

V Congreso Nacional de Ciencias Agrarias

"Ciencia y tecnología para
un desarrollo sustentable"



Libro de resúmenes

14, 15 y 16 de abril de 2021

Campus UNA

San Lorenzo, Paraguay



Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Agrarias

V Congreso Nacional de Ciencias Agrarias

"Ciencia y tecnología para
un desarrollo sustentable"



Libro de resúmenes

14, 15 y 16 de abril de 2021

Campus UNA

San Lorenzo, Paraguay



Equipo
organizador



Coordinación General

Enrique Asterio Benítez León

Secretaría Permanente

Lourdes Monserrat Mora Insfrán

Coordinación del Comité Científico

Cristhian Javier Grabowski Ocampos

Secretaría del Comité Científico

Alba Liz González

Comité Científico

Claudia Carolina Cabral Antúnez, Jorge Daniel Caballero Mascheroni, Oscar Manuel Vera Cabral, Jimmy Walter Rasche Álvarez, Lidia Florencia Pérez de Molas, María Gloria Cabrera Romero, Marcela Beatriz Ayala Benítez, Adans Agustín Colmán, Diego González Espínola, Dionisia Carballo Vera, Claudia Monserrat Gómez Leguizamón

Comité de Admisión

Olga Carolina Aquino Alfonso, María Fátima Ríos Valiente

Coordinación del Comité de Patrocinadores

Lourdes María González Soria

Secretaría del Comité de Patrocinadores

Romy Ana María Ortiz Centurión

Comité de Relaciones Públicas

Mónica Josefina Gavilán Jiménez

Administración

Juan José Bonnin Acosta



Autoridades

Consejo Directivo

Decano y Presidente:

Prof. Ing. Agr. Luis Guillermo Maldonado Chamorro

Vice Decano:

Prof. Ing. Agr. Jorge Daniel González Villalba

Secretaria de Facultad:

Abg. Patricia Bordón Salinas

Miembros Titulares Docentes

Prof. Ing. For. Mirtha Lucía Vera de Ortiz

Prof. Ing. Agr. Cipriano Ramón Enciso Garay

Prof. Ing. Agr. Juan José Bonnín Acosta

Prof. Ing. Agr. Oscar Joaquín Duarte Álvarez

Prof. Ing. Agr. José Quinto Paredes Fernández

Miembros Titulares No Docentes

Ing. Agr. Fátima María Feschenko Gilardoni

Ing. E.H. Emilio Andrés Aquino Gaona

Miembros Titulares Estudiantes

Univ. Ángel Manuel Benítez Rodríguez

Univ. Humberto David Ruiz Díaz

Univ. Richard Javier González Acosta

Representantes ante el Consejo Superior Universitario

Miembro Titular Docente

Prof. Ing. Agr. José Antonio Miranda Garcete

Miembro Titular No Docente

Ing. Agr. Fátima María Feschenko Gilardoni

Miembros de la Asamblea Universitaria

Miembro Titular Estamento Docente

Prof. Ing. Agr. Luis Guillermo Maldonado

Prof. Ing. Agr. Jorge Daniel González

Miembro Titular Estamento No Docente

Ing. Agr. Lucio Romero Ramos

Miembro Titular Estamento Estudiantil

Univ. Carlos Ángel Rojas Sánchez

Ficha técnica

Título: Libro de resúmenes

Descripción del evento: Congreso Nacional de Ciencias Agrarias (5 : 2021 abr. 14-16; San Lorenzo, Paraguay).

Editores: Cristhian Javier Grabowski Ocampos, Alba Liz González, Lourdes Monserrat Mora Insfrán

Lugar de publicación: San Lorenzo, Paraguay

Editorial: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción

Año de publicación: 2022

ISBN (en línea): 978-99925-15-00-6

PRESENTACIONES ORALES	31
Impacto de la eliminación de impuestos sobre el consumo de alimentos y productos agrícolas en Brasil	33
Wolf, R. ^{1*} ; Aboubacari Mohamed, A. ¹ ; Sepúlveda Gomes, F. ¹ ; Costa Gurgel, A. ¹ ; Cardoso Teixeira, E. ¹	
¹ Federal University of Viçosa (UFV) - MG, Brazil rayanwolf@gmail.com	
Políticas de biocombustíveis e seus efeitos no agronegócio	37
Cardoso, L.C. B. ^{1*}	
¹ Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada *leonardocardoso@ufv.br	
Risk assessment of agricultural investment in Paraguay	41
Salas Mayeregger, J. ^{1*} , Malcolm, B. ² , Sinnett, A. ² , Farquharson, B. ²	
¹ National University of Asuncion, Paraguay ² University of Melbourne, Australia *jsalas@agr.una.py	
Control del carácter simple/doble vaina en garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)	48
Caballo C. ^{1*} , Berbel, A. ² , Ortega, R. ³ , Gil, J. ⁴ , Millán, T. ⁴ , Rubio, J. ¹ , Madueño, F. ²	
¹ Área de Genómica y Biotecnología, IFAPA, Alameda del Obispo, Córdoba, Spain ² Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas, CSIC-UPV, Campus de Vera, Valencia, Spain ³ School of Natural Sciences, University of Tasmania, Hobart, TAS, Australia ⁴ Department of Genetics ETSIAM, University of Córdoba, Córdoba, Spain *cristinacaballolinares@gmail.com	
Origen genético del maní e importancia de las especies silvestres en el mejoramiento del cultivo	54
Guillermo Seijo, J. ^{1*}	
¹ Instituto de Botánica del Nordeste (UNNE-CONICET) y Facultad de Ciencias exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. *jgseijo@exa.unne.edu.ar	
Mecanismos relacionados a la dormición impuesta por el pericarpio en girasol	60
Pía Dominguez, C. ^{1*}	
¹ Cátedra de Cultivos Industriales, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. *cdomingu@agro.uba.ar	

