosis media	1,25 DL	16,46 DL	3,75 DL
Dosis superior	4,17 DL	16,25 DL	7,50 DL
Testigo sin aplicación	0,00 ND	0,00 ND	0,00 ND

Escala de ALAM (1974). 0% Ningún daño, 1-30% Daño leve, 31-60% Daño moderado, 61-90% Daño severo, 91-100% Muerte total.

De acuerdo a la escala de ALAM (1974), se obtuvieron el mismo grado de fitotoxicidad sobre el cultivo en los estadios V4 y V6, con un nivel que corresponde a Daño Leve, en todas las épocas de evaluación. Respecto a los herbicidas evaluados, a los 7 DDA, con el herbicida Imazapyr 25% SL, se obtuvo una mayor fitotoxicidad, con un nivel que corresponde a Daño Leve, sin embargo, con los demás herbicidas, no se verificaron ningún efecto de toxicidad sobre el cultivo. En las evaluaciones realizadas a los 14 y 21 DDA, con todos los herbicidas estudiados y en todos los momentos de evaluación, se observaron síntomas de fitotoxicidad con un nivel correspondiente a Daño Leve. En relación a las dosis de herbicidas, no se verificaron diferencias en la fitotoxicidad, observándose un nivel de Daño Leve sobre las plantas, que fue superior al testigo absoluto. Dornelles et al. (2010) determinaron que existen variaciones en la susceptibilidad entre los cultivares CL de arroz, respecto a las dosis empleadas de los herbicidas imidazolinonas y demostraron que los cultivares de IRGA 422 CL y Puitá INTA CL son capaces de resistir a dosis superiores

recomendadas de Imazetapyr, a diferencia de otros cultivares. En este experimento se determinó que a los 14 DDA el cultivar Puitá INTA CL, al recibir aplicaciones de imidazolinonas, presentó un nivel de fitotoxicidad que corresponde a Daño Leve, coincidiendo con lo obtenido por Palma et al. (2011), quienes en un experimento similar, determinaron que este cultivar manifiesta 20,9% de fitotoxicidad en plantas al recibir 540 g ha⁻¹ de Imazetapyr + Imazapic.

Mediante el análisis de varianza, se determinó que los momentos de aplicación de los herbicidas no afectaron el crecimiento del cultivo, sin embargo, se encontraron diferencias estadísticas entre los herbicidas y las dosis estudiadas sobre el número de macollos, la altura y la masa seca de plantas (Tabla 2).

Con el herbicida Imazetapyr 10% SL se determinó un número de macollos, altura y masa seca de plantas estadísticamente superior a lo determinado con el Imazapyr 25% SL, pero sin diferir de la media obtenida con el

Tabla 2. Tallos por planta, altura de plantas y masa seca por planta observado en el cultivo de arroz, cultivar Puitá INTA CL, según momento de aplicación, herbicidas y dosis estudiadas.

Factor	Número de macollos	Altura de plantas	Masa seca
	Macollos planta ⁻¹	cm	g planta ⁻¹
Momento de aplicación (MA)			
Estadio V4	3,73 a	79,74 a	9,04 a
Estadio V6	3,79 a	79,98 a	9,34 a
Herbicidas (H)			
Imazapyr 52,5% + Imazapic 17,5%	3,75 ab	80,19 ab	9,36 ab
Imazetapyr 10%	3,98 a	81,39 a	9,66 a
Imazapyr 25%	3,54 b	78,00 b	8,56 b
Dosis (D)			
Dosis media	4,50 a	81,16 a	11,23 a
Dosis superior	4,43 a	82,22 a	10,84 a
Testigo sin aplicación	2,35 b	76,20 b	5,50 b
Fc MA	0,17 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,69 ^{ns}
Fc H	3,31*	5,07*	3,28*
Fc D	101,16*	17,75*	103,54*
Fc M*H	0,48 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,92 ^{ns}
Coefficiente de Variación (%)	15,82	4,68	16,77

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes (tukey $\alpha=0,05$); **DDA:** Días después de la aplicación.

Imazapyr 52,5% + Imazapic 17,5% WG. En este experimento, las dosis recomendada y superior de los herbicidas propiciaron medias de macollos, altura y masa seca de plantas que no difirieron significativamente entre sí (Tabla 2), coincidiendo con los resultados observados por Dornelles et al. (2010), sin embargo, Palma et al. (2011) determinaron que con el incremento del doble de la dosis recomendada del herbicida Imazapyr + Imazapic (540 g ha⁻¹), superior a la utilizada en este experimento, ocasiona una reducción de la altura y biomasa del cultivo en un 32,3 y 31,6%, respectivamente, en relación al testigo sin aplicación.

En este trabajo, las medias de las variables de crecimiento del cultivo obtenidas con el testigo sin aplicación, fueron significativamente inferiores a las demás dosis estudiadas. Este resultado es explicado con los reportes de Silva y Durigan (2006) y Juraimi et al. (2009), donde observaron que los componentes de crecimiento son severamente afectados cuando el cultivo convive permanentemente con la comunidad infestante de malezas.

Conclusión

Los herbicidas Imazapyr 52,5% + Imazapic 17,5% WG, Imazetapyr 10% SL Imazapyr 25% SL, independientemente del momento de aplicación y dosis, ocasionan fitotoxicidad sobre el cultivo que corresponde a “Daño Leve” desde los 14 hasta los 21 DDA. El herbicida Imazapyr 52,5% SL ocasiona reducción del número de macollos por planta, altura y masa seca de plantas, sin diferir del Imazapyr 52,5% + Imazapic 17,5% WG.

Referencias bibliográficas

- ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas). 1974. Resumen del panel de métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas 6-38.
- Alvez, PV. 2011. Sensibilidade da cultivar Puitá INTA CL a diferentes doses da mistura formulada de imazapir + imazapique e imazapyr aplicada em V₃ V₄. Planta Danhina 24(1): 282-284.
- Dornelles, S; Garcia, DC; Loreto, E; Canto, T; Manfron, PA; Sanchotene, D; Oliveira, L. 2010. Susceptibilidade de biotipos de arroz vermelho e de cultivares de arroz irrigado ao herbicida imazethapyr. Planta Danhina 28:1097-1106.
- Dornelles, K; Besognin, C; Hackbart, L; Da Silva, L; Da silva, F; Alegre, L; Bianchi, E, Curti, D. 2013. Efeito de doses dos herbicidas imazapyr + imazapic e imazetapir sobre a cultivar Puíta INTA CL aplicado em estágio V₃ - V₄. Ciência Rural 39(6):160-181.
- INBIO (Instituto de Biotecnología Agrícola). 2014. República del Paraguay: estimación de superficie, rendimiento y producción de cultivos de invierno y otros. Asunción.
- Juraimi, AS; Mohamad, M; Begum, M; Anuar, R; Azmi, M; Puteh, H. 2009. Critical period of weed competition in direct seeded rice under saturated and flooded conditions. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science 32(2):305-316.
- Kuk, Y; Burgos, N; Shivrain, V. 2008. Natural tolerance to imazethapyr in red rice (*Oryza sativa*). Weed Science 56(1):1-11.
- Palma, M. 2011. Sensibilidade da cultivar Puíta INTA CL a diferentes doses de mistura de imazapic e imazapyr aplicada em V₃ - V₄. Da Silva, K; De Oliveira, S; Kurtz, L. Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. (7, 2011, Balneario Camboriú, Brasil). Camboriú, Brasil, 285-888 p.
- Silva, MRM; Durigan, JC. 2006. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas: I - Cultivar IAC 202. Planta Danhina 24(4):685-694.

Efecto de la aplicación de diferentes herbicidas selectivos sobre el control de malezas y el rendimiento de la cebolla *Allium cepa* L.

Edgar Salinas Rojas^{1*} y Hugo Zarza Silva¹

¹Centro de Investigación Hernando Bertoni, Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria. Caacupé, Paraguay.

*Autor para correspondencia: salinas.agro@hotmail.com

Introducción

La cebolla *Allium cepa* L., es una hortaliza de importancia socioeconómica, alimenticia y medicinal a nivel mundial, es la segunda más cultivada después del tomate. A nivel país, en el año agrícola 2012/13 la superficie sembrada fue de 796 ha con una producción de 4.925 t y un rendimiento de 6,18 t ha⁻¹ (MAG 2013).

La producción nacional es muy baja, razón por la cual, se recurre a la importación para cubrir la demanda interna. El control de malezas ha sido uno de los principales problemas en la producción agrícola debido a la pérdida que causa en los cultivos y su alto costo que representa. Por su acción negativa de las malezas se obtiene pérdida de rendimiento de los cultivos pudiendo alcanzar hasta un 85%.

La cebolla presenta muy baja capacidad de competencia con las malezas, debido a su crecimiento lento por lo que no le permite inhibir el crecimiento de las malezas por el sombreado. En horticultura, el control manual constituye uno de los métodos más comunes, pero en la actualidad el escaso y alto costo de la mano de obra, exige buscar métodos que tengan mayor eficiencia en el control de malezas. En el país, investigaciones sobre el efecto de herbicidas en hortalizas son escasas y la obtención de conocimiento o productos que pudieran ser utilizados en el cultivo de cebolla para el control de malezas, permitirá una mayor productividad y calidad de bulbo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de diferentes herbicidas sobre el

control de malezas y el rendimiento de la cebolla *Allium cepa* L.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el predio del Centro de Investigación “Hernando Bertoni” (CIHB) dependiente del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), localizado en el departamento de la Cordillera, Ciudad de Caacupé, de abril a diciembre de 2016. Las semillas de cebolla de la variedad Dourada fueron sembradas en almácigo el 04/04/2016. Los tratamientos consistieron en Linuron SC. 1,2 L ha⁻¹, Pendimetalina EC. 2 L ha⁻¹, Oxifluorfem EC. 1 L ha⁻¹, Ioxinil EC. 1 L ha⁻¹, Oxifluorfen EC 1 + Linuron SC 1,2 L ha⁻¹, más un testigo absoluto (sin control de malezas) y un testigo relativo (control permanente de malezas). El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada de cuatro hileras de largo por 1,2 metros de ancho del cultivo totalizando 40 plantas por cada unidad experimental y un total de 1.120 plantas del experimento y el área útil estuvo constituida por las dos hileras centrales descartando los laterales y también 0,5 m en los extremos para evitar efecto de borde. La preparación de suelo consistió de arada seguido de una rastreada y el trasplante se realizó a los 40 días, cuando las mudas presentaron en general cuatro hojas verdaderas, utilizando un distanciamiento de 30 x 15 cm, entre hileras y plantas, respectivamente. El sistema de riego utilizado en la parcela fue por microaspersión. El herbicida Linuron (herbicida pre-emergente) se aplicó en el suelo tres días antes del trasplante

(ADT), al lugar definitivo; Pendimetalina (post-plantío) fue aplicado tres días después del trasplante (DDT) sobre las melgas y los herbicidas en post-emergencia (Oxifluorfen, Ioxinil y Oxifluorfen + Linuron) fueron aplicados cuando las malezas presentaron y cuatro hojas verdaderas. La aplicación de herbicidas para pre y pos emergencia se realizó mediante un pulverizador costal de 20 L, con pico de tipo abanico plano con presión constante. Se evaluó el efecto de herbicida sobre la biomasa total de malezas. La extracción de muestras se realizó tomando las malezas con las raíces encontradas en la superficie de cada unidad experimental

utilizando un marco metálico de 0,5 x 0,5 m, con un área de 0,25 m². Las muestras fueron pesadas luego de la cosecha para determinar la masa húmeda total por área, luego sometidas a un secado en estufa eléctrica a 65°C por 72 h, para luego obtener la masa seca total por área. Para determinar el rendimiento de bulbos, se cosecharon todas las plantas del área útil de cada unidad experimental, que fueron pesadas en una balanza de precisión para obtener el peso en tn/ha. También se evaluó el porcentaje de control de las malezas en función a los síntomas sobre las malezas para cada uno de los tratamientos según la escala de ALAM (1974).

Tabla 1. Escala de porcentaje de control de malezas (ALAM 1974). IPTA, 2016.

Porcentaje de control (%)	Nivel de Control
0-40	Ninguno a pobre
41-60	Regular
61-70	Suficiente
71-80	Bueno
81-90	Muy bueno
91-100	Excelente

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y comparación de las medias por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en la producción de la biomasa verde en la Tabla 2, muestra que el

herbicida oxifluorfem fue menor que el testigo absoluto (sin aplicación de herbicida) habiendo una diferencia altamente significativa y los demás tratamientos presentaron un comportamiento de biomasa verde muy parecidos. En lo que refiere a la biomasa seca el oxifluorfem aplicado en posemergencia es el más efectivo para el control de malezas al disminuir significativamente la

Tabla 2. Efectos de los diferentes herbicidas selectivos sobre la producción de biomasa húmeda y seca de malezas y el rendimiento. IPTA, 2016.

Tratamiento	Biomasa húmeda g m ⁻²	Biomasa seca g m ⁻²	Rendimiento de bulbos (t ha ⁻¹)
Linuron	140,7 c*	58,7 c	31 ab
Pendimetalina	60 b	31,5 b	43,7 ab
Oxifluorfem	12,5 a	1,5 a	56 a
Ioxinil	67,5 b	39 bc	37,5 ab
Oxifluorfem + Linuron	59 b	25,5 b	40,2 ab
Testigo sin aplicación	239 d	84,7 d	25,7 b
Carpida manual	-----	-----	55,7 a
Coefficiente de variación (%)	23,7	24,9	28,6

*Medias seguidas por la misma letra minúscula en la columna no difieren estadísticamente por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

producción de biomasa seca con respecto al testigo absoluto (sin aplicación de herbicidas). En la Tabla 2, se observa que con la carpida manual y con la aplicación de oxifluorfem se determinaron las mayores medias para rendimiento de bulbos, siendo superior al testigo absoluto, pero sin diferir de los demás tratamientos. Rivera et al. (2012) relatan que los herbicidas de posemergencia han dado resultados favorables en relación al

rendimiento de cebolla y el control de las malas hierbas.

En relación al porcentaje de control de las malezas se obtuvo en la Tabla 3 que el oxifluorfem aplicado en posemergencia presentó un 95% de control de malezas, refiriéndose a un nivel excelente para el control de malezas según la escala de ALAM (1974).

Tabla 3. Porcentaje y niveles de control de los diferentes tratamientos según la escala de ALAM (1974). IPTA, 2016.

Tratamiento	Porcentaje de control	Nivel de Control
Linuron SC	41	Regular
Pendimetalina EC	78	Bueno
Oxifluorfem EC	95	Excelente
Ioxinil EC	74	Bueno
Oxifluorfem EC + Linuron SC	87	Muy bueno
Testigo sin aplicación	37	Ninguno
Carpida Manual	100	Excelente

Conclusión

El herbicida oxifluorfem (95%) aplicado en posemergencia es eficiente en el control de malezas en el cultivo de cebolla.

El oxifluorfem reduce en 12,5 g m⁻² la producción de la biomasa verde, con relación a los otros herbicidas estudiados.

El herbicida oxifluorfem es el más eficiente para reducir la producción de biomasa seca de las malezas.

El cultivo presenta altos rendimiento de 55 a 56 t ha⁻¹ con los tratamientos testigo relativo (control permanente de malezas) y el herbicida oxifluorfem.

Referencias bibliográficas

ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas). 1974. Resumen del panel de métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas 6–38.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Py) 2013. Producción agropecuaria 2012/2013 (en línea). Asunción, PY. Consultado 20 dic. 2016. Disponible en [http:// www.mag.gov.py/censo/sintesis %2013 - 1.pdf](http://www.mag.gov.py/censo/sintesis %2013 - 1.pdf)

Rivera Martínez, A; Salleres Neira, B; Taboada Arias, A; Rivero, C. 2012. Comportamiento de distintos tratamientos herbicidas en cebolla de siembra directa (en línea). Centro de Investigación Agraria de Mabegondo. Consultado 3 ene. 2017. chi.es/.../comportamiento-de-distintos-tratamientos-herbicidas-en-cebolla.

Modelos matemáticos para la estimación del área foliar de *Typchá liberal* *Chromolaena ivifolia*

Silvana Mabel Peralta Bogarin^{1*} y Humberto Jorge Sarubbi Orué²

¹ Secretaría Técnica de Planificación. Asunción, Paraguay.

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: silvana.peraltab@gmail.com

Introducción

El *Typchá liberal*, *Chromolaena ivifolia* es una maleza que se encuentra comúnmente distribuida en toda la Región Oriental del país, mayormente en pastizales y bordes de camino, (Zuloaga et al. 2008). Las especies pertenecientes a éste género, se caracterizan por causar grandes infestaciones en parcelas de pasturas, llegando rápidamente a dominar el área por completo, lo cual reduce la capacidad de carga de la pastura y por ende, su productividad. Además es considerada un indicador de suelos ácidos y de baja fertilidad, dada su preferencia por estos (Lorenzi et al. 2006).

Según Cabezas-Gutiérrez et al. 2009, la determinación del área foliar es un paso previo fundamental para la realización de otros estudios de importancia como el cálculo del Índice de área foliar, análisis de crecimiento y predicción de pérdida de rendimiento en base al área foliar. Sin embargo, ha sido poco estudiada porque su determinación exige equipamientos sofisticados o técnicas destructivas. Por ello, últimamente ha ido ganando terreno su estimación a través de modelos matemáticos con mediciones directas en las hojas, ya que es bastante preciso, económico y no destructivo.

El objetivo del trabajo fue establecer una ecuación para estimar el área foliar de *Chromolaena ivifolia* a través de mediciones lineales de la hoja (largo, ancho y el producto de largo por el ancho).

Metodología

La investigación se desarrolló en el Laboratorio del área de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, durante los meses de febrero a septiembre de 2015. El material de estudio estuvo constituido por hojas de la especie de maleza: *Chromolaena ivifolia*.

Se colectaron 100 hojas de cada especie, sin defectos ni deformaciones. Se extrajeron hojas del estrato superior, medio y basal de las plantas, en igual proporción, colectadas en diferentes estados fenológicos según la metodología propuesta por Bianco et al. (2007), de infestaciones naturales en el Departamento Central (Distrito de San Lorenzo, georreferencias según el datum WGS84: 25°20'08,6"S 57°30'53,2"W, 25°21'33,6"S 57°33'31,1"W, 25°20'06,7"S 57°31'23,9"W, 25°21'46,1"S 57°33'16,2"W).

Después de ser colectadas, las hojas fueron llevadas al laboratorio para realizar la medición de variables. Para determinar el área foliar (AF) de cada hoja, se utilizó el Medidor de área foliar AAC-100. A continuación, se realizó la medición de la longitud a lo largo de la nervadura principal (L) y el ancho máximo (A) de cada hoja, perpendicular al largo, con una regla milimetrada, una vez obtenidos estos datos se efectuó el producto del largo por el ancho (LxA) para cada hoja. Con estos datos de largo, ancho y el producto del largo por el ancho se realizó el análisis de regresión, respecto al área de la hoja obtenida con el Medidor de Área Foliar AAC 100, con el programa Excel de Microsoft Office 2007® e Infostat.

Para el análisis de regresión, se utilizaron los modelos siguientes: ecuación lineal: $y = a + b \cdot x$; potencial $y = a \cdot x^b$ y exponencial $y = a \cdot b^x$ (Carvalho y Christofolletti 2007). En donde: y es el área de la hoja, a el punto donde la recta corta el eje vertical en tanto que b es la pendiente de la recta, mientras que x corresponde a las variables independientes (L, A, LxA).

Se seleccionaron los modelos que presenten los mayores coeficientes de determinación (R^2) y los menores cuadrados medios del error (CME). Finalmente, se realizó la prueba T de Student para medir el grado de significancia del modelo, con una probabilidad de error del 5%.

Resultados y discusión

Los resultados de los análisis de regresión efectuados, relacionando el área foliar en función de las medidas lineales del largo, ancho y el producto del largo por el ancho de la hoja, se presentan en la Tabla 1. Todas las ecuaciones obtenidas lograron estimaciones satisfactorias del área foliar, con coeficiente de determinación encima de 0,80, es decir, más del 80% de las variaciones observadas fueron explicadas por las ecuaciones.

De acuerdo a la Tabla 1, las ecuaciones que presentaron mayor ajuste acorde a los parámetros

Tabla 1. Ecuaciones estimadas, Coeficientes de determinación R^2 , Cuadrado Medio del Error CME y significancia de la regresión del área foliar en función de las medidas lineales del limbo de *Chromolaena ivifolia*. FCA-UNA, San Lorenzo, Paraguay. 2015.

Atributo (x)	Forma	R^2	CME	Estadis.T	p-valor	*Ecuación
Ancho	Lineal	0,96	0,19	44,76	<0,0001	* $y = 3,873x - 0,176$
Largo	Lineal	0,95	0,24	34,84	<0,0001	* $y = 1,400x - 0,706$
LargoxAncho	Lineal	0,97	0,17	55,57	<0,0001	* $y = 0,516x + 1,669$
Ancho	Potencial	0,92	0,18	40,84	<0,0001	* $y = 3,648x^{1,025}$
Largo	Potencial	0,90	0,20	42,84	<0,0001	* $y = 0,990x^{1,125}$
LargoxAncho	Potencial	0,94	0,12	62,69	<0,0001	* $y = 1,924x^{0,553}$
Ancho	Exponencial	0,91	0,32	32,27	<0,0001	* $y = 1,269e^{0,918x}$
Largo	Exponencial	0,92	0,21	29,94	<0,0001	* $y = 1,106e^{0,335x}$
LargoxAncho	Exponencial	0,85	1,53	29,60	<0,0001	* $y = 2,001e^{0,118x}$

*Significativo con una probabilidad de error $\alpha = 0,05$ al comparar los valores de T con la tabla de Student (GL n-2)

de R^2 (coeficiente de determinación) y CME (Cuadrado Medio del Error), fueron aquellas de tipo lineal, conforme a los resultados obtenidos, la mejor ecuación fue $y = 0,516x + 1,669$ que estimó el área foliar en función del producto del largo por el ancho de la hoja.

Todas las ecuaciones obtenidas presentan correlación significativa según los resultados del Test de Student ($\alpha = 5\%$), lo que determina que las variables X e Y están relacionadas y no tan solo presentan dicha relación como consecuencia del azar. Los resultados se compararon con el trabajo realizado por Peressin et al. (1984) para *Cassia*

tora, donde la ecuación establecida también fue la de tipo lineal, en función de la multiplicación del largo por el ancho de la hoja. Al realizarse este producto, se obtiene una medida más representativa de la hoja ya que al considerar dos dimensiones de la hoja se simula con mayor precisión la forma de la hoja.

Como se puede apreciar en la Figura 1 los puntos se distribuyen uniformemente y próximos a la recta de regresión, lo cual indica que la ecuación describe satisfactoriamente el comportamiento de la nube de puntos, y por ende sirve para estimar confiablemente el área foliar.

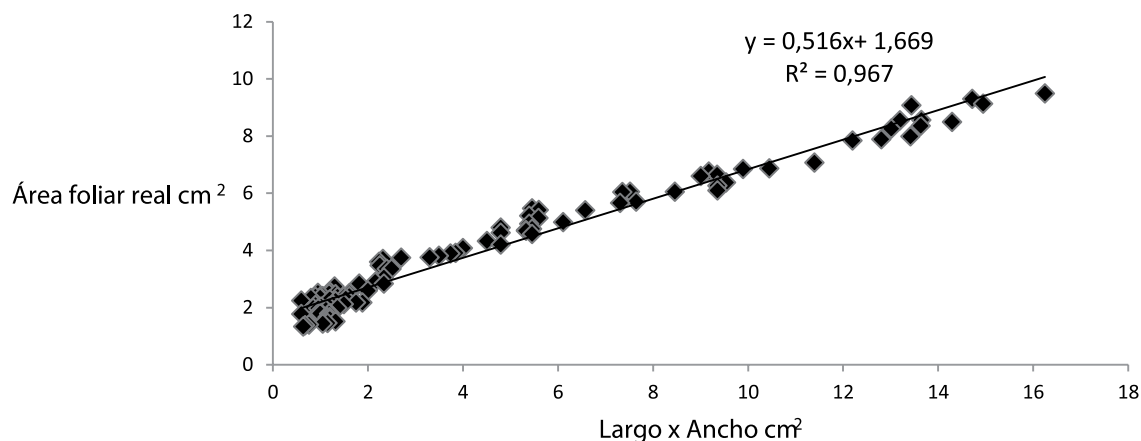


Figura 1. Representación gráfica del área foliar de *Chromolaena ivifolia* y de la ecuación de regresión indicada para la estimación de su área foliar en función del producto del largo por el ancho. FCA-UNA, San Lorenzo, Paraguay. 2015.

Conclusión

Los resultados del presente trabajo permiten concluir que todas las ecuaciones obtenidas pueden ser utilizadas para estimar el área foliar de *Chromolaena ivifolia*. El método de mediciones lineales para el cálculo del área foliar puede ser aplicable a campo ya que su error relativo medio (CME) es bajo y el análisis de regresión presenta una alta correlación para todos los casos.

Las estimaciones más precisas son obtenidas utilizando la ecuación $y = 0,516x + 1,669$ que involucra el producto del largo por el ancho.

Referencias bibliográficas

- Bianco, S; Bianco, MS; Pavani, MD; Duarte, DJ. 2007. Estimativa da área foliar de plantas daninhas: *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea nil* Roth usando dimensões lineares do limbo foliar. *Planta Daninha* 25(2):325-329.
- Cabezas-Gutiérrez, M; Peña, F; Duarte, HW1; Colorado, JF; Silva, R.2009. Un modelo para la estimación de área foliar en tres especies forestales de forma no destructiva. *Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica* 12(1):121-130.
- Carvalho, S; Christoffoleti, P. 2007. Estimativa da área foliar de cinco espécies do gênero *Amaranthus* usando dimensões lineares do limbo foliar. *Planta Daninha* 25(2):317-324.
- Lorenzi, H. 2006. *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais*. 7 ed. São Paulo, BR, Instituto Plantarum. 425 p.
- Peressin, V; Pitelli, R, Peressin D. 1987. Métodos para estimativa da área foliar de plantas daninhas *Cassia tora*. *Planta Daninha* 7(2):48-52.
- Zuloaga, F; Morrone, O; Belgrano, M. 2008. *Catálogo de plantas vasculares del Conosur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)*. Missouri, US, Missouri Botanical Garden Press. v. II, 3348 p.

Evaluación de coberturas orgánicas y plásticas en el manejo de *Cyperus esculentus* L. en el cultivo de tomate industrial

Pedro Anibal Vera Ojeda^{1*} y Juan José Bonnin Acosta¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: pvera@agr.una.py

Introducción

El tomate es un cultivo que se caracteriza por requerir una alta cantidad de mano de obra e insumos agrícolas, que demandan una gran inversión de capital. Esta mayor necesidad de inversión aumenta la importancia de mantener el cultivo libre de interferencias de malezas, de manera que no causen perjuicios significativos sobre la productividad.

El control de malezas representa uno de los principales componentes del costo de producción y su realización es indispensable para que el cultivo pueda expresar su potencial productivo, además de garantizar la obtención de frutos de calidad (Cavaliere 2012).

La magnitud de reducción de la productividad debido a las interferencias ocasionadas por las malezas depende, entre otros factores, de las especies infestantes en el área y del periodo de convivencia con el cultivo. Una de las principales malezas que afecta la productividad del cultivo de tomate constituye el *Cyperus esculentus* L.

Esta especie, además de la reproducción sexual, presenta múltiples mecanismos de propagación asexual, que constituyen un bulbo basal, rizomas y tubérculos (Lorenzi 2006), que le convierte en una de las malezas más agresivas y persistentes, que de acuerdo a los relatos de Cavaliere (2012), con una infestación de 50 plantas por metro cuadrado puede generar hasta un 81% de pérdida en el rendimiento de frutos.

En los últimos tiempos, un gran número de productores han demostrado interés por el uso de coberturas, cubiertas o mulching para el manejo

de las malezas, que por otro lado, su uso conlleva una serie de ventajas técnico-ambientales como el mejor aprovechamiento del agua, nutrientes y evitan la aparición temprana de enfermedades (Miles et al. 2003).

En base a lo mencionado, este trabajo tuvo por objetivo evaluar el efecto del uso de coberturas orgánicas y plásticas sobre la densidad del *C. esculentus* y el cultivo de tomate tipo industrial.

Metodología

El trabajo se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Asunción, ubicado en la Ciudad de San Lorenzo, Central, entre las coordenadas geográficas LS 25° 20' y LO 57° 31' a una altitud de 130 msnm, entre los meses de marzo y agosto de 2014. El material genético utilizado fue la variedad Santa Adelia, de tipo industrial, que presenta frutos con las siguientes características químicas: pH=4,87; ° Brix = 3,81; acidez titulable = 0,34% e índice de flavor=10,94 (Vera y Enciso 2009). En base al análisis de suelo realizado, la parcela experimental presenta una textura franco arenosa, pH = 6,82; MO = 0,78%; P=1,22 ppm; K=0,12 cmolc kg⁻¹; Ca = 1,20 cmolc kg⁻¹; Mg = 0,56 cmolc kg⁻¹ y Na = 0,00 cmolc kg⁻¹.

Para la instalación del experimento se seleccionó una parcela con alta infestación del *C. esculentus*. Los tratamientos estuvieron constituidos por coberturas plásticas y orgánicas de suelo que se detallan a continuación: T1 = Cobertura plástica blanca de 20 µ con protector UV, T2 = Cobertura plástica negra de 20 µ con protector UV, T3 = Cascarrilla de arroz (0,05m³ m⁻²), T4 = Viruta de



madera ($0,05 \text{ m}^3\text{m}^{-2}$), T5 = Testigo relativo (sin cobertura y con control permanente de malezas) y T6= Testigo absoluto (sin cobertura de suelo y sin control de malezas).

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo constituida de tres hileras del cultivo de 12 plantas, con un total de 36 plantas. El área útil estuvo constituida por la hilera central, descartando las laterales y una planta en los extremos. Las mudas fueron preparadas bajo invernadero, en contenedores cargados de sustrato comercial elaborado de material orgánico de origen vegetal y vermiculita expandida, previamente desinfectada. Durante la producción de mudas, se aplicaron insecticidas piretroides y fungicidas de contacto (mancozeb y oxiclورو de cobre) de forma preventiva y el riego fue efectuado a través de microaspersores de forma diaria para mantener el sustrato en su capacidad de campo. El suelo fue preparado una semana antes de la plantación, de forma convencional, mediante una arada y posterior rastreada. La nivelación del suelo y el levantamiento de tabloncillos se llevaron a cabo mediante un microtractor. Las coberturas fueron colocadas inmediatamente después del levantamiento de los tabloncillos antes de la plantación.

La plantación fue llevada a cabo cuando las mudas presentaron cuatro hojas verdaderas, utilizando un distanciamiento de $1 \times 0,3 \text{ m}$, entre hileras y plantas, respectivamente, equivalente a densidad de $33.333 \text{ plantas ha}^{-1}$. El riego fue realizado mediante cintas de goteo de 200 micrones con goteros cada 20 cm, colocando una cinta por cada hilera de cultivo. La fertilización fue efectuada mediante fertirriego, a través de un equipo inyector tipo ventury de media pulgada. Los nutrientes inyectados fueron: Urea ($45:00:00$) $1 \text{ gramo/planta/semana (g/p/s)}$ (total 16 g planta^{-1}); fosfato monoamónico (Map) (1g/p/s) (total 16 g planta^{-1}); nitrato de potasio (KNO_3) (en etapa de crecimiento 1 g/p/s y en fructificación-llenado de frutos 5 g/p/s) (total 48 g planta^{-1}); sulfato de magnesio (1 g/p/s) (total

16 g planta^{-1}); y (nitrato de calcio (CaNO_3)) (en etapa de crecimiento 1 g/p/s y en fructificación-llenado de frutos 5 g/p/s (total 48 g/planta). Fueron suministrados adicionalmente calcio y boro vía foliar, desde el inicio de la floración, cada diez días, en cuatro oportunidades. Fueron evaluadas las siguientes variables: densidad de *C. esculentus* m^{-2} , determinada mediante dos muestreos aleatorios con un cuadro de $0,5 \times 0,5$ ($0,25 \text{ m}^2$) en el área útil de cada unidad experimental, a los 20, 30, 40, 50, 60, 70 y 80 días después de la plantación (DDP); altura de plantas, determinada en el momento de la primera cosecha con una cinta métrica y los resultados expresados en centímetros; número de frutos por área, mediante el conteo de todos los frutos cosechados del área útil expresados en número de frutos m^{-2} ; rendimiento de frutos por área, mediante la cosecha de todos los frutos del área útil, que posteriormente fueron sometidos al pesaje mediante una balanza de precisión ($0,01 \text{ g}$) y los resultados extrapolados a t ha^{-1} . Las medias obtenidas fueron sometidas al análisis de variancia y comparación de medias por Duncan al 5% de error experimental.

Resultados y discusión

El análisis de variancia aplicado a las medias de la variable densidad de *C. esculentus*, detectó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las coberturas de suelo, en todos los momentos de evaluación (Tabla 1).

Al comparar las medias por la prueba de Duncan, a los 20 DDP, se determinó que la cobertura plástica blanca y negra, arrojaron las densidades más bajas de *C. esculentus*, con 8,7 y 22,5 plantas.m^{-2} , respectivamente, siendo significativamente diferentes a las medias obtenidas con las demás coberturas. Se verificó además, que con la cascarilla de arroz y viruta de madera se obtuvieron densidades estadísticamente inferiores a las determinadas con el testigo absoluto (Tabla 1).

A los 30 DDP, con los tratamientos constituidos por la cobertura plástica blanca y negra se verificaron una menor densidad de *C. esculentus*

Tabla 1. Número de plantas de *C. esculentus* por metro cuadrado, a los 20, 30, 40, 50, 60, 70 y 80 días después de la plantación (DDP). San Lorenzo, Py. 2014.

Tratamientos	<i>C. esculentus</i> (plantas m ⁻²)						
	20	30	40	50	60	70	80
Días después de la plantación (DDP)							
C. plástica blanca	8,7 c	16,2 d	21,7 d	18,7 c	20,0 c	25,7 c	22,2 b
C. plástica negra	22,5 c	30,0 d	26,5 d	21,5 c	30,7 c	30,2 c	26,7 b
Ca. de arroz	76,0 b	90,2 c	108,7 c	113,7 b	153,2 b	165,5 b	181,2 a
Viruta de madera	83,2 b	161,2 b	196,5 b	166,0 b	212,0 b	174,0 b	197,7 a
Testigo absoluto	137,7 a	276,0 a	323,5 a	308,7 a	369,7 a	324,0 a	257,2 a
Testigo relativo	0	0	0	0	0	0	0
Fc	48,12*	66,23*	33,28*	35,55*	46,70*	17,13*	17,56*
CV (%)	27,88	13,17	19,29	19,06	16,31	24,53	23,90

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$). C. = cobertura; Ca. = cascarilla Fc = Fisher calculada. CV = coeficiente de variación. * Significativo Fisher ($p < 0,05$).

al comparar con los demás tratamientos. A los 40 DDP, las coberturas plásticas (blanca y negra) fueron las que proporcionaron los mejores resultados en el control de la maleza en estudio, sin diferir estadísticamente entre sí. Las coberturas orgánicas estudiadas, con la cantidad aplicada en las parcelas, lograron reducir significativamente la densidad de *C. esculentus*, en relación al testigo absoluto, sin embargo, presentaron una menor eficiencia en relación a las coberturas plásticas. En todas las evaluaciones efectuadas, se verificaron que las coberturas plásticas fueron las que presentaron los mejores resultados en el manejo de la maleza en estudio, sin diferir estadísticamente entre sí, pero superando en eficiencia a las demás coberturas evaluadas. Se determinó que las coberturas orgánicas (cascarilla de arroz y viruta de madera), fueron superiores al testigo absoluto en el control de esta maleza, desde la primera evaluación hasta los 70 DDP, sin embargo, a los 80 DDP, se encontró que la densidad de *C. esculentus* en los tratamientos con coberturas orgánicas, no fueron diferentes estadísticamente del testigo absoluto (Tabla 1).

En un trabajo similar, Taiariol et al. (2014) y Quirós (2005) encontraron que las coberturas plásticas son eficientes en el control de malezas, principalmente las latifoliadas, concordando con los resultados obtenidos por Talavera y Padilla (2000), sin embargo, indicaron que el *C.*

esculentus es la única especie que logra emerger a través de estas, pero en una menor densidad, en relación a las coberturas de origen orgánico, coincidiendo con los resultados obtenidos en este trabajo. Anzalone et al. (2011) determinaron que las coberturas orgánicas son capaces de reducir la densidad de malezas en relación al testigo absoluto, coincidiendo con los resultados obtenidos en esta investigación, sin embargo, en este experimento, las coberturas orgánicas permitieron la emergencia del *C. esculentus* y otras especies de malezas, con densidades que podrían comprometer la productividad del cultivo.

La eficiencia de las coberturas orgánicas en el control de malezas, pueden relacionarse con el tipo y la cantidad de cobertura utilizada, debiendo realizarse más estudios, con la finalidad de determinar el volumen a ser utilizado para cada uno de los tipos de coberturas orgánicas disponibles y compatibles con el cultivo, en función a la comunidad infestante de malezas, para mantener la densidad de la mismas por debajo del nivel donde puedan ocasionar daños al cultivo. El análisis de varianza aplicado a las medias de altura de plantas, número y rendimiento de frutos, detectó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las coberturas evaluadas. Mediante la comparación de medias se pudo determinar que la mayor altura de plantas se encontró con el tratamiento constituido por la cobertura plástica

negra, sin diferir significativamente de la media obtenida con la cobertura blanca y el testigo relativo (Tabla 2).

El mayor número de frutos, se verificó con la cobertura plástica blanca, no difiriendo significativamente de la negra, la cascarilla de

arroz y del testigo relativo, pero superior a los demás tratamientos. En relación al rendimiento total del cultivo, se pudo constatar que la cobertura plástica negra, arrojó la mayor media, sin diferir estadísticamente de la cobertura blanca y la cascarilla de arroz, siendo superior a los demás tratamientos (Tabla 2).

Tabla 2. Altura de plantas, número de frutos y rendimiento de frutos del tomate rastrero, en función a diferentes tipos coberturas de suelo. San Lorenzo, PY. 2014.