PRESENTACIONES ORALES

- Impacto del uso de silica amorfa como alternativa en el tratamiento de semillas** 66
Ramírez Monzon, D. L.^{1*}
¹Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional del Este, Minga Guazu, Paraguay
*daisyrami@gmail.com
- Enteric methane emissions from three Grazing systems in North Florida**..... 70
Garcia, L.^{1*}
¹North Florida Research and Education Center, University of Florida. Marianna, FL.
*lizagarcia@ufl.edu
- Herbage and Livestock Responses for N-Fertilized and Grass-Legume Grazing Systems** 74
Jaramillo, D. M.^{1*}
¹USDA-ARS Dairy Forage Research Center. Marshfield, Wisconsin, USA
*david.jaramillo@usda.gov
- Incorporation of perennial peanut into forage-livestock systems** 80
Severino da Silva, L.^{1*}
¹Postdoctoral Fellow, Auburn University. Auburn, Alabama, USA.
*lzs0105@auburn.edu
- Silaje de sorgo como alternativa en dietas de recría: efectos de procesamiento e inclusión de aditivos**..... 85
Podversich, F.^{1*}
¹University of Florida. Florida, EEUU.
*fpodversich@ufl.edu
- Benefits of providing artificial shade on behavior, physiology, and performance of grazing beef cattle**..... 89
Medeiros da Silva, G.^{1*}, Laporta, J.², Chebel, R.³, Batista Dubeux, J.C.¹, and DiLorenzo, N.¹
¹North Florida Research and Education Center, University of Florida, Marianna, FL 32446, United States
³College of Veterinary Medicine and Department of Animal Sciences, University of Florida, Gainesville, FL 32608, United States
²Department of Animal and Dairy Sciences, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI 53706, United States
*medeirogleise@ufl.edu
- Prevalencia de hipocalcemia en vacas lecheras**..... 94
Roskopf, S.^{1*}; Henzenn, H.¹; Maciel, M.^{1,2}; Scándolo, D.²
¹Facultad de Ciencias Veterinarias UNL, Esperanza, Argentina.
²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA Rafaela, Argentina.
*sroskopf@fcv.unl.edu.ar

Impacto de la inoculación de un consorcio nativo de *Bacillus* en el rendimiento y la calidad del cultivo de trigo cristalino 100

Ayala Zepeda, M.¹, Parra Cota, F. I.², Itria Ibba, M.³, de los Santos Villalobos, S.^{1*}

¹Instituto Tecnológico de Sonora. Cd. Obregón, Son., México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Cd. Obregón, Son., México. ³Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y de Trigo. Cd. Obregón, Son., México.

*sergio.delossantos@itson.edu.mx

Conservação do Solo e Água: Metas e Resultados da Rede de Agropesquisa Paraná – Brasil..... 105

André Pellegrini, A.^{1*}, Elizeu Jonas Didoné, E.²

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos - Paraná -Brasil.

²Pós-Doutorado - Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná- IAPAR-EMATER

*andrepellegrini@utfpr.edu.br

Manejo sostenible del nitrógeno en sistemas agropecuarios..... 110

Oswaldo Salazar, O.^{1,2*}

¹Departamento de Ingeniería y Suelos, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

²International Nitrogen Initiative Latin America Centre Director

*osalazar@uchile.cl

Las frutas y semillas de especies nativas para la restauración, producción y conservación en áreas del Bosque Atlántico en la Provincia de Misiones, Argentina..... 116

Eibl, B. I.^{1*}

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Nodo Mesopotamia Red Argentina de Jardines Botánicos RAJB. Nodo Misiones Red Argentina de Viveros de Nativas REVINA. Eldorado, Misiones, Argentina.

*eiblbeatriz@gmail.com

Mecanização na silvicultura: Principais inovações tecnológicas 119

Krulikowski Rodrigues Pelissari, C.^{1*}

¹Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais, Curitiba, Paraná, Brasil.

*carlakr@gmail.com

La ergonomía en el trabajo forestal 123

Martins de Oliveira, F.^{1*}

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Recife, Brasil.

*felipe.moliveira@ufrpe.br

Sistemas de colheita da madeira adequados no manejo de plantios florestais 129

da Silva Lopes, E.^{1*}; Bürguer Pagnussat, M.¹

¹Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Centro-Oeste. Irati, Paraná, Brasil.