Tratamientos	Altura de plantas	Número de frutos	Rendimiento de frutos
	cm	Frutos m ⁻²	(t ha ⁻¹)
C. plástica blanca	69,65 ab	122,50 a	28,63 ab
C. plástica negra	74,05 a	125,83 a	36,42 a
Ca. de arroz	57,75 bc	97,50 ab	25,48 ab
Viruta de madera	50,55 c	27,50 c	7,30 c
Testigo absoluto	54,10 c	50,83 bc	10,82 c
Testigo relativo	61,05 abc	71,67 b	18,65 bc
Fc	4,36*	8,22*	7,53*
CV (%)	7,12	18,27	20,75

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p-valor ≤ 0,05) C. = cobertura Ca. = cascarilla Fc = Fisher calculada. CV= coeficiente de variación. * significativo Fisher (p≤0,05).

Taiariol (2014), Anzalone et al. (2011), Najul y Anzalone (2006) han demostrado, que el uso de coberturas y principalmente las plásticas, han incrementado los rendimientos de los cultivos. El aumento de la productividad puede deberse principalmente a que las coberturas plásticas y orgánicas aplicadas en cantidades correctas, pueden reducir la interferencia causada por malezas, optimizándose de esa manera el aprovechamiento de los recursos de producción como el agua y los nutrientes.

Además, el uso de coberturas presentan otras ventajas como la maximización de la utilización del agua, optimización de la fertirrigación, menor contacto de la planta con el suelo, que implica menor incidencia de enfermedades, además, presenta una influencia directa sobre el ahorro en la mano de obra, principalmente en el control de malezas.

Conclusiones

La menor densidad de *Cyperus esculentus* se determina con la utilización de coberturas

plásticas. Las mayores medias para número y rendimiento de frutos del tomate rastrero fueron determinadas con la cobertura plástica negra, sin diferir de la plástica blanca y la cascarilla de arroz.

Referencias bibliográficas

- Anzalone, A; Ramirez-Guerrero, H; Lugo J, Cirujeda, A; Zaragoza C; Aibar, J. 2011. Evaluación de cubiertas de suelo para el control de malezas en la producción integrada de tomate. Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia 28:71-90.
- Cavaliere, SD. 2012. Produção de tomate para processamento industrial: manejo de plantas Daninhas. Brasília, BR, Embrapa. p.157-172.
- Lorenzi, H. 2006. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio directo e convencional. 6 ed. São Paulo, BR, Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA. 339 p.
- Miles, CL; Garth, M; Sonde, M; Nicholson. 2003. Searching for alternatives to plastic mulch. Washington, Washington State University.

- Najul, C; Anzalone, A. 2006. Control de malezas con cobertura vegetal en el cultivo de la caraota negra (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bioagro* 18(2):75-82.
- Quirós, JD. 2005. Evaluación del plástico como cobertura del suelo en el cultivo de piña orgánica (*Ananas comosus*). Tesis de grado Ingeniero Agrónomo. Costa Rica, Universidad EARTH. 39 p.
- Taiariol, DR; Molas, M; Leiva, N; Lezcano, J. 2014. Efecto del fertirriego y cobertura plástica (Mulching plástico) en *Stevia rebaudiana*. Bella Vista Corrientes, AR, Estación Experimental Agropecuaria Bella Vista Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (Hoja de divulgación N° 40).
- Talavera, M; Padilla, J. 2000. Evaluación de coberturas orgánicas y plásticas para el combate de malezas en tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller). *Agronomía Mesoamericana* 11(2):101-107.
- Vera, PA; Enciso, CR. 2008. Calidad fisicoquímica de frutos de cinco genotipos de tomate industrial. *Investigación Agraria* 11(2):41-44.

Periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de maíz dulce (*Zea mays* var. *saccharata*)

Luís Manuel Dominguez Topacio¹ y Pedro Anibal Vera Ojeda^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: pvera@agr.una.py

Introducción

El término interferencia se refiere al conjunto de todos los efectos perjudiciales de una planta sobre otra, englobando los efectos alelopáticos y competitivos. El grado de interferencia no es el mismo durante todo el ciclo del cultivo y varía en función al manejo del cultivo, las características de la comunidad infestante de malezas y factores ambientales (Pitelli y Durigan 2013). Los estudios relacionados a la interferencia de malezas en cultivos hortícolas buscan determinar los períodos o épocas que son críticos en la interacción entre los cultivos y la comunidad infestante. De acuerdo a Pitelli y Durigan (1984), estos periodos se denominan Periodo Anterior a la Interferencia (PAI), Período Total de Prevención de la Interferencia (PTPI) y Período Crítico de Interferencia (PCI).

El PAI, es el periodo de tiempo, después de la emergencia, en el que el cultivo es capaz de convivir con la comunidad infestante, sin que exista una pérdida significativa de la productividad; el PTPI, constituye el espacio de tiempo, desde la emergencia del cultivo, que debe ser mantenido libre de malezas para que la productividad no sea afectada y el PCI constituye el intervalo de tiempo en el que debe efectuarse el control de malezas para evitar interferencias significativas sobre la productividad (Brighenti y Oliveira 2011, Pitelli y Durigan 1984). La obtención de informaciones respecto a estos periodos es de suma importancia, debido a que permitiría la implementación oportuna del manejo de malezas, además de la disminución de la frecuencia del desmalezado.

En base a lo mencionado, este trabajo tuvo por objetivo identificar la comunidad infestante de malezas en el cultivo de maíz dulce y establecer el PAI, PTPI y PCI.

Metodología

El experimento fue conducido en la ciudad de Itá del Departamento Central del Paraguay, ubicada entre las coordenadas geográficas son: 25° 07' Latitud Sur y 26° 00' Longitud Oeste 57° 45' y 57° 10' a una altitud de 101 msnm, entre los meses de octubre de 2013 y enero de 2014. El suelo de la parcela experimental presenta las siguientes características: color marrón rojizo opaco (Munsell 5 YR 4/4), clase textural francoarenosa; pH 5,36; materia orgánica 1,38%; fósforo 10,10 ppm; potasio 0,02 cmol_c kg⁻¹; calcio 0,56 cmol_c kg⁻¹; magnesio 0,37 cmol_c kg⁻¹; sodio 0,0 cmol_c kg⁻¹ y Al³⁺ + H⁺ 0,31 cmol_c kg⁻¹.

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con arreglo factorial 2*8 en donde el factor A: Grupos de tratamientos: convivencia y control y el Factor B: Periodos: 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 días desde la plantación (DDP) con cuatro repeticiones.

Cada unidad experimental estuvo constituida de cuatro hileras de maíz dulce con cuatro metros de largo. Después de cada periodo de convivencia las parcelas permanecieron sin la presencia de malezas, mediante carpidas manuales periódicas. En los periodos de control, el cultivo se mantuvo sin malezas, mediante carpidas manuales, desde la emergencia hasta los periodos descritos anteriormente. Las mudas se prepararon en bandejas de 128 celdas, previamente cargadas

con 100% de sustrato de humus de lombriz, previamente desinfectado.

La plantación se llevó a cabo cuando las mudas presentaron entre dos a tres hojas verdaderas. El suelo se preparó mediante el método convencional, mediante arada y posterior rastreada. Se aplicó cal agrícola dolomítica a razón de 1.000 kg ha⁻¹ con 98% de PRNT. La primera fertilización se llevó a cabo en el momento de la plantación, con fosfato diamónico (18-46-00) a razón de 174 kg ha⁻¹ y cloruro de potasio (00-00-60) a razón de 100 kg ha⁻¹ y la segunda a los 45 días después de la plantación con urea (45-00-00) a razón de 65 kg ha⁻¹. El riego fue realizado por medio de aspersores de bajo caudal y fue realizado en función a los requerimientos del cultivo.

Para la evaluación de la comunidad infestante de malezas, se realizaron muestreos aleatorios, en cada unidad experimental, mediante un cuadro de madera con un área muestral de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m). Las variables evaluadas fueron, identificación de malezas e Importancia Relativa de malezas (IR) de acuerdo al método sugerido por Carvalho (2011). Además, se determinó la masa de granos al final del ciclo del cultivo y los resultados fueron expresados en g planta⁻¹. Para la determinación de PAI, PTPI y PCI, las medias de masa de granos por planta fueron sometidas al análisis de regresión por el modelo sigmoideal de Boltzmann, conforme al método descrito por Kuva et al. (2000), considerando una pérdida arbitraria de 15%.

El modelo sigmoideal de Boltzmann, se expresa mediante la siguiente ecuación: $y = A2 + (A1 - A2) / (1 + \exp((x-x_0)/dx))$, en donde (y), expresa el rendimiento de la masa de granos en los periodos de convivencia y control de malezas; (x), indica el límite superior del periodo de convivencia y control; (x₀) corresponde al valor intermedio entre la productividad máxima y mínima; (A1) el rendimiento máximo de masa de granos obtenido en las parcelas mantenida con control permanente de malezas; (A2) el rendimiento mínimo de masa de granos obtenido en las parcelas mantenida en convivencia permanente de malezas con el cultivo; (A1 - A2) la pérdida

de rendimiento y (dx) constante que indica la velocidad de pérdida o ganancia de la masa de granos por planta.

Resultados y discusión

Comunidad infestante de malezas

De acuerdo a los muestreos efectuados, se han identificado en el experimento 30 especies de malezas, pertenecientes a 15 familias diferentes, destacándose la Poaceae con seis especies (*Sorghum halepense* L., *Digitaria sanguinalis* L., *Cenchrus echinatus* L., *Cynodon plectostachius* (K.Schum.) Pilg., *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. y *Paspalum notatum* Flugge.); Malvaceae con cinco especies (*Sida cordifolia* L., *Sida spinosa* L., *Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke., *Corchorus hirtus* L. y *Sida rhombifolia* L.); Cyperaceae con tres especies (*Bulbostylis capillaris* (L.) CB Clarke, *Cyperus rotundus* L. y *Cyperus esculentus* L.); Fabaceae con tres especies (*Aeschynomene denticulata* Rudd., *Desmodium uncinatum* (Jacq.) DC. y *Crotalaria incana* L.); Asteraceae (*Bidens pilosa* L. y *Xanthium spinosum* L.); Euphorbiaceae (*Euphorbia heterophylla* L. y *Phyllanthus orbiculatus* Rich.); Amaranthaceae (*Gomphrena celosioides* Mart. y *Amaranthus viridis* L.), con dos especies cada una. Las familias Commelinaceae (*Commelina diffusa* Burm.), Convolvulaceae (*Ipomoea nil* (L.) Roth.), Molluginaceae (*Mollugo verticillata* L.), Brassicaceae (*Cleome aculeata* L.), Portulacaceae (*Portulaca oleraceae* L.); Rubiaceae (*Spermacoce verticillata* (L.) G. Mey) y Solanaceae (*Solanum sisymbriifolium* Lam.), presentaron una especie cada una. Se verificó que la mayoría de las especies de malezas identificadas en el experimento pertenecen a la clase eudicotiledónea.

En los periodos de convivencia, el *S. halepense* presentó el mayor valor de importancia relativa (IR), que varió de 6,89 a 46,15%, seguido de *D. sanguinalis* con un IR que varió de 7,30 a 19,86% y *C. rotundus* con una IR que estuvo entre 6,89 y 14,01%, en todos los muestreos efectuados en este periodo. Por otro lado, en los periodos de control, las malezas con mayor IR fueron: *S.*

halepense que presentó valores que estuvieron entre 23,02 y 39,94%, *I. nil* (11,77 y 30,96%), *C. diffusa* (6,65 y 9,32%) y *D. sanguinalis* (17,71 y 22,58%).

Estimación del periodo crítico de interferencia de malezas

Según los datos obtenidos con la ecuación de Boltzmann, con el tratamiento que estuvo con control permanente de malezas (A1) se determinó una masa de granos de 156,57 g

planta⁻¹; el tratamiento que estuvo en convivencia permanente con malezas (A2) arrojó una masa de 16,23 g planta⁻¹, con una pérdida (A1 – A2) de 89,63% y una velocidad de pérdida de 28,24 g/planta/día (dx). El 50% del rendimiento total final de la masa de granos (x0), se determinó a los 28,24 días después de la plantación (DDP). Para los periodos de control, se encontró que el 50% del rendimiento total de la masa de granos (x0), se determinó a los 17,02 días y que al mantener el cultivo sin la presencia de malezas se obtiene un incremento diario de 6,6 g planta⁻¹ (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros de la ecuación de Boltzmann (A1, A2, x0, dx) y coeficiente de correlación (R²), de los datos de masa fresca de granos por planta del cultivo de maíz dulce sometido a periodos de convivencia y control de malezas. Itá, Paraguay. 2013.

Boltzmann	Convivencia	Control
R ²	0,97	0,91
A1	156,57	12,01
A2	16,23	131,07
x0	28,24	17,02
dx	9,05	6,60

Mediante la ecuación obtenida con la regresión de Boltzmann, se determinó que el Periodo Anterior a la interferencia (PAI), se establece a los 17 DDP y el PTPI a los 37 DDP. En base a este resultado, el PCI se establece entre los 17 y 37 DDP, indicando que en este periodo debe implementarse una estrategia de control de

malezas para evitar pérdidas superiores al 15% en la masa de granos. Los resultados obtenidos en este trabajo, son similares a lo reportado por Vaz Pereira y Leyva (2015), quienes mencionan que el PCI en el cultivo de maíz, se establece entre los 21 y 49 días después de la siembra.

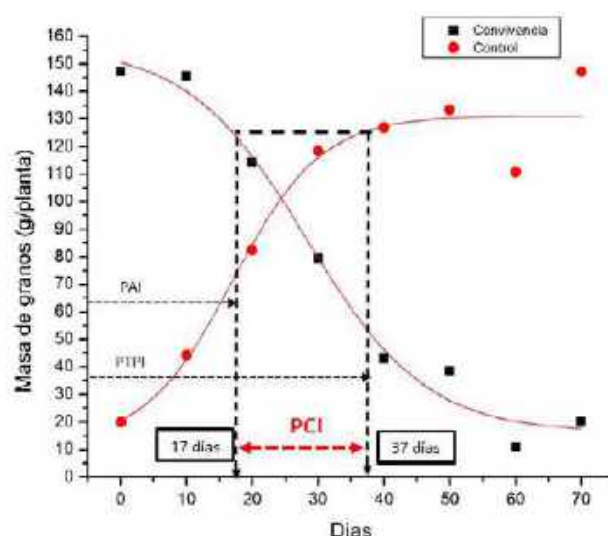


Figura 1. Estimación del periodo crítico de interferencia en el cultivo de maíz dulce. Itá, Paraguay. 2013.

En este experimento, con el cultivo que se mantuvo sin control de malezas durante todo el ciclo, se encontró una pérdida de 89,63% en la masa de granos, coincidiendo con los resultados reportados por Wilson y Westra (1992), Spader y Vidal (2000), Harrison (2001), Cathcart y Swanton (2004) y Williams (2006), quienes relatan que la reducción en la masa de granos debido a la interferencia de malezas puede llegar al 90%.

Por su parte, Ford (1995), Kogan (1992) y Kozlowski et al. (2002), determinaron que mientras más extenso sea el periodo de convivencia del cultivo con las malezas, mayor será la interferencia sobre la productividad, coincidiendo con los resultados obtenidos en este experimento.

Conclusiones

Las malezas con mayor Importancia Relativa en el experimento son *Sorghum halepense* L. *Ipomoea nil*, *Digitaria sanguinalis*, *Cyperus rotundus* y *Commelina diffusa*. El período anterior a la interferencia (PAI) se establece a los 17 DDP; el Período Total de Prevención a la Interferencia (PTPI) a los 37 DDP y el Período Crítico de Interferencia se encuentra entre los 17 y 37 DDP, indicando que en este periodo debe implementarse un método de control de malezas para evitar pérdidas superiores al 15% en la masa de granos. El porcentaje de pérdida de la masa de granos por planta es del 86,63%, cuando el cultivo permanece enmalezado durante todo el ciclo.

Referencias bibliográficas

Brighenti AM; Oliveira MF. 2011. Biología de plantas daninhas. In Oliveira Junior, RS de; Constantin, J; Hiroko, M. (ed). Biología e manejo de plantas daninhas. Curitiba, BR. p. 2-36.

Carvalho, LB. 2011. Estudos ecológicos de plantas daninhas em agroecossistemas (en línea). Jaboticabal, BR. Consultado 09 ene. 2016. Disponible

en: https://leonardobcarvalho.files.wordpress.com/2012/12/livro_ecologiaagroecossistemas.pdf

Cathcart, RJ; Swanton, CJ. 2004. Nitrogen and green foxtail (*Setaria viridis*) competition effects on corn growth and development. *Weed Science* 52(6):1039-1049.

Ford, GT; Pleasant, J. 1995. Competitive abilities of six corn (*Zea mays* L.) hybrids with four weed control practices. *Weed Technology* 8(3):124-128.

Harrison, SK. 2001. Competition and fecundity of giant ragweed in corn. *Weed Science* 49(2):224-229.

Kogan, MA. 1992. Malezas: ecofisiología y estrategias de control. Santiago, CL. Pontificia Facultad de Agronomía Universidad Católica de Chile. 273 p.

Kozlowski, LA. 2002. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. *Planta Daninha* 20(3):365-372.

Kuva, MA; Pitelli, RA; Christoffoleti, PJ; Alves, PL. 2000. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar I – Tiririca. *Planta Daninha* 18(2):241-251.

Pitelli, RA; Durigan, JC. 1984. Terminologia para períodos críticos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. *Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas*. (15,1984, Belo Horizonte, Brasil). Belo Horizonte, Brasil. Resumos 37 p.

Pitelli, RA; Durigan, JC; Machado, RLC. 2013. Determinação dos períodos críticos na relação e interferência entre plantas daninhas e culturas anuais. In Ferreira, J; Martins, D. (eds). *Manual de Aulas práticas de plantas daninhas*. Jaboticabal, BR, Funep. p. 71-76.

Spader, V; Vidal, RA. 2000. Interferência de *Brachiaria plantaginea* sobre características agronômicas, componentes do rendimento e produtividade de grãos do milho. *Planta Daninha* 18(3):465-470.



- Vaz Pereira, DJCJ; Leyva Galán, Á. 2015. Período crítico de competencia de arvenses con el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Huambo-Angola. *Cultivos Tropicales* 36(4):14-20.
- Williams, MM. 2006. Planting date influences critical period of weed control in sweet corn. *Weed Science* 54(5):928-933.
- Wilson, RG; Westra, P. 1991. Wild proso millet (*Panicum miliaceum*) interference in corn (*Zea mays*). *Weed Science* 39(2):217-220.

Influencia del distanciamiento entre hileras sobre el periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de chía (*Salvia hispanica* L.)

Hugo Ariel Pereira Báez¹ y Pedro Aníbal Vera Ojeda^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: pvera@agr.una.py

Introducción

La chía (*Salvia hispanica* L.) es una planta herbácea, perteneciente a la familia Lamiaceae y es originaria de México (Sapio et al. 2012). Los granos de este cultivo constituyen una fuente de ácidos grasos: ácido palmítico (6,9%), esteárico (2,8%), oleico (6,6%), linoleico (5,19%) y linolénico (63,75%) en relación de los ácidos grasos totales (Ayerza y Coates 2011).

Debido a su lento crecimiento inicial, el cultivo de chía presenta una baja capacidad competitiva con las malezas principalmente durante los primeros estadios de desarrollo (González et al. 1996). De acuerdo a Freitas (2009) uno de los factores que reducen los periodos de interferencia de malezas, constituye el distanciamiento entre hileras, debido a que posibilita el cierre temprano de los entresurcos, permitiendo así aumentar la capacidad competitiva del cultivo.