*eslopes@unicentro.br

Uso de imágenes aéreas capturadas con un vant para determinar la superficie de suelo cubierto y descubierto en una parcela en reposo 134

Bonnin Acosta, J. J.¹, Chamorro Díaz, S. M.^{1*}, Franco Ibars, R.¹, Benitez Galeano, A.¹

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

*sergio.chamorro@agr.una.py

Métodos alternativos para determinar la disponibilidad de fósforo en suelos del Chaco Central 138

Candía Díaz, A. B.¹, Rasche Álvarez, J. W.¹, Escobar Decoud, N. C.¹, Fatecha Fois, D. A.¹, Benítez Almeida, C. V.¹

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

Tiempo de propagación de ondas de impacto para la caracterización de árboles en pie de clones de Eucalyptus 143

Bulman Hartkopf, C.^{1*}, Winck, R. A.¹, Fassola, H. E.¹, Aquino, D. R.¹, Stefani, P. M.¹

¹EEA. INTA. Montecarlo, Misiones, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET).

*bulman.christian@inta.gob.ar

TRABAJOS PRESENTADOS EN LA SESIÓN DE PÓSTER..... 149

BOSQUES Y AMBIENTE

Escenarios de valoración económica de bienes de uso directo del Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay 151

Peralta Kulik, N.C.^{1*}; Amarilla, S.¹, Pérez de Molas, L.¹, González, J. D.¹

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

*natalia.peralta@agr.una.py

Patrones de distribución espacial de especies arbóreas en el Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay 155

Peralta Kulik, N.^{1*}, Pérez de Molas, L.¹, Amarilla Rodríguez, S.¹

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

*natalia.peralta@agr.una.py

Caracterización de los residuos sólidos urbanos del municipio de Itauguá, Paraguay 159

Mendoza L. F.¹, Frutos, O. D.^{1*}

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

*osvaldo.frutos@agr.una.py

Análisis del movimiento de las aguas en los humedales del Ñeembucú 164

Mora Stanley, C. R.^{1*}, Portillo Sosa, V.², Delpino, M.²

¹Facultad de Ciencias, Tecnología y Arte, Universidad Nacional de Pilar. Pilar, Paraguay

²Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Pilar. Pilar, Paraguay

*cmorastanley@gmail.com

Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción 169

Sosa, F.¹, Frutos, O.D.^{1*}, Gómez, C.¹, Enciso, C.¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Ambiental San Lorenzo, Paraguay

*osvaldo.frutos@agr.una.py

Valoración económica de la captura de Carbono de especies arbustivo-arbóreas en el Bosque Seco Chaqueño, Paraguay 173

Gamarra, L. M.^{1*}, Pérez de Molas, L.¹, Henderson, L.², Sanquetta, C. R.², Carvalho, S. P.³, Mota, S. L.³

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera Ingeniería Forestal San Lorenzo, Paraguay

²Universidad Federal do Paraná, Departamento de Ingeniería Forestal, Curitiba – PR, Brasil

³Universidade Federal de mato Grosso, Facultad de Ingeniería Forestal, Cuiabá – MT, Brasil

*lila.gamarra@agr.una.py

TRABAJOS PRESENTADOS EN LA SESIÓN DE PÓSTER

BOSQUES Y AMBIENTE

Calidad del ecosistema ribereño de un afluente del arroyo San Lorenzo, San Lorenzo – Paraguay 179

Vaccheta, C.F.¹, Ibarra, J.E.¹, Insfrán Ortiz, A.¹, Vaccheta, B.M.²

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

²Ministerio de Urbanismo, Vivienda y Hábitat, Paraguay

*amado.insfran@agr.una.py

Crecimiento inicial de Marmelero (*Ruprechtia laxiflora* Meisn) con fines de arborización urbana 184

Cardoso, M.V.S.^{1*}, Perao, C.A.¹, Veras, M.S.¹, Brun, F.G.K.¹, Brun, E.J.¹

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil (Bolsista PIVIC)

*cardoso.mvs@hotmail.com

Crecimiento de Granadillo Brasileño (*Libidibia ferrea* var. *parvifolia* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz) con fines de arborización urbana 190

Cardoso, M.V.S.^{1*}, Veras, M.S.¹, Perao, C.A., Brun, F.G.K.¹, Brun, E.J.¹

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil (Bolsista PIVIC)

*cardoso.mvs@gmail.com

ECONOMÍA Y DESARROLLO RURAL

Percepción de capacidades y actitudes de las estudiantes del “Centro Educativo Mbaracayu” sobre la conservación de los recursos naturales, Paraguay 196

Telles, M.N.^{1*}, Aranda Espinoza, M.L.¹, Salas-Dueñas, D.¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería en Ecología

*mariantellesa@gmail.com

Diagnóstico de la producción de animales menores en la agricultura familiar en seis compañías del distrito de Caazapá 200

Báez Arzamendia, M.E.^{1*}, Cabañas Rolón, M.J.¹, Scappini, C. C.¹, Torres, A.M.¹, Cardozo, D. A.¹

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

*marlenebaezing@gmail.com

Caracterización de las huertas familiares en la comunidad de Caracara i, distrito de Coronel Manuel Maciel, departamento de Caazapá 205

Romero, V. B.^{1*}, Scappini Cardozo, C.C.¹

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

*victor.benitez005@gmail.com

Crédito Rural: Un análisis de su destino y uso 210

Núñez Fariña, M.S.¹, Cabrera, M.G.^{1*}, Ramírez Álvarez, P.E.¹, Bonnin, J.J.¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Economía Rural. San Lorenzo, Py

*ayacabrera@hotmail.com

- Análisis de los Generadores de Costos en el eslabón Industrial de la Cadena de Valor de la Yerba Mate** 214
 Cabrera Romero, M.G.^{1*}, Villalba Marin, J.¹, Ovelar Benítez, A.M.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *gloria.cabrera@agr.una.py
- Análisis de series temporales para la previsión de la superficie de siembra de maní**..... 220
 Ruiz, F.^{1*}, Britos, U.¹, Benítez, A.¹, Macchi, G.¹, Benegas, I.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *fruíz@agr.una.py
- Implementación de buenas prácticas de manufactura (BPM) en una empresa productora de alimentos balanceados en la ciudad de Capiatá Departamento Central** 225
 Leon, L.^{1*}, Ramirez, S.¹, Cuevas, D.¹, Medina, E.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *letyleon@gmail.com
- Análisis técnico y económico de la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en una finca en el distrito de Piribebuy, Departamento de Cordillera**..... 228
 León, L.¹, Gini, J.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Licenciatura en Administración Agropecuaria. San Lorenzo, Paraguay
- Perfil del consumidor de la carne de cabra en la ciudad de Asunción, Paraguay**..... 231
 Leon, L.^{1*}, Silvera, C.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *letyleon@gmail.com
- Presencia de tricotecnos y toxinas *Alternaria* en diferentes bebidas**..... 234
 Carballo, D.¹, Berrada, H.¹, Ferrer, E.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Ingeniería Agrícola. San Lorenzo, Paraguay
 *diocarballovera@gmail.com
- Costo de producción y análisis económico de la mandioca en la agricultura familiar, Corralito, Caazapá** 238
 González Villalba, J.D.^{1*}, Enciso Garay, C.R.¹, Caballero Mendoza, C.A.¹, Santacruz Toledo, A.R.¹, López Talavera, C.A.¹, Tullo Argüello, C.C.¹
- Costo de producción y análisis económico de la lechuga arrepollada, J. Augusto Saldívar, Central**..... 242
 González Villalba, J.D.¹, Enciso Garay, C.R.¹, Santacruz Oviedo, V.R.¹, Godoy Medina, N.I.¹, Burgos Rotela, R.¹, Benítez, A.M.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *jorge.gonzalez@agr.una.py

TRABAJOS PRESENTADOS EN LA SESIÓN DE PÓSTER

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, ANIMAL Y FORESTAL

- Densidad de plantación y tipos de estacas en el rendimiento de la mandioca (*Manihot esculenta*) variedad Bertoni** 246
Ortigoza Guerreño, J.^{1*}, Echauri Villalba, R.¹, Torres, A.M.¹, Lopez, C.A.¹, Baez, M.E.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Caazapá, Paraguay
*javierortigoza25@hotmail.com
- Épocas de sementeira e sua influência no potencial produtivo da cultura da soja em regiões produtoras do estado do Paraná, Brasil** 251
Lesme B., J.A.^{1*}
¹Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Produção Vegetal. Piracicaba, SP - Brasil
*joselesme@hotmail.com
- Evaluación del porcentaje de sobrevivencia y enraizamiento de brotes de *Eucalyptus* spp. y *Corymbia citriodora*** 257
González, A. M.^{1*}, Benítez, E.¹, Paiva, J. D.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*magali_gargimon@hotmail.com
- Evaluación de la capacidad de enraizamiento en miniestacas de diferentes clones de *Eucalyptus* spp.** 262
González, A. M.^{1*}, Benítez, E.¹, Alvarenga, J.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay
*magali_gargimon@hotmail.com
- Capacidad de producción de brotes de *Eucalyptus* spp. y *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson rescatados en campo** 267
González, A. M.^{1*}, Benítez, E.¹, Paiva, J. D.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay
*magali_gargimon@hotmail.com
- Estimación de la calidad de plantas de diferentes clones de *Eucalyptus* sp. en base a parámetros morfológicos** 272
Hospital, B. E.^{1*}, Benítez, E.¹, Alvarenga, J.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Ingeniería Forestal, San Lorenzo, Paraguay
*blancahospital@gmail.com
- Selección visual multivariada para características forrajeras en accesiones de arveja** 276
Mendoza, A.^{1*}, Viera, P.¹, Pintos, W.¹, Mendoza, M.¹
¹Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA-Paraguay). Programa de Investigación Rescate y Valoración de los Recursos Genéticos para la Agricultura Familiar (CIAF-Choré)
*amalio.mendoza@ipta.gov.py