Este trabajo se llevó a cabo con la premisa de que al disminuir el distanciamiento entre hileras, se logra reducir el periodo crítico de interferencia, por lo tanto, este experimento tuvo como objetivo determinar el efecto del distanciamiento entre hileras sobre los periodos de interferencia de malezas en el cultivo de *S. hispanica*.

Metodología

El trabajo se realizó entre los meses de marzo y octubre de 2014, en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Departamento Central, Paraguay (25° 20' Sur y 57° 31' Oeste) a una altitud de 125 msnm. De acuerdo a los resultados del análisis

de suelo, la parcela experimental presenta una textura francoarenosa; pH 4,36; materia orgánica 0,53%; fósforo 4,22 ppm; potasio 0,09 cmol_c kg⁻¹; calcio 0,56 cmol_c kg⁻¹; magnesio 0,66 cmol_c kg⁻¹; sodio 0,03 cmol_c kg⁻¹ y Al³⁺+H⁺ 1,56 cmol_c kg⁻¹. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con arreglo en parcelas subdivididas 2*2*6 con cuatro repeticiones.

Los factores estudiados fueron A: distanciamiento entre hileras (0,35 y 0,45 m); B: Condición (convivencia y control de malezas) y C: periodos (00, 20, 40, 60, 80 y 100 días), totalizando 24 tratamientos. La unidad experimental estuvo constituida de cuatro hileras del cultivo de dos metros de largo y el área útil por las dos hileras centrales, descartando las laterales y 0,25 m en los extremos. En los periodos de convivencia, el cultivo se mantuvo con las malezas desde la emergencia hasta la finalización de los periodos mencionados, posteriormente las parcelas se mantuvieron limpias mediante carpidas manuales periódicas hasta la finalización del ciclo del cultivo. En los periodos de control de malezas, el cultivo se mantuvo libre de malezas, desde la emergencia hasta el final de los periodos descritos anteriormente. La preparación del terreno se llevó a cabo con el método convencional, mediante una arada y dos rastreadas. Las semillas de *S. hispanica* fueron tratadas con el fungicida thiram + tiofanato metílico (200g/100kg de semillas) y el insecticida imidacloprid (500g/100 kg de semillas). La siembra se realizó en surcos de forma manual. Después de la emergencia de plantas, se llevó a cabo el raleo, dejando finalmente 30 plantas por metro. Para garantizar la emergencia de plantas y el desarrollo del cultivo, se aplicó riego mediante microaspersión de bajo caudal (400 cc



ha⁻¹). La fertilización química se llevó a cabo en el momento de la emergencia del cultivo, con 45, 46 y 60 kg ha⁻¹ de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente, aplicados en bandas laterales a 10 cm del cultivo.

Las variables evaluadas fueron: identificación de la comunidad infestante y densidad de malezas, mediante muestreos aleatorios en las unidades experimentales con un cuadro de madera con dimensiones de 0,5 x 0,5 m de largo y ancho, respectivamente, con un área muestral efectiva de 0,25 m²). Además, se determinó el rendimiento de granos al final del ciclo del cultivo, expresando los resultados en kg.ha⁻¹ ajustando la humedad a 13%. Para la determinación del periodo anterior a la interferencia (PAI), periodo total de prevención de la interferencia (PTPI) y el periodo crítico de interferencia de malezas (PCI), las medias de rendimiento de granos fueron sometidos al análisis de regresión por el modelo sigmoidal de Boltzmann, conforme a Kuva et al. (2000), considerando una pérdida máxima permisible de 10%. El modelo sigmoidal de Boltzmann, se expresa mediante la siguiente ecuación: $y = A2 + (A1 - A2) / (1 + \exp((x-x0)/dx))$, en donde (y), expresa el rendimiento comercial en los periodos de convivencia y control de malezas; (x), indica el límite superior del periodo de convivencia y control; (x0) corresponde al valor intermedio entre la productividad máxima y mínima; (A1) el rendimiento máximo obtenido en las parcelas con control permanente de malezas; (A2) el rendimiento mínimo de las parcelas mantenidas en convivencia permanente de malezas con el cultivo; (A1 - A2) la pérdida de rendimiento y (dx) constante que indica la velocidad de pérdida o ganancia de rendimiento. Las medias de rendimiento de granos, fueron sometidas al análisis de varianza (Fisher $p < 0,05$). Se realizaron las particiones necesarias y las medias fueron comparadas por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados y discusión

En los muestreos efectuados durante la ejecución del experimento se han identificado 17 especies de malezas, de las cuales cinco pertenecen a la clase monocotiledónea y 12 a la clase eudicotiledónea.

Las malezas identificadas en el experimento con sus respectivas densidades de plantas m⁻² son: *Chenchrus echinatus* L. (267), *Cyperus rotundus* L. (198), *Richardia brasiliensis* Gomes (26), *Cyperus esculentus* L. (23), *Gamochoaeta coarctata* (Willd.) kerguelen (18), *Coronopus didymus* (L.) Sm. (12), *Stellaria media* (L.) Vill (7), *Amaranthus hybridus* var. *patulus* Thell (5), *Urochloa plantaginea* (Link) R.D. Webster (3), *Acanthospermum hispidum* DC (3), *Sida rhombifolia* L. (2), *Oxalis corniculata* L. (2), *Cyclosporum leptophyllum* (Pers.) Britton P. Wilson (2), *Digitaria horizontalis* Willd. (1), *Solanum americanum* Mill. (1), *Soliva pterosperma* (Juss) Less. (1) y *Commelina diffusa* Burm. f. (1). Entre las malezas identificadas, las que presentaron mayor Densidad Relativa son: *C. echinatus* y *C. rotundus* con 46,68 y 34,62%, respectivamente.

En relación al rendimiento de granos (Tabla 1), se encontró diferencias estadísticas entre los distanciamientos utilizados. De acuerdo a la prueba de Tukey, el mayor rendimiento se determinó con el distanciamiento de 0,35 m entre hileras (432,82 kg ha⁻¹), superando significativamente a lo obtenido con el mayor distanciamiento. Al analizar los periodos dentro del distanciamiento 0,35 m entre hileras, se encontraron diferencias significativas ambas condiciones (convivencia y control de malezas). En los periodos de convivencia, el mayor rendimiento de granos se obtuvo con el tratamiento que estuvo sin la presencia de malezas durante todo el ciclo, siendo superior a la media obtenida con el cultivo que estuvo 100 días enmalezado, pero sin diferir de los demás periodos. En relación a los periodos de control, los mayores rendimientos se determinaron en las parcelas que estuvieron sin la presencia de malezas a partir de los 40, 60, 80 y 100 días después de la emergencia del cultivo (DDE). Por otro lado, con el distanciamiento de 0,45 m entre hileras, en los periodos de convivencia, el mayor rendimiento se determinó con el tratamiento que estuvo sin malezas durante todo el ciclo, superando estadísticamente a los demás periodos, pero sin diferir estadísticamente del tratamiento con 20 días de convivencia. En los periodos de control, las mayores medias se determinaron en las parcelas que se mantuvieron limpias a partir de los 60 DDE en adelante (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto de los diferentes distanciamientos y periodos de convivencia y control de malezas sobre el rendimiento de granos del cultivo de *S. hispanica*. San Lorenzo, PY, 2014.

Distanciamiento entre hileras	Rendimiento de granos (kg ha ⁻¹)			
	0,35 m		0,45 m	
Periodos (DDE)	Convivencia	Control	Convivencia	Control
0	546,03 a	283,24 c	421,13 a	119,60 d
20	508,02 a	352,56 bc	362,88 ab	243,77 cd
40	470,14 a	444,90 ab	300,71 bc	301,21 bc
60	440,06 a	490,85 a	253,06 bc	357,37 ab
80	318,33 a	510,44 a	213,13 c	436,77 a
100	283,24 b	546,03 a	199,16 c	421,13 a
Coeficiente de variación		13,38%		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey $p < 0,05$). DDE: días después de la emergencia.

Al analizar los parámetros de la regresión de Boltzmann obtenidos en los periodos de convivencia, con el distanciamiento 0,35 entre hileras, el rendimiento estimado del testigo limpio fue de 545,30 kg ha⁻¹ (A1), mientras que el testigo siempre enmalezado fue de 222,64 kg ha⁻¹ (A2), con una pérdida de productividad del 59,17% (A1 - A2). El 50% del rendimiento total final se determinó a los 68 DDE del cultivo (x0), con una velocidad de pérdida de rendimiento de 19,92 kg ha⁻¹ por cada día que el cultivo estuvo en convivencia con las malezas (dx). En relación a los periodos de control, con el menor distanciamiento entre hileras, el 50% del rendimiento total final se obtuvo alrededor de los 19 DDE, con una ganancia de 23,92 kg ha⁻¹ por cada día que el cultivo estuvo libre de malezas (Tabla 2).

Al analizar los parámetros de la ecuación de Boltzmann obtenidos con el distanciamiento de 0,45 m entre hileras en los periodos de convivencia, con el testigo limpio (A1) se obtuvo un rendimiento estimado de 515,81 kg ha⁻¹ y con el testigo enmalezado (A2), un rendimiento de 178,15 kg ha⁻¹, con una pérdida del 65,46% (A1 - A2). El 50% del rendimiento total final se obtuvo a los 25 DDE, con una velocidad de pérdida de 26,76 kg ha⁻¹ por día. Respecto a los periodos de control, con el distanciamiento de 0,45 m entre hileras, el 50% del rendimiento total final se obtuvo a los 43,2 días, con una ganancia de 17,80 kg ha⁻¹ por día (Tabla 2).

A través de la ecuación de Boltzmann, se determinó que con el distanciamiento de 0,35 m entre hileras, el PAI se determinó a los 36 DDE

Tabla 2. Parámetros de la ecuación de Boltzmann (A1, A2, x0, dx) y coeficiente de correlación (R²), de los datos de rendimiento de granos del cultivo de *S. hispanica* sometidos a periodos de convivencia y control de malezas. San Lorenzo, PY, 2014.

Distanciamiento entre hileras	0,35 m		0,45 m	
	Convivencia	Control	Convivencia	Control
R ²	0,94	0,98	0,99	0,95
A1	545,30	159,33	515,81	181,60
A2	222,64	550,72	178,15	443,78
x0	68,07	18,75	25,15	43,20
dx	19,92	23,92	26,76	17,80

y el PTPI a los 60 DDE, indicando que existe PCI y que se establece entre los 36 y 60 DDE, determinándose el PuCI a los 48 DDE (Figura 1.a). Con el distanciamiento de 0,45 m entre hileras, mediante la regresión de Boltzmann el PAI se estableció a los 16 DDE, el PTPI a los 63 DDE y un PCI entre los 16 y 63 DDE. El PuCI se determinó a los 40 DDE (Figura 1.b).

Los resultados obtenidos en esta investigación, demuestran el efecto negativo que causan la presencia de malezas sobre el rendimiento del cultivo de chíá, concordando con Blanco y Leyva (2011) y Gerst y Fleck (1995), quienes

en trabajos similares encontraron los mismos resultados. Águila et al. (1970) demostraron que al aumentar la población de plantas por área, hasta un determinado límite, se obtienen mayores rendimientos en los cultivos, concordando con los resultados obtenidos en esta investigación. Por su parte Freitas et al. (2009), determinaron que al reducir el distanciamiento entre hileras, se logra reducir el PCI, coincidiendo con lo obtenido en este trabajo.

Conclusiones

Las malezas con mayor Densidad Relativa son

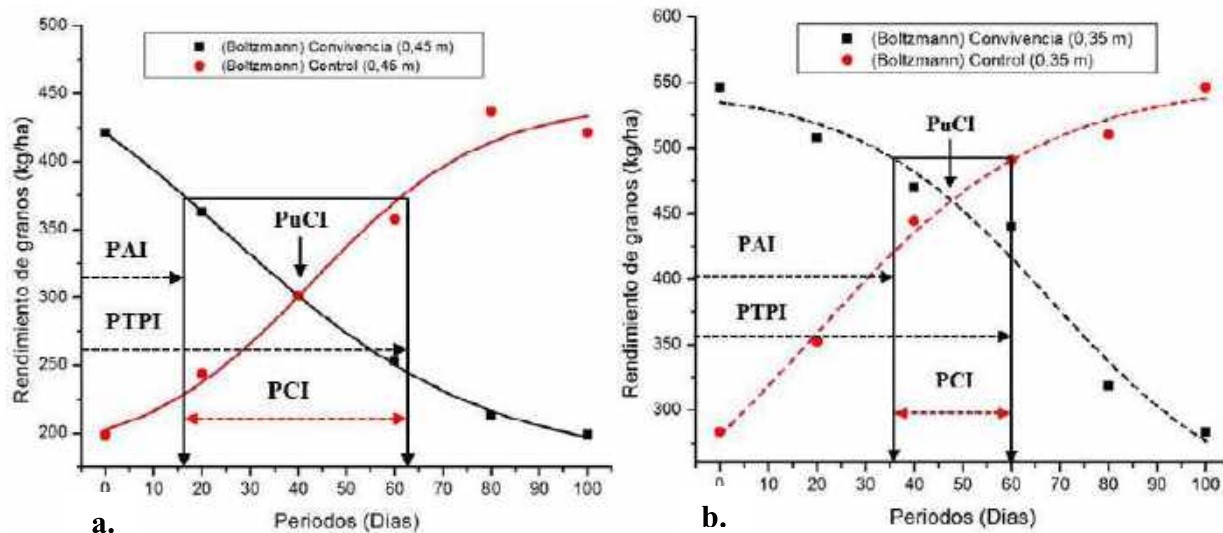


Figura 1. Estimación de periodos de interferencia sobre el rendimiento de granos del cultivo de *S. hispanica*, en función a distanciamiento entre hileras a. 0,35 m y b. 0,45 m.

Cenchrus echinatus y *Cyperus rotundus*. Al disminuir el distanciamiento entre hileras a 0,35 m, se obtiene un mayor rendimiento de granos en el cultivo de *S. hispanica*.

El periodo crítico de interferencia, con el distanciamiento entre hileras de 0,35 m se establece entre los 36 y 60 DDE y con el distanciamiento de 0,45 m, entre los 16 y 63 DDE, indicando que, a mayor distanciamiento entre hileras, se extiende el periodo crítico de interferencia.

Referencias bibliográficas

- Águila, A; Vilic, A; Gebauer, J. 1970. Efecto de población y distancia de siembra entre hileras sobre el rendimiento y otras características de dos híbridos (*Zea mays* L.). Agricultura Técnica 4(31):198-203.
- Ayerza, R; Coates, W. 2006. Chíá, redescubrimiento un olvidado alimento de los aztecas. Del nuevo extremo SA. Buenos Aires, AR. 232 p.
- Blanco, Y; Leyva, A. 2011. Determinación

- del período crítico de competencia de las arvenses con el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cultivos Tropicales 2(32):15-24.
- Fleck, NG; Gerst, CR. 1995. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Ciência Rural 25 (1):27-32.
- Freitas, FCL; Almeida, MEL; Negreiros, MZ; Honorato, ARF; Mesquita, HC; Silva, SVOF. 2009. Períodos de Interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura em função do espaçamento entre fileiras. Planta Daninha 27(3):473-480.
- González, C; Fernández, M; Rolda, O; Montalbán, L; Luque, V; Contreras, G; Gorosito, S. 1996. Incidencia de la época, distanciamiento y densidad de siembra en la producción de semilla de *Salvia hispanica* L. en Catamarca. Peoria, IL, Association for the Advancement of Industrial Crops. 632 p.
- Kuva, MA; Pitelli, RA; Christoffoleti, PJ; Alves, PL. 2000. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I – Tiririca. Planta daninha 18 2):241-251.
- Sapio, O; Bueno, M; Busilacchi, H; Quiroga, M; Severin, C. 2012. Caracterización Morfoanatômica de Hoja, Tallo, Fruto y Semilla de *Salvia hispanica* L. (Lamiáceae). Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 11(3):249-268.

Selectividad del Metribuzin y S-metolachlor en el cultivo de tomate rastrero

Guillermo Enrique Vera Granado^{1*} y Pedro Aníbal Vera Ojeda¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: veragranado93@gmail.com

Introducción

El tomate *Solanum lycopersicum* L., pertenece a la familia de las solanáceas, importante como alimento y muy popular entre los consumidores de todos los niveles socioeconómicos y culturales. Constituye la hortaliza de mayor volumen y valor comercializado a nivel país (Ayala 2010).

El uso de herbicidas constituye una alternativa para el manejo de malezas debido a que presentan ventajas como, la rápida acción, pueden ser aplicados en lugares donde los implementos mecánicos no tienen alcance y requieren de mínima cantidad de mano de obra para su implementación (Gómez 2011), sin embargo, estos pueden afectar al cultivo cuando no se efectúa una adecuada aplicación (Gómez y Christoffoleti 2008; Figueredo 2007).

En base a lo mencionado, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes dosis de los herbicidas Metribuzin y S-metolachlor sobre el cultivo de tomate rastrero.

Metodología

Este trabajo se desarrolló en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), San Lorenzo, Departamento Central en las coordenadas 25° 21' latitud Sur y 57° 21' longitud Oeste, a 125 m sobre el nivel del mar, entre los meses de junio y noviembre de 2016. El material biológico utilizado fue la variedad Rio Grande, que presenta porte vigoroso y crecimiento determinado. Se utilizaron los herbicidas S-metolachlor 96% EC(S-MET) y el Metribuzin 75% WG (METR). La parcela experimental se caracteriza por presentar un

suelo tipo areno franco con pH=5,4; MO= 1,06 %; P=55,39 mg kg⁻¹; Ca²⁺=1,73 cmol kg⁻¹, Mg⁺³=0,72 cmol kg⁻¹, K⁺=0,11 cmol kg⁻¹ y Al⁺³+H⁺=0,31 cmol kg⁻¹. El experimento fue conducido en un diseño de bloques completos al azar, con 12 tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 48 unidades experimentales. Los tratamientos estuvieron constituidos por METR (300 g), METR (400 g), S-MET (1 L), S-MET (1,3 L), S-MET (1,6 L), S-MET (1,9 L), S-MET (1 L) + METR (300 g), S-MET (1,3 L) + METR (300 g), S-MET (1,6 L) + METR (300 g), S-MET (1,9 L) + METR (300 g), un testigo relativo (con carpida permanente) y un testigo absoluto (sin carpida).