- Utilización de expeller de pulpa de coco en sustitución del maíz en la dieta de corderos en confinamiento** 279
- Caballero Mascheroni, J.D.^{1*}, Fariña Diaz, T.¹, González Cabañas, J.F.¹, Alonzo Griffith, L.A.¹, Ocampos Olmedo, D.A.¹, Martínez Ferreira, E.J.¹
- ¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
- *daniel.caballero@agr.una.py
- Utilización de afrecho de arroz como ingrediente sustituto del maíz en la ración de corderos en confinamiento** 283
- Caballero Mascheroni, J.D.^{1*}, Alonzo Griffith, L.A.¹, González Cabañas, J.F.¹, Fariña Diaz, T.¹, Ocampos Olmedo, D.A.¹, González Sarquis, C.J.¹
- ¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
- *daniel.caballero@agr.una.py
- Efecto del sexo y diferentes métodos de castración en machos sobre la ganancia de peso de corderos en confinamiento** 288
- Caballero Mascheroni, J.D.^{1*}, Alonzo Griffith, L.A.¹, González Cabañas, J.F.¹, Fariña Diaz, T.¹, Ocampos Olmedo, D.A.¹, Cabello Manevy, S.F.¹
- ¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
- *daniel.caballero@agr.una.py
- Fertilización foliar en lechuga americana** 294
- Enciso Garay, C.R.^{1*}, Schneider, J.¹, Benítez, M.¹, Oviedo, V.R.S.¹
- ¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Producción Agrícola
- *cipriano.enciso@gmail.com
- Calidad y crecimiento inicial en árboles de *Gmelina arborea* Roxb. en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNA, Paraguay** 299
- Elias Dacosta, L.P.^{1*}, Bernal Álvarez, M.¹, Enciso Gómez, M.M.¹, Vera Cabral, O.M.J.¹
- ¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
- *elidaco28@gmail.com
- Efecto de la aplicación de boro con y sin fertilizante de base en el cultivo de girasol**..... 304
- Oroa, E.^{1*}, Villalba, C.J.¹
- ¹Facultad Ciencias de la Producción, Universidad Nacional de Caaguazú, Coronel Oviedo, Paraguay
- *elmira.oroa@fcpunk.edu.py
- Predicción del consumo de materia seca y ganancia de diaria de peso mediante el uso de dos modelos de nutricionales en toros terminados en confinamiento**..... 310
- Portillo, G.A.¹, Ocampos Olmedo, D.A.^{1*}, Paniagua Alcaraz, P.L.¹
- ¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay
- *docamposolmedo@gmail.com

TRABAJOS PRESENTADOS EN LA SESIÓN DE PÓSTER

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, ANIMAL Y FORESTAL

- Evolución del peso vivo y características morfológicas de terneros tres biotipos bovinos de carne (Brahman, Nelore y Criollo) desde el nacimiento hasta el destete mantenidos sobre pastizal nativo. Paraguay** 316
- Ocampos Olmedo, D.A.^{1*}, Paniagua Alcaraz, P.L.¹, Alonzo Griffith, L.A.¹, Velázquez Rojas, J.T.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*docamposr@agr.una.py
- Efecto de los intervalos de corte crecientes sobre el desempeño productivo y la variación en el contenido de carbón aéreo y en el suelo en un pastizal nativo en el Departamento de Alto Paraguay, Py** 322
- Ocampos Olmedo, D.A.^{1*}, Paniagua Alcaraz, P.A.¹, Alonzo Griffith, L.A.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*docampos@agr.una.py
- Organogénesis directa *in vitro* de cotiledones de *Sesamum indicum*** 329
- Sosa, L.A.^{1*}, Aquino, C. I.¹, Flores, M.E.¹, Romero, M.C.¹
¹Departamento de Química Biológica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*arami_94@hotmail.com
- Caracterización biométrica de frutos de mbokaja (*Acrocomia aculeata* Jacq. Ex Mart)**..... 334
- Díaz Lezcano, M. I.^{1*}, Carmona, F.¹, Espínola, V.¹, Caballero, C.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Forestal. San Lorenzo, Paraguay
*maura.diaz@agr.una.py
- Fertilización nitrogenada y potásica en la productividad de la remolacha** 337
- Morel, L. E.^{1*}, Da Silva, O. M.¹, Sanabria, I. C.¹, Caballero, C. O.¹, Servín, N. A.¹, Valdez, F.D.¹
¹Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay
*lopezeulalio@hotmail.com
- Disposición espacial de las plantas y número de guías en el cultivo de melón** 341
- Morel, L. E.¹, Caballero, C. O.¹, Da Silva, O. M.¹, Servín, N. A.¹, Lugo, P. W.¹, López, A. D.¹
¹Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay
*lopezeulalio@hotmail.com
- Análisis bioeconómico de dos sistemas de terminación de bovinos machos enteros en confinamiento** 346
- Wenninger León, H.A.^{1*}, Paniagua Alcaraz, P.L.¹, Ocampos Olmedo, D.A.¹, Alonzo Griffith, L.A.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*ppaniagua@agr.una.py
- Tiempo de propagación de ondas de impacto para la caracterización de árboles en pie de clones de *Eucalyptus*** 350
- Bulman Hartkopf, C.^{1*}, Winck, R. A.¹, Fassola, H. E.¹, Aquino, D. R.¹, Stefani, P. M.¹
¹EEA. INTA. Montecarlo, Misiones, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET)
*bulman.christian@inta.gob.ar