Cada unidad experimental estuvo constituida por tres hileras de cultivo y el área útil por la hilera central descartando las laterales y una planta en los extremos. Las mudas fueron preparadas en bandejas de 128 celdas, cargadas con sustrato comercial. Se levantaron tablones mediante un microtractor, luego se aplicó cal agrícola dolomítica y estiércol bovino a razón de 1 y 20 t ha⁻¹, respectivamente. La plantación fue efectuada cuando las mudas presentaron entre cuatro y cinco hojas verdaderas. El riego se llevó a cabo mediante cintas de goteo y la fertilización fue realizada mediante fertirriego, aplicando un total de 4,9 g planta⁻¹ de urea (45-00-00) y 2,7 g planta⁻¹ de Cloruro de Potasio(00-00-60). Los herbicidas fueron aplicados mediante un pulverizador de presión constante a CO₂ con barra de cuatro boquillas. Los tratamientos correspondientes al S-metolachlor fueron aplicados tres días antes del trasplante, en preemergencia de las malezas, utilizando boquillas tipo abanico JSF110.03 a una presión de trabajo de 22 PSI (Libras por pulgada cuadrada). El Metribuzin fue aplicado a los 30 DDT (Días después del trasplante)

en los tratamientos constituidos solo por este herbicida, y a los 60 DDT sobre el S-metolachlor, utilizando boquillas tipo abanico JSF 110.02 con una presión de trabajo de 29 PSI. La cosecha de frutos fue realizada a partir de los 90 días después del trasplante, mediante la selección aleatoria de cinco plantas de cada unidad experimental. Se evaluó el grado de fitotoxicidad sobre el cultivo a los 14, 21, 28 y 35 DDA, mediante la escala sugerida por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM 1974); además, se determinó la altura de plantas, peso medio, diámetro y sólidos solubles totales de frutos. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza por la prueba de Fisher ($p < 0,05$) y las medias fueron comparadas por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados y discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se pudo observar que los tratamientos S-MET 1,6 L y S-MET 1,9 L presentaron efectos fitotóxicos sobre el cultivo, con una calificación que estuvo entre “Daño Ligero” y “Daño moderado” respectivamente, pero los daños fueron disminuyendo a partir

de los 21 DDA. Por otro lado, a los 7 DDA los tratamientos constituidos por S-MET 1,3 L + METR 300 g y METR 400 g presentaron “Daño Ligero” luego de la aplicación del Metribuzin, sin embargo, las plantas se recuperaron totalmente a los 14 DDA. Los tratamientos constituidos por S-MET 1 L, S-MET 1,3 L y METR 300 g presentaron “Daños Pobres” sobre el cultivo de tomate, que consisten en ningún daño a muy poco o igual al testigo limpio (Tabla 1).

López y Salas (2006) relatan que el Metribuzin aplicado en dosis de 200 hasta 1.200 mL ha⁻¹ no ocasionan daños fitotóxicos en el cultivo de tomate, no obstante discrepa con los resultados obtenidos en este experimento, debido a que con la dosis de 400 g ha⁻¹ de Metribuzin, se observó síntomas de una ligera fitotoxicidad a los 7 DDA. Por otro lado, Cavalieri y Santana (2012) quienes utilizando S-metolachlor en una dosis de 1.200 g ha⁻¹ observaron un efecto fitotóxico correspondiente a “Daño Ligero” sobre el cultivo de tomate, difiriendo con lo obtenido en este trabajo de investigación, al utilizar una dosis similar (Tabla 1). Estas discrepancias en los resultados pueden estar

Tabla 1. Fitotoxicidad ocasionada por dosis y combinación de Metribuzin y S-metolachlor sobre el cultivo de tomate. FCA, UNA, San Lorenzo, 2016.

Tratamientos	Fitotoxicidad sobre el cultivo/Momentos de evaluación					
	14	21	28	35	7(*)	14 (*)
Testigo Absoluto	-	-	-	-	-	-
Testigo Relativo	-	-	-	-	-	-
METR 300 g ¹	-	-	-	-	PO	PO
METR 400 g ¹	-	-	-	-	LD	PO
S-MET 1L	PO	PO	PO	PO	-	-
S-MET 1,3L	PO	PO	PO	PO	-	-
S-MET 1,6L	DL	PO	PO	PO	-	-
S-MET 1,9L	DM	DL	PO	PO	-	-
S-MET 1 L + METR 300g ²	-	-	-	-	PO	PO
S-MET 1,3L + METR 300 g ²	-	-	-	-	LD	PO
S-MET 1,6L + METR 300 g ²	-	-	-	-	PO	PO
S-MET 1,9L + METR 300 g ²	-	-	-	-	PO	PO

PO: Daño pobre DL: Daño ligero DM: Daño moderado. (*): DDA posteriores a la aplicación del Metribuzin. (¹): Aplicado a los 30 DDT. (²): Aplicado a los 60 DDT.

relacionadas a los diversos factores que pueden afectar la selectividad, tales como: la variedad cultivada, formas de aplicación, formulación, concentración y dosis del herbicida utilizado (De Ross y Dal Magro 2017; Anzalone et al. 2014).

En relación a los componentes del cultivo, de acuerdo a los análisis estadísticos realizados, no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables altura de plantas, diámetro, peso medio y sólidos solubles totales de frutos (Tabla 2), cuyas medias generales

fueron de 67,69 cm, 4,79 cm, 77,67 g y 3,32 °Brix, respectivamente.

Los resultados obtenidos para la variable altura difieren de lo mencionado por Ríos (2016), quien obtuvo diferencias significativas con la utilización de S-metolachlor y Metribuzin. Por otro lado coincide con lo mencionado por Cáceres (2015) quien no reportó diferencias significativas en cuanto a las variables de diámetro y peso medio de frutos.

Tabla 2. Valores de altura de plantas, diámetro, peso y sólidos solubles totales (SST) de frutos, en función a dosis y combinación de Metribuzin y S-metolachlor aplicados sobre el cultivo de tomate. FCA, UNA. San Lorenzo, 2016.

Tratamientos	AP cm	DP cm	PMF g fruto ⁻¹	SST °Brix
Testigo Absoluto	60,75	4,35	61,57	3,14
Testigo Relativo	68,75	4,69	72,62	3,71
METR 300 g	70,00	5,11	95,17	3,25
METR 400 g	68,00	4,95	81,16	3,04
S-MET 1 L	68,78	4,86	82,62	3,28
S-MET 1,3L	68,00	4,99	79,63	3,24
S-MET 1,6L	70,25	4,82	81,29	3,24
S-MET 1,9L	65,50	4,46	67,47	3,65
S-MET 1L+ METR 300 g	69,25	4,80	78,85	3,19
S-MET 1,3L+ METR 300 g	65,25	4,89	79,28	3,14
S-MET 1,6L+ METR 300 g	67,00	4,85	82,30	3,30
S-MET 1,9L+ METR 300 g	70,75	4,68	70,08	3,61
Media	67,69	4,79	77,67	3,32
Fc	0,33 ^{ns}	1,63 ^{ns}	1,44 ^{ns}	1,79 ^{ns}
CV(%)	14,42	7,06	18,68	9,81

ns: No significativo. CV: Coeficiente de variación. AP: Altura de Plantas. DP: Diámetro promedio. PMF: Peso medio de frutos. SST: Sólidos solubles totales

Conclusiones

Los herbicidas S-MET (1,6 y 1,9 L ha⁻¹), S-MET 1,3 L ha⁻¹ + METR 300 g y METR 400 g a los 14 DDA ocasionan un Daño Ligero a Moderado sobre el cultivo de tomate rastro, recuperándose a los 21 DDA. La altura de plantas, los sólidos solubles totales, el diámetro y peso medio de frutos no son afectados por los tratamientos estudiados.

Referencias bibliográficas

- ALAM (Asociación Latino Americana de Malezas). 1974. Resumen del panel sobre métodos para la evaluación de ensayos en control de malezas en Latinoamérica. *In* Congreso de ALAM. Cali, CO, ALAM.6 – 12.
- Anzalone, A; Arizaleta, M; Vargas, J. 2014. Respuesta del caféto (*Coffea arabica*) “Catuaí” a los herbicidas glifosato,

- clomazone, linuron 2-4 D, Metsulfuron-Metil, Rimosulfuron y Clorimuron-Etil. *Bioagro* 26(1):3-12.
- Ayala, N. 2010. Manejo pos cosecha del tomate. San Lorenzo, PY, MAG. 2 p.
- Cáceres Rolón, JE. 2015. Eficiencia de herbicidas en el cultivo de tomate rastrero. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, Facultad de Ciencias Agrarias, UNA. 44 p.
- Cavalieri, S; Santana, R. 2012. Fitotoxicidade de alternativas herbicidas para a cultura do tomate para processamento industrial. *In* Congresso Brasileiro da Ciências das plantas daninhas na era da biotecnologia. Campo Grande, BR, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. p. 65 – 69.
- De Ross, L; Dal Magro, T. 2017. Weed control and crop selectivity of post-emergence herbicides in common beans. *Ciencia Rural* 47(3):1-6.
- Figueredo, S; Loeck, A; Rosenthal, M; Agostinetti, D; Fontana, L; Rigoli, R. 2007. Influencia de doses reduzidas do glyphosate no tomateiro (*Lycopersicon esculentum*). *Planta Daninha* 25(3):849- 857.
- Gómes, F; Christoffoleti, P. 2007. Biología y manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. *Planta Daninha* 26(4):79-86.
- Gómez, J. 2011. Herbicidas agrícolas: formulaciones, usos, dosis y aplicación. 3 ed. México, Trillas. 304 p.
- López, H; Salas, P. 2006. Evaluación de la Fitotoxicidad del herbicida Metribuzin en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y su eficacia en el control de malezas. *Investigación Agraria* 8(2):29-37.
- Ríos Velázquez, DR. 2016. Herbigación en el cultivo de tomate industrial. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY, Facultad de Ciencias Agrarias, UNA. 41 p.

Productividad y perfil lipídico de la microalga *Tetradismus wisconsinensis* en distintos medios de cultivo

Tomás Rodrigo López^{1*}, Sergio Gabriel Rodríguez Bonet¹, Edgar Fidel Galeano Delgado¹, Alejandro Daniel Giménez Benítez²

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay

² Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay

*Autor para correspondencia: tomaslopezfacen@gmail.com

Introducción

La biodiversidad de microalgas es enorme, se han identificado alrededor de 40.000 especies aunque se estima que existan más de 100.000, de las cuales con frecuencia se desconoce su composición bioquímica y metabolismo (Monthieu 2010). La microalga *Tetradismus wisconsinensis* es un alga verde de la familia Scenedesmaceae, muy característica de estanques y arroyos no muy caudalosos. Es una especie de alga colonial microscópica. Las medidas de las células ovoides van de entre 4 y 5,2 micras para el ancho de cada célula y de entre 12 μ a 14,5 μ para el largo de célula (Smith 1913).

La composición del medio de cultivo y las condiciones de crecimiento tienen un efecto importante en el rendimiento de biomasa y en el contenido de lípidos. Se ha demostrado que la limitación de nitrógeno y fósforo, incrementan el contenido lipídico en microalgas (Badillo et al. 2012). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (1989), los medios de cultivo son un conjunto de componentes que suministra las condiciones necesarias para el desarrollo de diferentes microorganismos.

Los medios artificiales se usan principalmente para fines experimentales, debido a que brinda resultados constantes, aunque existen algunas especies que no crecen en estos medios por factores desconocidos que afectan su crecimiento. Los medios utilizados en este trabajo fueron el medio definido Bristol y el fertilizante foliar NPK.

Los fertilizantes se han considerado como una alternativa económica para reducir los altos costos en la producción de microalgas, mientras que el medio de cultivo Bristol es el medio formulado más utilizados para el cultivo de microalgas ya que contiene todos los elementos necesarios para el crecimiento de estos microorganismos, utilizando para el efecto reactivos de grado analítico lo cual encarece su uso (Piña et al. 2007).

Los objetivos del presente trabajo fueron la de cuantificar la productividad lipídica de la microalga *Tetradismus wisconsinensis* en cada medio y determinar el perfil lipídico del aceite obtenido.

Metodología

El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción-(Paraguay), en los Laboratorios de: Mutagénesis Ambiental y de Biotecnología Molecular, de los Departamentos de Biología y Biotecnología respectivamente. Los tratamientos consistieron en distintos medios de cultivos utilizados para el crecimiento de la microalga de la especie *Tetradismus wisconsinensis*.

Para el crecimiento y desarrollo de la microalga se tuvo en cuenta ciertas condiciones que estimularon su producción, entre ellas se encuentran la intensidad lumínica, con 2 fluorescentes de 2.160 Lumen cada uno, el fotoperiodo de 16:8 luz/oscuridad, agitación constante, pH con un rango de 6-9, dependiendo de cada medio, temperatura de $23\pm 3^{\circ}\text{C}$. Los medios de cultivo testeados fueron el Bristol y el fertilizante foliar

NPK con distintas concentraciones, el 8:15:10 y el 20:20:20 respectivamente.

Para aumentar la producción se realizó el escalado de la microalga a recipientes de mayor volumen, llegando a un volumen final de 20 L para cada medio. Se determinó la cinética de crecimiento mediante el recuento en cámara de Neubauer y por densidad óptica en un espectrofotómetro. Al llegar a fase exponencial se procedió a la obtención de la biomasa de los diferentes cultivos, para el efecto se utilizó la técnica de filtración al vacío con una bomba de 1/6 Hp de potencia, marca Vaccum Pump y un kitasato borosilicato con filtro de vidrio y vaso. Se utilizaron filtros de celulosa de 8 micras de diámetro de poro. La biomasa obtenida fue llevada a una estufa a 70°C para su secado hasta obtener un peso constante.

Para el cálculo de la productividad de la biomasa (Pb), se utilizó la siguiente fórmula:

$$Pb: \frac{Pst2 - Pst1}{(T2 - T1) \cdot V} \quad (g \, d^{-1} L^{-1})$$

Pst2: peso seco en la fase exponencial (g).

Pst1: peso seco en otra fase de crecimiento (g)

T2 – T1: diferencia en los dos periodos de extracción (d). V: volumen de la muestra (L)

La extracción del aceite de la biomasa se realizó por métodos químicos utilizando solventes. Se mezcló la biomasa de la microalga con etanol anhidro, en una proporción de 5 mL de etanol por cada gramo de muestra, posteriormente la mezcla se introdujo dentro de un frasco Erlenmeyer y fue agitado 24 horas. Seguidamente se agregó éter de petróleo 0,2 mL por cada mL de etanol utilizado

y un volumen igual al total de una solución de cloruro de sodio al 10% y se dejó decantar. La mezcla se agitó y luego fue centrifugada a 3000 rpm por 5 min, posteriormente la fase etérea fue separada por decantación, mientras que a la fase acuosa se le añadió el mismo volumen de éter de petróleo y se repitió el proceso anterior (González Delgado y Kafarov 2012). El resto de los solventes fue eliminado de la mezcla utilizando un rotavapor. Luego se calculó los lípidos totales (LT) al aplicar la siguiente expresión:

$$LT = \left(\frac{PA}{PBS} \right) 100 \quad (\%)$$

PA: peso de lípidos (g). PBS: peso de biomasa seca (g)

Para la determinación de productividad volumétrica de lípidos (Pvl) se utilizaron los datos anteriores, y se aplicó en la siguiente fórmula:

$$Pvl = LT \times Pb \times 1000 \quad (mg \, L^{-1} d^{-1})$$

Por último se realizó la determinación del perfil lipídico del aceite obtenido. La misma se realizó con un equipo GC (Cromatógrafo Gaseoso) marca Agilent, modelo 7890A, con detector FID.

Resultados y discusión

Los tres medios (medio definido Bristol, NPK 20:20:20 y medio NPK 8:15:10) fueron sometidas a las mismas condiciones cultivo, por lo tanto la diferencia en el total de biomasa extraída debió estar relacionada con la concentración de nutrientes de cada medio.

El porcentaje de lípidos totales en la biomasa de los distintos medios osciló entre 0,77 y 3,19 %,

Tabla 1. Productividad de biomasa, lípidos totales y productividad volumétrica de lípidos de *T. wisconsinensis* en distintos medios.

<i>T. wisconsinensis</i>	Lípidos totales (% p/p)	Productividad de biomasa (mg d ⁻¹ L ⁻¹)	Productividad volumétrica de lípidos (mg L ⁻¹ d ⁻¹)
Bristol (40:50:100)	0,77	23	0,1771
NPK 8:15:10	3,09	3,5	0,1081
NPK 20:20:20	3,19	4,3	0,1372

siendo el mayor contenido lipídico el alcanzado en el medio NPK 20:20:20 y el más bajo en el Bristol. La productividad volumétrica fue mayor en el medio Bristol con 0,1771; seguido por el NPK 20:20:20 con 0,1372 y por último, el valor más bajo en NPK 8:15:10 con una concentración 0,1081 mg d⁻¹L⁻¹.

La razón por la que se obtuvo mayor porcentaje de lípidos totales en el medio NPK 20:20:20 con relación a la del grupo control Bristol, pudo deberse a la limitación de nutrientes en el primero, esto ocasiona mayor estrés durante su crecimiento, lo que trae como consecuencia el incremento de las reservas de lípidos en la célula.

En cuanto a la productividad volumétrica de lípidos no hubo mucha variación en los resultados debido a la relación inversa que existe entre los lípidos totales y la productividad de

biomasa. Según Hernández y Labbé (2014) el nitrógeno es el nutriente más importante para las microalgas, es también un factor crítico para regular el contenido de lípidos de las mismas y a menudo reduce la productividad de biomasa. Generalmente la productividad y el contenido de lípidos se encuentran inversamente relacionados, esto se confirma en los resultados obtenidos en este estudio.

En la Tabla 2 se muestran los resultados del perfil lipídico del aceite obtenido de la microalga *T. wisconsinensis* analizado en un GC. Fueron identificados 5 ácidos grasos en los 3 medios utilizados, entre ellos tenemos los ácidos grasos saturados el mirístico y el esteárico y los insaturados oleico, linoleico y linolénico, estos dos últimos representan ácidos grasos esenciales para el organismo.

Tabla 2. Perfil de ácidos grasos del aceite de la microalga *T. wisconsinensis* en los distintos medios

Ácidos grasos (%)	Medios		
	Bristol	NPK 8:15:10	NPK 20:20:20
Mirístico C ₁₄ H ₂₈ O ₂	23,94	25,93	19,06
Esteárico C ₁₈ H ₃₆ O ₂	0,93	0,86	0,88
Oleico C ₁₈ H ₃₄ O ₂	7,38	12,03	11,87
Linoleico C ₁₈ H ₃₂ O ₂	7,96	7	7,30
Linolénico C ₁₈ H ₃₀ O ₂	23,57	18,59	22,39
Saturado	24,87	26,79	19,94
Insaturado	38,91	37,62	41,56
Total	63,78	64,41	61,50

Resalta la presencia de ácidos grasos esenciales, entre ellos está el linolénico (Omega 3) necesario para ciertas funciones que el organismo no puede sintetizar, por lo que debe obtenerse por medio de la dieta como suplemento alimenticio. Se puede apreciar que en los tres medios, este ácido se encuentra en buena proporción.

También se encuentra pero en menor proporción el ácido graso esencial linoleico (omega 6), con ligeras variaciones entre los valores.

Conclusiones

La productividad de biomasa fue muy hasta seis veces superior en el medio Bristol, respecto a los fertilizantes foliares NPK tanto de formulación 20:20:20 como la 8:15:10. No obstante el porcentaje de lípidos totales fue inverso al rendimiento de biomasa, siendo superior en los dos medio a base de NPK. En cuanto al perfil lipídico del aceite obtenido de la microalga *Tetrademus wisconsinensis*, no hubo mucha variación y los resultados fueron similares al comparar los tres medios utilizados.

Sin embargo destaca el contenido de los ácidos grasos esenciales, lo que lo vuelve interesante como posible suplemento alimenticio.

Referencias bibliográficas

- Badillo, J; Fernández, L; Millán, A; Montiel, J. 2012. Producción de biocombustibles a partir de microalgas (en línea). El Fuerte, MX. Consultado 28 ago. 2013. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46125177011>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 1989. Producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura, una diagnosis. IT. Consultado 28 jun. 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab473s/AB473S02.htm#chII>
- González, ÁD; Kafarov, V. 2012. Design and adjustment of coupled microalgae oil extraction methods for the development of a topology of biorefinery. *Prospect* 10(1):113-123.
- Hernández, A; Labbé, J. 2014. Microalgas, cultivo y beneficios (en línea). Vitacura, CH. Consultado 26 ago. 2015. Disponible en <http://www.scielo.cl/pdf/revbiolmar/v49n2/art01.pdf>
- Monthieu, C. 2010. Estudio técnico económico de la extracción de los lípidos de las microalgas para la producción de biodiesel (en línea). Madrid, ES. Consultado 27 febr. 2014. Disponible en <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/4c2200f964f8e.pdf>
- Piña, P; Medina, M; Nieves, M; Leal, S; López, J; Guerrero, M. 2007. Cultivo de cuatro especies de microalgas con diferentes fertilizantes utilizados en acuicultura (en línea). Habana, CU. Consultado 28 jun. 2014. Disponible en <http://www.cim.uh.cu/rim/pdf/2007/3/2007-225.pdf>
- Smith, GM. 1913. *Tetrademus*, a new four-celled coenobitic alga. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 40(2):75-87.

Inducción de callos en variedades locales de *Sesamum indicum* de Paraguay

Mónica Patricia Núñez Lezcano¹, María Eugenia Flores Giubi¹, Rosa María Oviedo de Cristaldo²,
María Cristina Romero-Rodríguez^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay

²Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: mcrr.84@gmail.com

Introducción

El sésamo (*Sesamum indicum* L.), es una oleaginosa cultivada desde la antigüedad, las semillas son comestibles y de gran valor nutritivo por la presencia de antioxidantes y proteínas, utilizado antiguamente como única fuente de aceite. Su centro de origen es discutido entre Asia y África, posteriormente se difundió a los demás continentes hasta llegar a Paraguay, en donde se han desarrollado variedades locales adaptadas a las condiciones ambientales, y mayormente es cultivado por pequeños productores (Ramírez et al. 2013).

La producción está limitada por factores tales como la fertilidad del suelo, suministros de nutrientes, enfermedades fúngicas, etc. (Pathak et al. 2014) lo que traduce en una disminución de la producción, por lo que los programas de mejora actualmente existentes son muy necesarios. Los métodos convencionales utilizados para la mejora de la especie tienen una gran desventaja, y es que se necesitan varios años para llegar a una nueva variedad. Para reducir ese tiempo existen programas de fitomejoramiento en las que se utilizan técnicas biotecnológicas, aplicado a diferentes especies cultivadas así como también al sésamo sin embargo ésta especie presenta un desafío, la recalcitrancia para la regeneración *in vitro* (Raja et al. 2010) y además, esta recalcitrancia está condicionada por el genotipo dentro de la misma especie, por esto se hace necesario el establecimiento de una metodología de inducción de células no diferenciadas, conocidas como callos, para aplicar los métodos biotecnológicos a la mejora de diferentes variedades de sésamo.

Para dicho proceso se utilizó la combinación de diferentes hormonas vegetales entre las que se encuentra principalmente auxinas y citoquininas (Ikeuchi et al. 2013).

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una metodología para inducción de callos en cuatro variedades de *Sesamum indicum* L.

Metodología

El trabajo fue realizado en el departamento de fitoquímica de la Facultad de Ciencias Químicas en conjunto con el laboratorio de Biotecnología del Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de Asunción. Las variedades de semillas de *S. indicum* utilizadas fueron: Escoba blanca (EB), Seda, K3 y SH1 que fueron almacenadas en bolsas de polietileno a 4°C y humedad relativa del ambiente inferior a 40%, de acuerdo con los procedimientos estandarizados. Para la desinfección de semillas estas fueron lavadas con una solución de cloro activo de 1% durante tres minutos, y posteriormente se realizó un lavado con agua destilada estéril durante 3 minutos para eliminar el exceso de hipoclorito.

Todo este proceso se llevó a cabo bajo condiciones estériles en una campana de flujo laminar. Las semillas desinfectadas se mantuvieron en agua estéril durante al menos 20 h para facilitar la remoción de la testa. El día posterior a la desinfección se procedió a la obtención de los explantes a ser evaluados: eje embrionario y cotiledón. Se eliminó la testa de la semilla, y se realizó un corte con ayuda de un bisturí, para separar

el eje embrionario y el cotiledón. Posteriormente cada explante se colocó en el medio de inducción de callos correspondientes. Por cada variedad se obtuvo un total 30 explantes, repartidos en tres placas, todo esto según lo descrito por Al-Shafeay y colaboradores en el 2011 con mínimas modificaciones. Para inducir la desdiferenciación celular, es decir la formación de callos, se utilizó como medio basal el medio Murashige y Skoog suplementado con 3% de sacarosa como fuente de carbono y fitoagar al 0,7%. El pH fue ajustado a 5,8 y posteriormente se procedió a la esterilización en autoclave. Las hormonas fueron agregadas luego de la esterilización, las concentraciones ensayadas se muestran en la Tabla 1 para cada medio de desdiferenciación.

Los explantes se colocaron en el medio de cultivo correspondiente y se mantuvieron en una

sala de cultivos con condiciones controladas: luz continua, 50% de humedad relativa y 26 °C de temperatura, a los cuales se les realizó un seguimiento observacional durante un periodo de 20 días según lo descrito por Al-Shafeay y colaboradores; se registró la aparición de callos y se calculó el porcentaje de formación de callos por cada medio.

Los porcentajes de formación de callos obtenidos en cada medio se compararon mediante un análisis de varianza (ANOVA) y la comparación entre las medias se estimaron mediante la prueba de Bonferroni ($p=0,05$), se utilizó el paquete estadístico GraphPadPrism. Se consideraron diferencias significativas con un 95% de confianza $p<0,05$ para ANOVA y para la prueba de Bonferroni.

Tabla 1. Medios de desdiferenciación y las concentraciones de hormonas

Medio de desdiferenciación (MD)	Fitohormona	Concentración (mg L ⁻¹)
MD1	AIA*	0,1
MD2	AIA	0,5
MD3	2,4 D**	0,1
MD4	2,4 D	0,5
MD5	2,4 D + BA***	0,5 + 0,5

*AIA: ácido indolacético **2,4 D: diclorofenoxiacético ***BA: 6- Bencilaminopurina

Resultados y discusión

La hormona natural ácido indol acético (AIA) presentó una baja efectividad para la inducción de callos. A una concentración de 0,1 mg L⁻¹ indujo la formación de callos en solamente un 3,3% de los ejes embrionarios de la variedad SEDA; mientras que una concentración de 0,5 mg L⁻¹ indujo la formación de callos en 6,7%; 33,3% y 20% de los ejes embrionarios de las variedades EB, Seday SH1; sin embargo en el eje embrionario de la variedad K3 no se indujo la desdiferenciación celular. En la mayoría de los explantes de eje embrionario de todas las variedades expuestas a AIA se produjo la organogénesis de la planta completa desarrollándose raíz y tallo y hoja, por otro lado los cotiledones progresaron a tejido fotosintéticamente activo.

Al comparar el porcentaje de formación de callos de ambos explantes (cotiledón y eje embrionario) entre las variedades en diferentes medios a los 20 días (Figura 1) se observa que en el medio MD2 existen diferencias estadísticamente significativas entre todas las variedades, sin embargo el porcentaje de formación de callos a partir del eje embrionario es inferior a 50%, mientras que en el cotiledón no hubo inducción de callos, por lo no constituye un medio óptimo para la formación de callos. Para los medios MD3 y MD4 no existen diferencias significativas entre las variedades para ningún de los explantes, en todas las variedades la formación de callos es 100% con excepción del eje embrionario de la variedad Sedaen MD3 que fue de 80%, al igual que el cotiledón de la misma variedad pero en MD4. Los datos obtenidos en MD1 no se muestran en la figura debido a que no hubo inducción de callos.

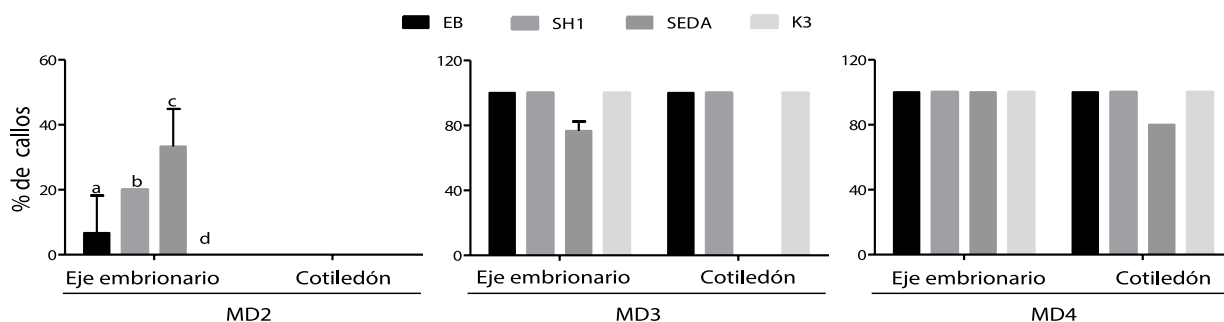


Figura 1. Comparación del porcentaje de formación de callos entre variedades por explante para los distintos medios ensayados.

Estos resultados indican que en las condiciones experimentales no existen diferencias estadísticamente significativas entre las variedades analizadas.

Posteriormente se comparó el porcentaje de callos formados entre explantes de las distintas variedades en estudio en el medio MD4 a los días 5, 10 y 20 días. Se encontró que a los cinco días hubo diferencias estadísticamente significativas entre los explantes de todas las variedades, siendo el porcentaje de formación de callos del 100% para el eje embrionario de todas las variedades.

A los diez días se observó un porcentaje de formación de callos en los cotiledones del 100% para EB, SH1 y K3, y 80% para Seda. Finalmente a los 20 días tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los explantes siendo el porcentaje de formación de callos de 100% (Figura 2).

Realizando la comparación entre los explantes de las diferentes variedades, se puede ver que no existe diferencias estadísticamente significativas, pero si se puede decir que el eje embrionario desarrolla callos de manera

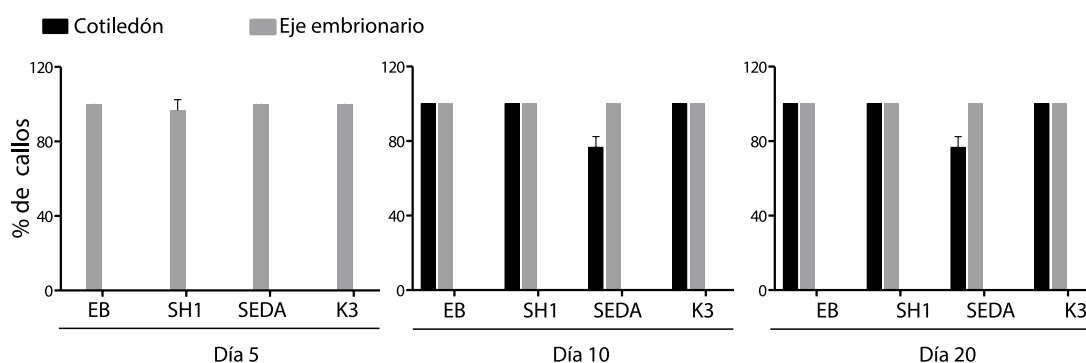


Figura 2. Comparación del porcentaje de formación de callos entre explantes de las variedades analizadas.

más rápida. Se observó que a los días cinco de cultivo, los callos del eje embrionario presentan buen aspecto (Figura 3a), a los días diez la masa celular aumentó de tamaño y aún mantienen el color original (Figura 3b), sin embargo a los 20 días se observó oscurecimiento de la masa y el crecimiento se detuvo, hubo un marcado cambio en el color, observándose un color pardo oscuro

(Figura 3c), efecto que podría deberse a la oxidación de los polifenoles (Concepción et al. 2005), lo cual se da por la ausencia de vitaminas y antioxidantes en el medio de dediferenciación. Por otro lado los callos que se formaron a partir del cotiledón presentaron la misma evolución (Figura 3d, e, f).

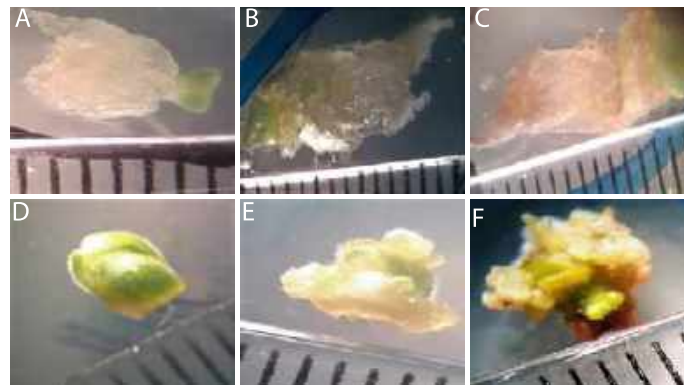


Figura 3. Imagen representativa de la evolución de los callos formados a partir del eje embrionario y cotiledón. Eje embrionario y cotiledón a los 5 días (A, D); 10 días (B, E) y 20 días (C, F)

Por otro lado los callos que se formaron a partir del cotiledón presentaron la misma evolución. Los resultados obtenidos para MD5 fueron 100% de formación callos para eje embrionario a partir del día 5 y para cotiledón 63,3% a partir del día diez de cultivo. Estos callos presentaron un aspecto visual en cuanto a tamaño y estructura mucho menor comparando con el medio MD4.

Conclusión

El eje embrionario de sésamo constituye el mejor explante para inducción de callos bajo estas condiciones experimentales, debido a que forman callos en mayor porcentaje y tamaño. Los cotiledones de todas las variedades ensayadas presentan bajo porcentaje de desdiferenciación.

El medio con mayor efectividad para la inducción de callos fue el MD4, debido a que presentó un mayor porcentaje de formación de células indiferenciadas para todas las variedades ensayadas. Este trabajo constituye un importante aporte para desarrollar y establecer la metodología para regeneración de las variedades locales de sésamo.

Referencias bibliográficas

Al-Shafeay, A; Ibrahim, A; Nesiem, M; Tawfik, M. 2011. Establishment of regeneration and transformation system in Egyptian sesame

(*Sesamum indicum* L.) cv Sohag 1. GM Crops 2(3):182-192.

Concepción, O; Nápoles, L; Pérez, AT; Hernández, M; Peralta, N; Trujillo, R. 2005. Efecto de tres antioxidantes en el cultivo in vitro de ápices de guayaba (*Psidium guajava* L.): relación entre el origen del explante y el contenido de compuestos fenólicos. Cultivos tropicales 26(1):33-39.

Ikeuchi, M; Sugimoto, K; Iwase, A. 2013. Plant callus: mechanisms of induction and repression. Plant Cell 25(9):3159-3173.

Pathak, N; Rai, AK; Kumari, R; Thapa, A; Bhat, KV. 2014. Sesame crop: an underexploited oilseed holds tremendous potential for enhanced food value. Agricultural Sciences 5(6):519.

Raja, A; Jayabalan, N. 2010. Callus induction and plantlet regeneration from leaf explants of Sesame (*Sesamum indicum* L. cv. SVPR - 1). Journal of the Swamy Botanical Club 27:93-98.

Ramírez, ALZ; Enciso, VR. 2013. Comparación de rentabilidad del sésamo (*Sesamum indicum* L.) entre fincas de indígenas y de Latinos – Paraguayos en el Departamento de Boquerón. Investigación Agraria 9(2):29-38.

Conocimientos de la población paraguaya sobre los cultivos obtenidos por ingeniería genética

Danilo Fernández Ríos^{1*}, Laura Mendoza de Arbo², Claudia Rezende Ribeiro Rodas¹, Juana Zaracho de Irazusta², Gabriela Ulke Mayans², José Velázquez Franco¹, Danila López Galli¹, Pilar Gómez Paniagua¹, Nidia Benítez Candia¹

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN), Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

²Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN), Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Asunción, Paraguay

*Autor para correspondencia: dfernandez@facen.una.py

Introducción

En los últimos 25 años, a través de la biotecnología, numerosos productos agrícolas obtenidos por ingeniería genética (GE) fueron desarrollados con la finalidad de impulsar su productividad a través de la disminución de su susceptibilidad a determinadas plagas y productos fitosanitarios, así como agregar valor nutricional a determinados alimentos (Harrigan et al. 2010). Esto a su vez generó el debate sobre los riesgos y las oportunidades que implica su utilización.

La Organización Mundial de la Salud, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico refieren que la inocuidad de cualquier nuevo alimento destinado a consumo humano debe ser cuidadosamente evaluada, y existen directrices en este sentido (Codex Alimentarius 2003, Haslberger 2003, OECD 2010, 1993, 2015, Fernández Ríos et al. 2015). Los cultivos GE no están exentos de esta disposición, a pesar de que estas instituciones mencionan que los cultivos GE disponibles en el mercado internacional han pasado las evaluaciones de riesgo (Santa Cruz Peralta et al. 2014), y que existen publicaciones científicas sobre estudios a largo plazo que señalan que en los más de 20 años de utilización de cultivos GE como alimento y forraje se ha producido evidencia suficiente de que no es probable que presenten riesgos para la salud humana y animal (Herman y Price 2013, Herman et al. 2009, Nicolai et al. 2014).

De acuerdo con un informe publicado recientemente por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (National Academies of Sciences, Engineering 2016), no hay ninguna diferencia en los efectos potenciales para la salud o adversos en los cultivos GE en comparación con los convencionales. En otras palabras, los cultivos GE son tan seguros para consumo como sus homólogos no-GE o convencionales.

La producción de cultivos GE ha generado diversidad de opiniones en cuanto a su uso y aceptación en la comunidad mundial (Priest 2000, McComas et al. 2014). En este contexto, la percepción pública hacia la biotecnología y particularmente hacia la inclusión de cultivos GE en los alimentos varía en los diferentes países desarrollados, y parece ser menos receptiva en los países europeos que en los Estados Unidos (Delwaide et al. 2015, Tosun 2014).

El Paraguay está integrado al mundo principalmente a través de su actividad agropecuaria, por lo que es necesario recabar datos locales sobre la percepción de los cultivos GE por parte de la población a fin de planificar posibles estrategias de comunicación sobre las ventajas y limitaciones de las diversas tecnologías utilizadas en el país. Además, durante el presente trabajo se ha intentado conocer las actitudes, los comportamientos y el nivel de información manejado por nuestra población en lo que respecta a los cultivos GE. Los resultados que se deriven de este estudio serán fundamentales en las políticas públicas de información y comunicación veraz, eficaz y oportuna para la población.

El objetivo de la presente investigación fue conocer el nivel de conocimientos de la población paraguaya acerca de la biotecnología moderna, ingeniería genética, bioseguridad y los cultivos GE, así como también su percepción sobre la seguridad de los mismos.

Metodología

Fueron seleccionados diez Departamentos del Paraguay: Caacupé, Caazapá, Central, Alto Paraná, Guairá, Paraguari, Canindeyú, Misiones, Itapúa y Caaguazú en el periodo 2014-2016. Se aplicó una encuesta (Valdez et al. 2004) a las poblaciones de cada Departamento. Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia de corte transversal con componente analítico.