- Efecto de la aplicación de fertilizantes foliares en el cultivo de poroto (*Vigna unguicula* L.)** 356
 Lezcano Caballero, J. R.^{1*}, Pavón Toledo, C.S.¹, Sosa Rivas, D. C.¹, Sales Benítez, J. D.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *jose.lezcano@agr.una.py
- Punto de desbrote y fertilización potásica en la productividad y calidad del tomate** 360
 Ferreira, A.^{1*}, Sosa, D. C.¹, Rodríguez, H. N.¹, Ortiz, W. N.¹, Centurión, H. A.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Filial San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay
 *alexis.ferreira24@gmail.com
- Diversidad genética de clones híbridos de mandioca**..... 365
 Caballero, C. A.^{1*}, Enciso-Garay, C. R.¹, Mendoza, A. R.²
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
²Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA). Centro de Investigación para la Agricultura Familiar. Choré, Paraguay
 *ceacaballero@gmail.com
- Efecto del transporte terrestre sobre la canal de bovinos Nelore en el Departamento de Amambay: un análisis descriptivo**..... 369
 Álvarez Rodríguez, A.L.¹, Vega Britez, G.D.^{1*}, Lesmo Duarte, N.D.¹, Velazquez Duarte, J.A.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Pedro Juan Caballero, Paraguay
 *gda_vega@hotmail.com
- Efecto de la glicerina bruta en el desempeño de cabras: Un meta-análisis**..... 373
 Vega Britez, G.D.^{1*}, Miranda de Vargas Junior, F.²
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Pedro Juan Caballero, Paraguay
²Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS, Brasil
 *gda_vega@hotmail.com
- Caracterización morfológica-productiva de familias de hermanos completos de *Acroceras macrum* Stapf**..... 379
 Ferrari Usandizaga, S.C.^{1*}, Royo¹, Luis Gándara, O.M.^{1,2}, González, J.², Peichoto, M.C.^{2,3}
¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Corrientes, Argentina
²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes, Argentina
³Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE), Corrientes, Argentina
 *ferrariusandizaga.s@inta.gob.ar
- Arreglo espacial y densidad de siembra del poroto variedad San Francisco'i** 384
 Enciso-Garay, C. R.^{1*}, Caballero, C. A.¹, González, J. D.¹, Duarte, O. J.¹, Santacruz, A. R.¹, Tullo, C. C.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *cenciso@agr.una.py

TRABAJOS PRESENTADOS EN LA SESIÓN DE PÓSTER

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, ANIMAL Y FORESTAL

- Producción de cultivares de lechuga arropollada en ambiente protegido** 388
Enciso-Garay, C. R.^{1*}, Hermosilla, R.¹, Oviedo, V. R. S.¹, Burgos, R.¹, Godoy, N. I.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*cenciso@agr.una.py
- Comportamiento de cultivares de mandioca en Caazapá** 393
Caballero, C. A.^{1*}, Enciso, C. R.¹, Gonzales, J. D.¹, Santacruz, A.R.¹, Tullo, C. C.¹, López, C. A.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Producción Agrícola.
San Lorenzo, Paraguay
*ceacaballero@gmail.com
- Rendimiento del zapallo variedad. Exposición en diferentes densidades de siembra** 398
Caballero, C. A.^{1*}, Enciso, C. R.¹, González, J. D.¹, González, J. M.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Producción Agrícola.
San Lorenzo, Paraguay
*ceacaballero@gmail.com
- Respuesta germinativa de lotes de semillas de *Pterogyne nitens* Tul. almacenadas por diferentes periodos** 402
Durañona, I.^{1*}, Benítez-León, E.¹, Escobar, M.C.¹, Peña, P.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*ivanafranco1998@gmail.com
- Evaluación de desecantes sobre el cultivo de soja (*Glycine max*) en pre-cosecha**..... 405
Patiño, A.^{1,2*}, Bogado-Arizaga, V.¹, Trombetta, C.E.^{1,3}; Enciso-Maldonado, G.A.³
¹Universidad Internacional Tres Fronteras, Edelira, Paraguay
²PATROM Consultora Agrícola, Yatytay, Paraguay
³Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica, Hohenau, Paraguay
*alfrepati84@gmail.com
- Residualidad de cletodim aplicado en barbecho químico en pre-siembra de trigo (*Triticum aestivum*) en el distrito de Natalio**..... 410
Patiño, A.^{1,2*}, Delvalle-González, W.A.¹, Trombetta, C.E.^{1,3}, Enciso-Maldonado, G.A.³
¹Universidad Internacional Tres Fronteras, Edelira, Paraguay
²PATROM Consultora Agrícola, Yatytay, Paraguay
³Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica, Hohenau, Paraguay
*alfrepati84@gmail.com
- Eficacia del paraquat + diquat en distintos horarios de aplicación en barbecho químico para presiembra de soja** 413
Trombetta, C.E.^{1,2,3*}, Dickel, A.V.¹, Patiño, A.^{1,2}, Enciso-Maldonado, G.A.³
¹Universidad Internacional Tres Fronteras, Edelira, Paraguay
²PATROM Consultora Agrícola, Yatytay, Paraguay
³Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica, Hohenau, Paraguay
*carmenTrombetta86@gmail.com