A cada individuo encuestado se le tomaron datos de edad, género y nivel de escolaridad culminado. La encuesta fue aplicada en forma personal por profesionales técnicos capacitados del INAN y de la FACEN a un total de 2.247 individuos con una edad de entre 20 y 54 años, en lugares de alta afluencia de público como ser Hospitales Regionales, Gobernaciones, Municipalidades, Colegios, Universidades públicas y privadas, Instituciones públicas y privadas), criterios que se tuvieron en cuenta como inclusión de los participantes de la muestra. En el presente estudio, las preguntas fueron adaptadas al contexto local por profesionales del área de la salud y la academia.

La encuesta se estructuró con 35 variables sobre

el conocimiento y la apreciación global de la población en relación a los cultivos GE, como por ejemplo: ha oído hablar sobre cultivos GE, son peligrosos los cultivos GE, consume alimentos derivados de cultivos GE, recibió información sobre cultivos GE y de quién se recibió la información.

Los resultados obtenidos de la ficha de recolección de datos fueron digitados en una planilla electrónica pre-codificada y analizados en el paquete estadístico.

Resultados y discusión

Al referirse a un estudio probabilístico por conveniencia, las muestras fueron recolectadas en diez departamentos del país. La mayoría de los encuestados pertenecían al VIII Departamento de Misiones (n=380), seguidos por Alto Paraná (n=353), Caaguazú (n=307), Canindeyú (n=306), Villarrica (n=199), Itapúa (n=192), Central (n=167), Caazapá (n=149), Cordillera (n=104) y Paraguari (n=90) 64% de los encuestados de la muestra ven programas televisivos sobre ciencia y tecnología, pero casi la mitad (46%) no escucha hablar sobre biotecnología moderna. 71% de la muestra ha oído hablar o conoce sobre los cultivos GE 23% de la muestra no ha oído hablar o no conoce los organismos GE, sin embargo opina que son peligrosos; mientras que el 30% no respondió a la pregunta “ha oído o conoce los cultivos GE”, pero afirma que son peligrosos (Figura 1).

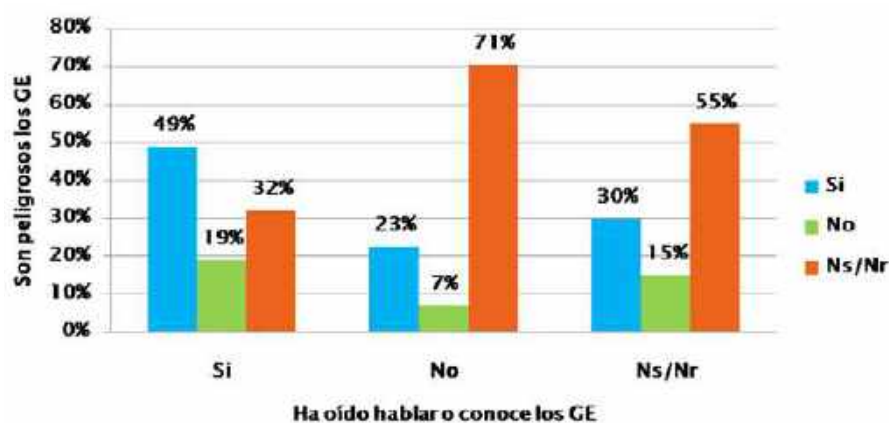


Figura 1. Análisis comparativo de respuestas recolectadas en diez departamentos del país: Ha oído hablar o conoce los cultivos GE versus son peligrosos los cultivos GE.

Más de la mitad no sabe o no responde si consume alimentos derivados de cultivos genéticamente modificados. El 75% de la población estudiada no sabe o no responde si en el Paraguay existe un ente estatal encargado de la regulación de los cultivos GE.

Casi la totalidad de los encuestados (88%) afirma que desea recibir información sobre cultivos GE, optando por diferentes fuentes de información

o la asistencia a charlas técnicas; esto puede deberse a que las charlas técnicas son aptas para la interacción entre los instructores y los receptores de la información. Teniendo en cuenta que la mayoría de la población encuestada no se encuentra concentrada en la capital del país, se prefieren varias fuentes de información a través de folletos (9%), internet (6%), televisión (5%), correo electrónico y revistas (4%, respectivamente) (Figura 2).



Figura 2. Análisis comparativo de respuestas recolectadas en diez departamentos del país sobre: Medios a través de los cuales le gustaría recibir información sobre cultivos GE.

Se consideró de relevancia que gran parte de la muestra prefiere recibir información de más de

una Institución, siendo en este caso representados por el Gobierno Nacional y el área de salud.



Figura 3. Análisis comparativo de respuestas recolectadas en diez departamentos del país sobre: Instituciones de las que se prefiere recibir información sobre cultivos GE.

Conclusión

Los resultados de la investigación sugieren un escaso conocimiento de la población paraguaya acerca de la biotecnología, bioseguridad y cultivos GE. Las poblaciones encuestadas afirman querer recibir información en relación a este tema.

Referencias bibliográficas

- Codex Alimentarius. 2003. Principles for the risk analysis of foods derived from modern biotechnology. Rome, IT, CAC/GL 44-2003. (Joint FAO/WHO Food Standards Programme, 4).
- Delwaide, A-C; Nalley, LL; Dixon, BL; Danforth, DM; Nayga Jr., RM; Van Loo, EJ; Verbeke, W. 2015. Revisiting GMOs: are there differences in European Consumers' acceptance and valuation for cisgenically vs transgenically. *Bred Rice* 10(5):e0126060.
- Fernández Ríos, D; Benítez Candia, NB; Ibarra Salomón, MJ; Oviedo de Cristaldo, R; Rubinstein, C; Vicién, C; García-Alonso, M. 2015. Evaluación de inocuidad de alimentos y forrajes derivados de cultivos obtenidos por ingeniería genética: utilización de la formulación de problemas. *Steviana* 7:3-24.
- Harrigan, GG; Lundry, D; Drury, S; Berman, K; Riordan, SG; Nemeth, MA; Ridley, WP; Glenn, KC. 2010. Natural variation in crop composition and the impact of transgenesis. *Nature Biotechnology* 28(5):402-404.
- Haslberger, AG. 2003. Codex guidelines for GM foods include the analysis of unintended effects. *Nature Biotechnology* 21(7):739-741.
- Herman, RA; Chassy, BM; Parrott, W. 2009. Compositional assessment of transgenic crops: an idea whose time has passed. *Trends in Biotechnology* 27(10):555-557.
- Herman, R; Price, W. 2013. Unintended compositional changes in genetically modified (GM) crops: 20 years of research. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61(48):11695-11701.
- McComas, KA; Besley, JC; Steinhardt, J. 2014. Factors influencing US consumer support for genetic modification to prevent crop disease. *Appetite* 78:8-14.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016. Human health effects of genetically engineered crops. genetically engineered crops: experiences and prospects. Washington, US, The National Academies Press. p. 171-254.
- Nicolia, A; Manzo, A; Veronesi, F; Rosellini, D. 2014. An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. *Critical Reviews in Biotechnology* 34(1):77-88.
- OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 1993. Safety evaluation of foods derived by modern biotechnology: concepts and principles. Paris, FR, Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 2010. Consensus document on molecular characterisation of plants derived from modern biotechnology. Paris, FR, Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 2015. Safety assessment of foods and feeds derived from transgenic crops. Paris, FR, Organisation for Economic Co-operation and Development. v.2.
- Priest, SH. 2000. US public opinion divided over biotechnology. *Nat Biotech* 18(9):939-942.
- Santa Cruz Peralta, A; Benítez Candia, N; Arrúa Alvarenga, A; Oviedo de Cristaldo, R; Fernández Ríos, D. 2014. Dos décadas de cultivos biotecnológicos. *Agrotecnología* 4:38-43.
- Tosun, J. 2014. Agricultural biotechnology in Central and Eastern Europe: determinants of cultivation bans. *Sociologia Ruralis* 54(3):362-381.
- Valdez, M; Rodríguez, I; Sittenfeld, A. 2004. Percepción de la biotecnología en estudiantes universitarios de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 52:745-756.

Evaluación de la producción de moléculas de alto y bajo peso molecular implicadas en la antibiosis de tres especies de *Trichoderma* contra *Macrophomina phaseolina*

Alberto Anastacio Cubilla Rios¹, María Cristina Romero Rodríguez¹, María Eugenia Flores-Giubi¹,
Javier E. Barúa^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia: javierbarua@qui.una.py

Introducción

Paraguay es conocido por su gran capacidad de producción agrícola, sin embargo, el sector productivo se enfrenta a grandes pérdidas económicas ocasionadas por la infección con hongos fitopatógenos como los ocasionados por hongos necrotróficos del género *Macrophomina*, los cuales poseen una gran capacidad destructiva, pudiendo infectar a más de 500 especies de plantas (Mihail et al. 1995). La creciente preocupación por el uso indiscriminado de sustancias químicas para el control de fitopatógenos ha impulsado la búsqueda de nuevas estrategias que permitan reemplazar o minimizar el uso de sustancias químicas que pudieran ser nocivas.

El control biológico constituye una alternativa que consiste en utilizar organismos vivos con el objetivo de controlar las poblaciones de otro organismo. Los hongos del género *Trichoderma* poseen la capacidad de controlar el crecimiento de los hongos fitopatógenos (Harman et al. 2004; Lorito et al. 2010), actuar como biofertilizantes cuando entran en contacto con algunas plantas y también de promover en ellas una respuesta de defensa (Shoresh et al. 2010; Hermosa et al. 2012). La acción biocontroladora de este género puede deberse a un mecanismo de antibiosis en el cual participan moléculas con actividad antifúngica sobre otros hongos sensibles, estas moléculas pueden ser proteínas de alto peso molecular y/o péptidos o metabolitos de bajo peso molecular.

En el presente trabajo se evaluó la contribución de moléculas, separadas por peso molecular,

secretadas por especies del género *Trichoderma* para el control del crecimiento de dos aislados de *Macrophomina phaseolina* de Paraguay. Además, se caracterizó el perfil de las proteínas secretadas al medio de cultivo.

Metodología

Se utilizaron tres cepas de referencia: *Trichoderma harzianum* T34 (CECT2413), *Trichoderma brevicompactum* (IBT40841) y *Trichoderma arundinaceum* (IBT40837); dos cepas nativas *Macrophomina phaseolina* FCQ6 aislado de soja y *Macrophomina phaseolina* FCQ9 aislado de sésamo, todos mantenidos en PDA (Papa-Dextrosa-Agar). Todos los microorganismos son mantenidos en el cepario micológico de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción.

Para el ensayo de antibiosis de moléculas de alto y bajo peso molecular se utilizó el método de Malmierca et al. (2012), empleando placas de Petri estériles con PDA, sobre las cuales se colocaron membranas de celofán o diálisis (Sigma®), previamente cortadas y sobre ellas un disco de micelio del género *Trichoderma*, se incubó a 30°C durante 48 horas (h). Luego de transcurrido el tiempo de incubación, se retiró la membrana con el micelio de *Trichoderma* spp., y sobre el mismo punto en el que estuvo el disco de micelio de *Trichoderma* spp., se colocó un disco de micelio del hongo fitopatógeno. Se incubaron todas las placas a 30°C y se registraron cada 24 h la evolución en crecimiento diametral de cada colonia. Todos los experimentos se realizaron por triplicado. Para el control se emplearon placas

con membranas sin discos de *Trichoderma* spp., con lo que se calculó el porcentaje de inhibición del crecimiento radial. Los promedios de los porcentajes de inhibición radial obtenidos en cada ensayo se compararon con la prueba de *t* de Student; para ello, se utilizó el paquete estadístico *Graph Pad Prism* (Motulsky 1999). Se consideraron diferencias significativas con un 95% de confianza $p < 0,05$.

Para la obtención del perfil electroforético de proteínas secretadas por *Trichoderma* spp. se cultivó el hongo en medio líquido PDB (Papa-Dextrosa-Caldo) en condiciones estáticas, de oscuridad y a 30°C. Los cultivos de cada cepa de *Trichoderma* spp. se realizaron por triplicado. Después de 120 h de crecimiento, el cultivo se filtró al vacío y el filtrado se liofilizó. El liofilizado fue resuspendido con una solución buffer (urea-tiourea-tritón X100) para su posterior cuantificación. Las proteínas de las muestras de cada una de las cepas de *Trichoderma* fueron cuantificadas mediante el método de Bradford (Bradford 1976). Para la separación de las proteínas secretadas por *Trichoderma* spp. se procedió a la técnica de electroforesis en gel de poliacrilamida, la cual se realizó siguiendo el método descrito por Laemmli (1970). Para ello se utilizó el sistema de Mini Protean (Bio-Rad, Estados Unidos). Los geles fueron teñidos con Azul de Coomassie para la visualización de las bandas. Los perfiles proteicos de las diferentes cepas de *Trichoderma* spp. fueron analizadas mediante análisis de imagen con el programa Image Lab (Bio-Rad).

Resultados y discusión

Inhibición de crecimiento de *M. phaseolina* por moléculas de alto y bajo peso molecular secretados por *Trichoderma* spp.:

Para el aislado FCQ6, se observó la inhibición por completo del crecimiento del fitopatógeno; esta inhibición se observó tanto en las placas que contenían membranas de celofán como las de diálisis para las tres especies de *Trichoderma* spp. utilizadas en este trabajo. Por lo tanto, las moléculas de alto y bajo peso molecular secretados por hongos del género *Trichoderma* resultaron en un 100% de inhibición de crecimiento de *M. phaseolina* aislada de la planta de soja. Para el aislado FCQ9 las mediciones fueron realizadas cada 24 h y se extendieron hasta llegar a las 144 h. En la Tabla 1 se muestran los porcentajes de inhibición radial obtenidos contra el fitopatógeno *M. phaseolina* FCQ9.

Se observó que a las 120 h de exposición, moléculas de alto y bajo peso molecular secretadas por las tres especies de *Trichoderma* inhibieron 100% el crecimiento de *M. phaseolina* FCQ9, este porcentaje de inhibición sólo fue alcanzado por la exposición a moléculas de bajo peso molecular secretadas por *T. arundinaceum* evaluadas en el mismo período de tiempo.

Sin embargo, a las 144 h de incubación sólo las moléculas de alto y bajo peso molecular juntas secretadas por *T. harzianum* mantuvieron el 100% de inhibición del crecimiento de *M. phaseolina*. Para las demás especies de

Tabla 1. Porcentaje de inhibición radial de moléculas de las tres cepas de *Trichoderma* spp. contra *M. phaseolina* FCQ9 a las 120 y 144 horas.

	Inhibición radial de FCQ9 (%)			
	Alto y bajo peso molecular		Bajo peso molecular	
	120 h	144 h	120 h	144 h
<i>Trichoderma brevicompactum</i>	100±0	85,2±8,5	78,7±1,4	67,9±2,1
<i>Trichoderma harzianum</i>	100±0	100±0	77,8±1,8	73,5±6,1
<i>Trichoderma arundinaceum</i>	100±0	86,0±0	100±0	85,2±0

Trichoderma las moléculas de alto y bajo peso molecular disminuyeron su capacidad inhibitoria del crecimiento a las 144 h, esta misma tendencia se observó con la actividad de las moléculas de bajo peso molecular evaluadas de forma aislada.

Para *T. brevicompactum* y *T. harzianum* si bien las moléculas de bajo peso molecular ejercieron un importante papel en el efecto observado se requirió la presencia de las moléculas de alto peso molecular para lograr un 100% de inhibición. Esto demuestra que las moléculas de alto peso molecular, de alguna manera, contribuyen en el proceso de antibiosis de estas dos especies de *Trichoderma* frente a *M. phaseolina*. Este resultado es esperado, en el caso de *T. harzianum*, debido a que esta especie está ampliamente estudiada y ha sido descrita su capacidad de secretar moléculas de alto peso molecular con actividad enzimática como celulasas, xilanasas, quitinasas (Suárez et al. 2005).

En el caso de *T. arundinaceum*, a diferencia de las demás cepas, no se observó diferencia significativa entre la antibiosis alcanzada por moléculas de alto y bajo peso molecular con las de bajo peso molecular de forma separada, los

porcentajes de inhibición a las 120 h y 144 h tuvieron la misma tendencia.

Estos resultados podrían indicar que las moléculas de alto peso molecular no juegan un papel crítico en el proceso de inhibición del crecimiento del fitopatógeno o que *T. arundinaceum* no secreta moléculas de alto peso molecular que participen en la antibiosis en las condiciones estudiadas. Además se podría atribuir que los resultados obtenidos son a consecuencia de moléculas de bajo peso molecular bioactivas, como el Harzianum A o Trichodermol (Cardoza et al. 2015).

Obtención del perfil comparativo de moléculas de alto peso molecular secretadas por las especies de *Trichoderma* en medio de cultivo PDB:

Los perfiles de proteínas secretadas por las diferentes especies de *Trichoderma* se muestran en la Figura 1. Los controles corresponden a medio de cultivo líquido PDB. Para cada una de las especies se realizaron tres réplicas biológicas que fueron cargadas de forma independiente en cada carril.

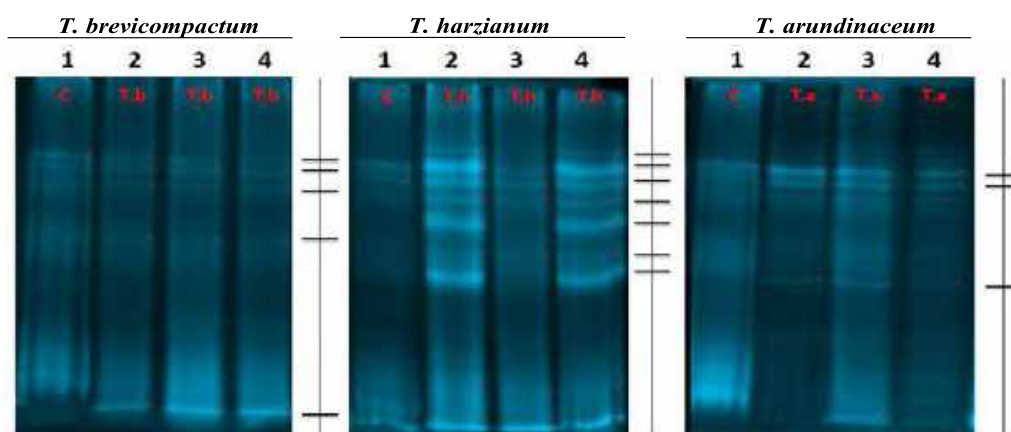


Figura 1. Perfil proteico de las diferentes especies de *Trichoderma*. Carriles 1 (C) con proteínas del control; carriles 2(T.b), 3(T.b) y 4(T.b), con replicas biológicas, de proteínas secretadas por *Trichoderma brevicompactum*; carriles 2(T.h), 3(T.h) y 4(T.h), con replicas biológicas, de proteínas secretadas por *Trichoderma harzianum*, carriles 2(T.a), 3(T.a) y 4(T.a), con replicas biológicas, de proteínas secretadas por *Trichoderma arundinaceum*.

Se pudieron observar diferencias tanto en el número de bandas como en la intensidad de las mismas en los carriles que contenían las proteínas secretadas por las diferentes especies de *Trichoderma* en cada conjunto de carriles (2(T.b), 3(T.b) y 4(T.b); 2(T.h), 3(T.h) y 4(T.h); 2(T.a), 3(T.a) y 4(T.a)). Entre los tres grupos, *T. harzianum* (T.h) fue el hongo que secretó mayor diversidad de proteínas al medio de cultivo (7 bandas). Con el ensayo de inhibición del crecimiento de *M. phaseolina* sobre membrana por *T. harzianum* se infirió que las proteínas secretadas podrían tener un papel en la antibiosis, los geles de electroforesis demostraron un perfil de alta diversidad, las cuales podrían estar implicadas en la antibiosis contra *M. phaseolina* FCQ9. En el caso de *T. brevicompactum*, la cantidad de bandas observadas fue menor (al menos cuatro) a las secretadas por *T. harzianum*, sin embargo el papel de las proteínas en el ensayo de antibiosis quedó demostrado a las 120 h de exposición con membrana de diálisis.

Este resultado podría deberse a la diversidad proteica que es menor *T. brevicompactum* cuenta con las proteínas implicadas en la antibiosis que explicarían el efecto observado. En el ensayo de antibiosis, llevada a cabo por los moléculas de *T. arundinaceum*, no se observó diferencia en la inhibición del crecimiento cuando se separaron las moléculas de alto peso molecular mediante la membrana de diálisis, esta observación coincidió con el perfil proteico obtenido en la electroforesis, donde se observó una cantidad menor de bandas comparándolo con el perfil de *T. harzianum*. La diferencia observada, entre las dos cepas de *Macrophomina*, podría deberse a que las diversas cepas de *Macrophomina phaseolina*, presentan una amplia diversidad genotípica, dependiendo del hábitat del que son aislados (Almeida et al. 2003).

Conclusiones

Las tres especies de *Trichoderma* spp. inhibieron completamente el crecimiento de FCQ6. Tanto las moléculas de alto y bajo peso molecular de *T. brevicompactum* y *T. harzianum* participan de

la antibiosis contra FCQ9. Metabolitos de bajo peso molecular producidos por *T. arundinaceum* inhiben completamente a FCQ9. Se determinó el perfil de proteínas secretadas por las cepas de *Trichoderma* y se observaron diferencias entre las tres especies evaluadas.

Referencias bibliográficas

- Almeida, ÁMR; Abdelnoor, RV; Arias, CA; Carvalho, VP; Jacoud Filho, DS; Marin, SRR; Benato, LC; Pinto, MC; Carvalho, CGP. 2003. Genotypic diversity among brazilian isolates of *Macrophomina phaseolina* revealed by RAPD. *Fitopatologia Brasileira* 28(3):279-85.
- Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72(1-2):248-254.
- Cardoza, RE; McCormick, SP; Malmierca, MG; Olivera, ER; Alexander, NJ; Monte E; Gutiérrez, S. 2015. Effects of trichothecene production on the plant defense response and fungal physiology: overexpression of the *Trichoderma arundinaceum tri4* Gene in *T. harzianum*. *Applied and Environmental Microbiology* 81(18):6355-6366.
- Harman, GE; Howell, CR; Viterbo, A; Chet, I; Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology* 2(1):43-56.
- Hermosa, R; Viterbo, A; Chet, I; Monte, E. 2012. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology* 158:17-25.
- Laemmli, UK. 1970. No title cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227(5259):680-685.
- Lorito, M; Woo, SL; Harman, GE; Monte, E. 2010. Translational research on *Trichoderma*: from omics to the field. *Annu Rev Phytopathol* 48:395-417.
- Malmierca, MG; Cardoza, RE; Alexander, NJ; McCormick, SP; Hermosa, R; Monte, E; Gutiérrez, S. 2012. Involvement of

Trichoderma trichothecenes in the biocontrol activity and induction of plant defense-related genes. *Applied Environmental Microbiol* 78(14):4856-4868.

Mihail, JD; Taylor, SJ. 1995. Interpreting variability among isolates of *Macrophomina phaseolina* in pathogenicity pycnidium production, and chlorate utilization. *Canadian Journal of Botany* 1603(1):1596-603.

Motulsky, HJ. 1999. Analyzing data with GraphPad Prism. San Diego, CA. Graph Pad Software Inc.

Shoresh, M; Harman, GE. 2010. Differential expression of maize chitinases in the presence or absence of *Trichoderma harzianum* strain T22 and indications of a novel exo- endo-heterodimeric chitinase activity. *BMC Plant Biology* 10:136.

Suárez, MB; Sanz, L; Chamorro, MI; Rey, M; González, FJ; Llobell, A; Monte, E. 2005. Proteomic analysis of secreted proteins from *Trichoderma harzianum*. *Fungal Genetics and Biology* 42(11):924-934.

Isolation and characterization of native *Trichoderma* spp. and phytopathogenic fungi in Paraguay

Lorena Insaurrealde¹, Andrés Sanabria Velazquez¹, Diego Verdina¹, Pablo Sotelo², Javier Barúa^{1*}

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

*Author for correspondence: javierbarua@qui.una.py

Introduction

Agriculture is a fundamental activity in Paraguay, reaching at least 41% of the national economy, indicating a very high participation of primary productive activities in the daily life of society (Ferreira y Vázquez 2015). The sector confronts problems that lead to a reduction of production and therefore the economy. One of the major problems is the disease of plants, which are caused by various pathogens known as phytopathogens, among which bacteria, viruses and fungi can be mentioned (Monte 2001). Agrochemicals are the main tool to combat these diseases and the indiscriminate use of these products has led to the development of resistance to fungicides as well as to the severe consequences to the environment and to humans (Ávila et al. 2014).

In order to reduce these effects, the current trend has been to rationalize the use of chemical products and develop new control alternatives through the use of biological agents (Ávila et al. 2014). The species of the genus *Trichoderma* are the most used for the biocontrol of diseases of plants produced by fungi, due to their characteristics of having mechanisms of competition for nutrients, mycoparasitism, and production of antibiotics (Weindling 1934), antifungal metabolites and hydrolytic enzymes to deal with the aggressor (Ezziyani et al. 2004). Using strains of biocontrol that are native allows to obtain greater possibilities of success, these strains can be better adapted to the environmental conditions in which they are to introduce, in front of formulated products introduced that at the moment of their application may or may not be efficient, being able also affect the ecological balance. (López-Valenzuela et al. 2015, Moya et al. 2014).

The objective of the work was to isolate and characterize morphologically native strains of *Trichoderma* spp. and phytopathogens from different growing regions of Paraguay, as well as establish the methodological conditions for the molecular characterization of native *Trichoderma* isolates.

Methodology

Samples of agricultural soil, rhizosphere, seeds and plant material collected from different areas and crops of Paraguay were used. Each material was georeferenced through a Global Positioning System (GPS) and was transported to the laboratory for analysis.

For the observational descriptive procedure for obtaining *Trichoderma* spp. and phytopathogenic fungi, we used the Fernández (1993) soil dilution method and the morphological identification codes of Barnett and Hunter (1998) for selection. Monosporic cultures were identified by sequential alphanumeric codes. For the analysis by Polymerase Chain Reaction (PCR) technique the DNA was extracted by the hexadecyltrimethylammonium bromide (CTAB) method of the isolates FCQ13 to FCQ22 and FCQ41, a fragment of the *tef1* gene was amplified with EF1-728F / *tef1*rev and with ITS1 / ITS4 the rDNAs ITS1-5.8S-ITS2 regions, three strains identified at the species level were used as reference for the molecular characterization, *Trichoderma harzianum* T34 (CECT2413), *Trichoderma brevicompactum* IBT40841 y *Trichoderma arundinaceum* IBT4083, obtained through a collaboration with the University of Cadiz, Spain.

Results and discussion

A total of 33 monosporic isolates of *Trichoderma* spp. and phytopathogenic fungi were obtained. A total of 24 correspond to the genus *Trichoderma*, and 9 correspond to phytopathogenic fungi, among which isolates of *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Colletotrichum*

spp. and *Sclerotinia* spp. Table 1 shows the Departments, cities, GPS data and the type of crop from which they were isolated. The isolation of fungi such as *Trichoderma* and phytopathogens was carried out from several types of substrates, in this respect, it is described that the fungi of the genus *Trichoderma* naturally inhabit a variable number of agricultural soils, with abundant organic

Table 1. Description of the *Trichoderma* spp. and phytopatogens obtained from the different regions and crops in Paraguay.

Coordinates	Place of collection	District	Type of sample	Culture	Isolated fungus	Isolated code
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP*	soil	Tomato	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ13-TENTO16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	soil	Tomato	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ14-TENTO16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	soil	Tomato	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ15-TENTO16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	soil	Tomato	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ16-TENTO16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	soil	Tomato	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ17-TENTO16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	soil	Tomato	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ18-TENTO16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	soil	Tomato	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ19-TENTO16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	soil	Tomato	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ20-TENTO16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	soil	Tomato	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ21-TENTO16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	soil	Tomato	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ22-TENTO16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	soil	Pepper & onion	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ28-TENPI16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	plant material	Pepper & onion	<i>Colletotrichum</i> spp.	FCQ29-COENCE16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	Rhizosphere	Pepper	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ23-TENPI16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	Rhizosphere	Pepper	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ24--TENPI16
-26, 452996898442507 ;'-55,26637142524123	Itapúa	Tomas RP	Rhizosphere	Pepper	<i>Fusarium</i> spp.	FCQ25-FUENPI16
-25,3801242; -57,4851362	Central	Capiatá	soil	Pepper	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ30-TCEPI16
-25,3801242; -57,4851362	Central	Capiatá	soil	Pepper	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ32-TCEPI16
-25,3801242; -57,4851362	Central	Capiatá	soil	Pepper	<i>Fusarium</i> spp.	FCQ33-FUCEPI16
-25,3801242; -57,4851362	Central	Capiatá	soil	Pepper	<i>Fusarium</i> spp.	FCQ34-FUCEPI16
-25,3801242; -57,4851362	Central	Capiatá	Rhizosphere	Pepper	<i>Rhizoctonia</i> spp.	FCQ35-RHICEPI16
-25,3593139; -57,0441465	Cordillera	Barrero	soil	Pepper	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ41-TCOPI16
-25,3593139; -57,0441465	Cordillera	Barrero	soil	Pepper	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ42-TCOPI16
-25,3593139; -57,0441465	Cordillera	Barrero	soil	Pepper	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ43-TCOPI16
-25, 891268; -55, 355942	Alto Paraná	Hernandarias	soil	Corn	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ36-TITAMA16
-25, 891268; -55, 355942	Alto Paraná	Hernandarias	soil	Soy	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ37-TITASO16
-25, 891268; -55, 355942	Alto Paraná	Hernandarias	soil	Soy	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ38-TITASO16
n.d.	San Pedro	Chore	seeds	Sesame	<i>Macrophomina</i>	FCQ26- MASPSE16
n.d.	San Pedro	Chore	seeds	Sesame	<i>Macrophomina</i>	FCQ27- MASPSE16
n.d.	Itapúa	Edelira	stubble	Soy	<i>Macrophomina</i>	FCQ39-MAITASO16
n.d.	Cordillera	Cabañas	plant material	Pepper	<i>Sclerotinia</i> spp.	FCQ40-SCSCCOPI16
n.d.	Cordillera	Caacupé	soil	Stevia	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ44-TCOKH16
n.d.	Cordillera	Caacupé	Formulated /soil	Commercial product	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ45-TCO16
n.d.	Cordillera	Caacupé	soil	Ornamental	<i>Trichoderma</i> spp.	FCQ46-TCOOR16

*Tomás RP: Tomás Romero Pereira, n.d.: not determinated

matter in decomposition and high root densities (Agamez et al. 2008).

The amplification of the ITS regions (ITS1, ITS2 and the 5.8S gene) of the rDNA for the 11 isolates, isolates FCQ13 to FCQ22 and FCQ41 (Figure 1), generated products of different sizes and the amplification products of a fragment of the *tef1* gene also showed

a variability between the sizes, these results are attributed to the variability characteristics of the sequences of both amplified regions, and similar to the results described by Sadfi-Zouaoui et al. (2009). However, it was not possible to amplify the sequence of the *tef1* gene corresponding to strain FCQ41 despite having been repeated multiple times in independent preparations. It is important to note

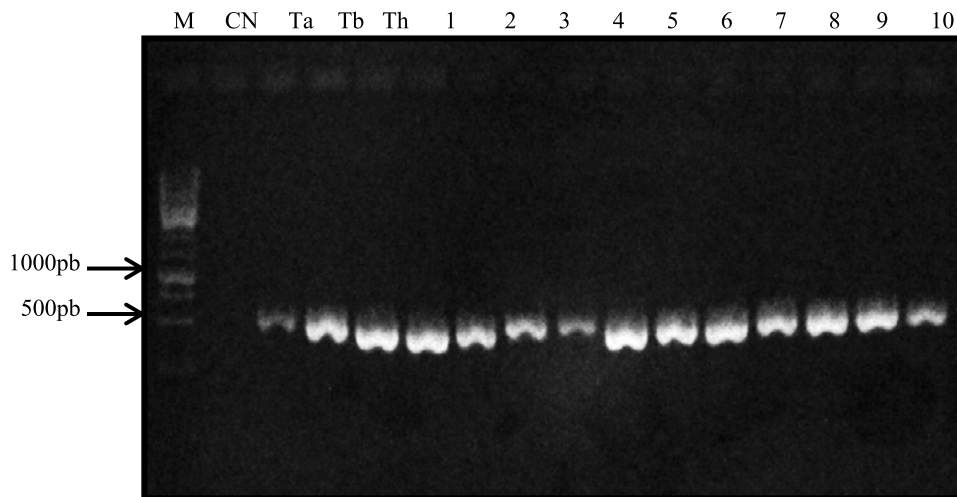


Figure 1. Agarose gel electrophoresis (1% w/v) of PCR products from ITS (ITS1-5.8S-IT2) regions of *Trichoderma* strains. M: Size marker (1kb), CN: Negative control. Reference strains, Ta: (*Trichoderma arundinaceum*), Tb: (*Trichoderma brevicompactum*), Th: (*Trichoderma harzianum*). 1 to 10: FCQ13 to FCQ22, 11: FCQ41

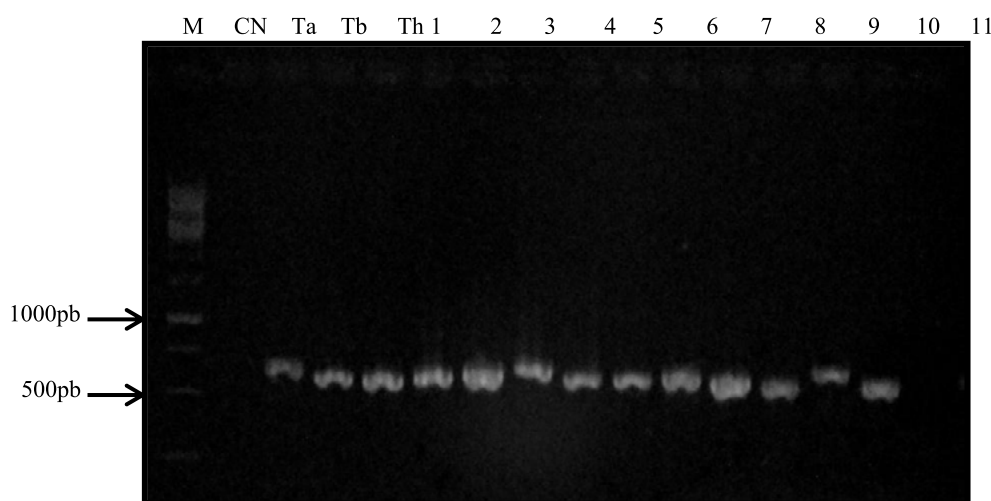


Figure 2. Agarose gel electrophoresis (1% w/v) of PCR products from *tef1* regions of *Trichoderma* strains. M: Size marker (1kb), CN: Negative control. Reference strains, Ta: (*Trichoderma arundinaceum*), Tb: (*Trichoderma brevicompactum*), Th: (*Trichoderma harzianum*). 1 to 10: FCQ13 to FCQ22, 11: FCQ41.



that this strain was previously amplified with STS, so a lack of DNA is ruled out in the original sample, this result is not attributed to the problems during the procedure performed in the experiment, which allows to propose that the lack of amplification may be due to the fact that the primers for *tef1* are not hybridizing properly for that isolate and thus their amplification is not achieved which could be due to possible variations in the sequence of the hybridization site of the primers. These results reinforce the need to use more than one marker for a more specific identification study of this group of fungi.

Conclusion

With the isolation methodology and subsequent morphological characterization, 24 strains of *Trichoderma* spp. with distinguishable morphological characteristics and 9 phytopathogenic fungi of Paraguay were obtained. The conditions that were analyzed by the ITS regions and a fragment of the *tef1* gene were able to obtain the amplification of the regions with the expected product sizes.

Bibliographic references

- Agamez, EY; Zapata, RI; Oviedo, LE; Barrera, JL. 2008. Evaluación de sustratos y procesos de fermentación sólida para la producción de esporas de *Trichoderma* sp. *Revista Colombiana de Biotecnología* 10(2):23-34.
- Ávila-Cubillos, C; Lizcano-Toledo, R; Goretti-Ramírez, M. 2014. Isolation of *Trichoderma* sp., in Agricultural Production Units Agribusiness Training Center La Angostura Campoalegre (Huila). *Revista Agropecuaria y Agroindustrial* 1(1):16.
- Barnett, H; Hunter, BB. 1998. *Illustrated genera imperfect fungi*. Minneapolis. Minnesota, Estados Unidos, Burgess. 258 p.
- Ezziyyani, M; Pérez-Sánchez, C; Sid, A; Requena, ME; Candela-Castillo, ME. 2004. *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Anales de Biología* 26:35-45.
- Fernández, M. 1993. *Manual para laboratorio de Fitopatología*. San José, Costa Rica, IICA. 289 p.
- Ferreira, M; Vázquez, F. 2015. *Agricultura y desarrollo en Paraguay*. Asunción, UGP. 109 p. ISBN 978-99967-641-2-7
- Sadfi-Zouaoui, N; Hannachi, ^L; Rouaissi, M; Hajlaoui, ^{MR}; Rubio, MB; Monte, E; Boudabous, A; Hermosa, MR. 2009. Biodiversity of *Trichoderma* strains in Tunisia. *Canadian Journal Of Microbiology* 55(2):154-162
- López-Valenzuela, BE; Armenta-Bojorquez, AD; Hernández-Verdugo, S; Apodaca-Sánchez, MA; Samaniego-Gaxiola, JA; Leyva-Madriral, KY; Valdéz-Ortiz, A. 2015. *In vitro* selection and identification of isolated of *Trichoderma* spp. and *Bacillus* spp. native to control *Phymatotrichopsis omnivora*. *ITEA: información técnica económica agraria*, 111(4):310-325. ISSN: 1699-6887.
- Monte, E. 2001. Understanding *Trichoderma*: between biotechnology and microbial ecology. *International Microbiology* 4(1):1-4.
- Moya, J; García, S.; Avilés, E; Andújar, F; Núñez, P. 2014. Aislamiento de cepas de *Trichoderma* de suelos, sustratos y raíces de plantas en invernaderos en la República Dominicana. *Revista APF* 3(2):11-16.
- Weindling, R. 1934. Studies on a lethal principle effective in the parasitic action of *Trichoderma lignorum* on *Rhizoctonia solani* and other soil fungi. *Phytopathology* 24:1153-1179.



Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Agrarias



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



ALIANZA
PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE



Bayer CropScience



INSTITUTO
FORESTAL
NACIONAL

Solidaridad