- Comparación de uso de productos convencionales y orgánicos en la producción de pimienta** 417
- Verdún, A. M.¹, Nuñez, E.¹, Maidana, M.¹, Fin, M.¹, Riveros, K.¹, Enciso, G.^{1*}
¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica Nuestra Señora De La Asunción. María Auxiliadora, Paraguay
 *guillermo.enciso@cedit.org.py
- Crecimiento inicial de plantas de *Astronium fraxinifolium* producidas de semillas obtenidas de diferentes árboles semilleros** 423
- Benítez-León, E.^{1*}, Escobar, M.C.¹, González-Soria, L.¹, Rodríguez, L.¹, Piris da Motta, D.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera Ingeniería Forestal. San Lorenzo, Paraguay
 *ebenitezleon@agr.una.py
- Efectos del envejecimiento acelerado en la germinación de semillas de *Yvyra pytã* [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.]**..... 427
- Escobar, M.C.^{1*}, Benítez-León, E.¹, Piñanez, V.¹, González-Soria, L.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera Ingeniería Forestal. San Lorenzo, Paraguay
 *carolina.escobar@agr.una.py
- Influencia del tiempo de almacenamiento sobre el contenido de humedad y la germinación de semillas de *Cedrela odorata* L.**..... 431
- Benítez-León, E.^{1*}, Gosling, S.¹, Escobar, M.C.¹, Lezcano, Y.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Forestal. San Lorenzo, Paraguay
 *ebenitezleon@agr.una.py
- Comportamiento agronómico de cultivares de lechuga arropollada (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) en dos épocas de trasplante** 435
- Burgos Rotela, R.^{1*}, Enciso-Garay, C. R.¹, Santacruz, V.R.¹, Godoy Medina, N. I.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Producción Agrícola, San Lorenzo, Paraguay
 *romina.burgos@agr.una.py
- Comportamiento agronómico de cultivares de lechuga arropollada (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) en dos épocas de trasplante** 439
- Burgos Rotela, R.^{1*}, Enciso-Garay, C. R.¹, Santacruz, V.R.¹, Godoy Medina, N. I.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Producción Agrícola, San Lorenzo, Py
 *romina.burgos@agr.una.py

TRABAJOS PRESENTADOS EN LA SESIÓN DE PÓSTER

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, ANIMAL Y FORESTAL

Comportamiento productivo y morfológico de la asociación *Stylosanthes* sp. cv. campo grande y *Megathyrus maximus* cv. tanzania con o sin inoculación 444

Cano Fatecha, I. M.¹, Paniagua Alcaraz, P.L.¹, González, A. L.^{1*}, Universidad Nacional de Asunción

¹Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay

*alba.gonzalez@agr.una.py

Retrospección preliminar de colecciones históricas de parientes silvestres de maní de Paraguay..... 449

Macchi Leite, G.^{1*}, González, A.L.¹, Santacruz Oviedo, V.R.¹, Seijo, J.G.²

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

²Instituto de Botánica del Nordeste (UNNE-CONICET) y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.

*guille.macchi.gml@gmail.com, gmacchi@agr.una.py

Viabilidad de lotes de semillas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Yerba mate) por medio del test de tetrazolio..... 455

Coronel, A.L.^{1*}, Benítez-León, E.¹, Lezcano, Y.¹, Peña, P.¹

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

*aditacoronel@hotmail.com

Producción de cultivares de batata en función a la época de cosecha en el Chaco Central..... 460

Enciso Garay, C.R.¹, González Villalba, J.D.¹, Caballero Mendoza, C.A.¹, González Balbuena, J.M.^{2 -1}

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

²Cooperativa Chortitzer Ltda. Loma Plata, Paraguay

*jorge.gonzalez@agr.una.py

Comportamiento agronómico del maíz variedad Guaraní V 313 en diferentes fechas de siembra, fuera de su época normal de producción..... 465

López Talavera, C.A.^{1*}, Enciso Garay, C.R.¹, González Villalba, J.D.¹, Caballero Mendoza, C.A.¹

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

*carlos.lopez@agr.una.py

Productividad y componentes de rendimiento de variedades de maíz en suelo arenoso del suroeste del departamento de Caazapá 470

López, C. A.^{1*}, Enciso-Garay, C. R.¹, González, J. D.¹, Caballero, C. A.¹, Santacruz, A. R., Bogado, G. A.¹.

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

*carlos.lopez@agr.una.py

PROTECCIÓN VEGETAL Y BIOTECNOLOGÍA

Fitotoxicidad y valores NDVI obtenidos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) tratado con Dietholate y sometido al herbicida Clomazone en pre emergencia..... 474

Verón, E. A.^{1*}, Vera, P. A.¹, Bonnín, J. J.¹

¹Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay (CETAPAR). Colonia Yguazu, Paraguay

*veronadrian@gmail.com

Hongos entomopatógenos asociados a *Mahanarva fimbriolata* Stahl en sistemas silvopastoriles (*Urochloa brizantha* MG-5 y *Eucalyptus* spp.) 479

Sarubbi, H.¹, Resquín-Romero, G.¹, Vera, M.¹.

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

*humberto.sarubbi@agr.una.py

- Identificación de hongos entomopatógenos nativos obtenidos del área de influencia de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, en un sistema silvopastoril** 484
- Resquín Romero, G.^{1*}, Sarubbi-Orue, H.¹, Vera de Ortiz, M.¹, Golan, K.¹, Garrido Jurado, I.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *gloresqx@agr.una.py
- Identificación de hongos entomopatógenos nativos obtenidos del Chaco Central** 490
- Resquín Romero, G.^{1*}, Sarubbi-Orue, H.¹, Marcondes de Almeida, J.E.¹, Harakava, R.¹
¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área Protección Vegetal, San Lorenzo, Py
 *gloresqx@agr.una.py
- Efecto funcional del hongo antagonista *Trichoderma asperellum* en el control de la antracnosis en frutilla** 496
- Cáceres Monges, A.¹, Kim Han, S.¹, Enciso-Garay, C.¹, Florentín Pavía, M.¹, Sotelo Torres, P.¹, Resquín Romero, G.^{1*}
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias San Lorenzo, Py
 *gloresqx@agr.una.py
- Evaluación *in vitro* de inductores de resistencia para soja contra la pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*)** 502
- Astigarraga Larroza, D.¹, Grabowski Ocampos, C.^{1*}, Domínguez Sanabria, J.²
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
²Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay. Alto Paraná, Paraguay
 *cgrabowski@agr.una.py
- Control biológico de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid y *Fusarium oxysporum* (Schelt) f. sp. *sesami* Jacz en sésamo (*Sesamum indicum* L.) con *Bacillus subtilis***..... 506
- Sotelo C, M.¹, Soilán D, L.^{1*}, Grabowski O, C.¹,
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *Isoilan@agr.una.py
- Capacidad predadora y desarrollo larval de *Harmonia Axyridis* (pallas) sobre el áfido *Rhopalosiphum maidis* (Fitch)** 511
- Avalos Céspedes, HR.^{1*}, Antúnez, CC.¹, Gómez, V.¹, Ramirez MB.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *hilceavalos@gmail.com
- Efecto de roya de la hoja (*Puccinia triticina*) en diferentes variedades de trigo en el distrito de Yguazú** 516
- Dominguez, J. A.^{1*}, Frutos, A. J.¹, Seki, A. T.¹, Verón, E. A.¹, Hannich, C. E.¹
¹Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay. Colonia Yguazú, Paraguay
 *jorgedominguez0099@gmail.com

TRABAJOS PRESENTADOS EN LA SESIÓN DE PÓSTER

PROTECCIÓN VEGETAL Y BIOTECNOLOGÍA

Efecto *in vivo* de un fungicida triple mezcla sobre dos aislados de *Bipolaris sorokiniana* inoculados en plantas de cebada..... 520

Dominguez, J. A.^{1*}, Sautua, F. J.¹, Carmona, M. A.¹

¹ Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay. Colonia Yguazú, Paraguay

*jorgedominguez0099@gmail.com

Control químico de la antracosis (*Colletotrichum sp.*) en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa L.*) en condiciones de campo..... 525

Rodríguez, M. C.^{1*}, Montiel, G. B.¹, Sanabria, A. D.¹

¹ Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Unidad Pedagógica de Caacupé, Caacupé, Paraguay

*marodriguezcolman@gmail.com

Fitotoxicidad de bentazon y haloxyfop sobre el cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*)..... 532

Frutos Osorio, A.J.^{1*}, Vera Ojeda, P.A.¹, Santacruz Oviedo, V.R.¹

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

*arturfrutos17@gmail.com

Criterios de decisión basados en sistemas de monitoreo para el control de la roya asiática de la soja..... 537

Maidana-Ojeda, M.^{1*}, López-Arámbulo, R.J.¹, Enciso-Maldonado, G.A.¹

¹ Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción", Unidad Pedagógica Hohenau, Hohenau, Paraguay

*marcomo-1987@hotmail.com

Variación del rendimiento de soja en función de la adición del mancozeb a aplicaciones secuenciales de fungicidas..... 543

Núñez Ramírez, R. A.¹, Enciso Maldonado, G. A.^{1*}, Sanabria Velázquez, A. D.¹, Fernández Gamarra, M. A.¹, Maidana-Ojeda, M.¹

¹ Cooperativa Multiactiva de Producción Agropecuaria e Industrial Naranjito Ltda., Naranjito, Paraguay

*gui77eenciso@hotmail.com

Interacción fungicidas-fosfito de potasio sobre la roya asiática de la soja 547

Enciso Maldonado, G.A.^{1*}, Sanabria Velázquez, A.D.¹, Fernández Gamarra, M.A.¹, Maidana Ojeda, M.¹

¹ Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica, Hohenau, Paraguay

*gui77eenciso@hotmail.com

Aislamiento y evaluación *in vitro* de aislados de *Trichoderma spp.* para el control de *Fusarium sp.*..... 553

Porro Saldivar, R. D.¹, Pino Quintana, D. C.¹, Fernández Gamarra, M. A.¹, Maidana Ojeda, M.¹,

Enciso Maldonado, G. A.¹, Sanabria Velázquez, A. D.^{1*}

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

*asanabriavelazquez@gmail.com

- Eficacia de fungicidas y su relación con costos de aplicación para el control de la roya asiática en soja**..... 558
 Enciso Maldonado, G. A.¹, Sanabria Velázquez, A. D.¹, Fernández Gamarra, M. A.¹, Maidana Ojeda, M.^{1*}
¹Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica, Hohenau, Paraguay
 *autorpresentador@gmail.com
- Actividad curativa de fungicidas contra el tizón tardío en tomate**..... 563
 Enciso Maldonado, G. A.^{1*}, Lozoya Saldaña, H.¹, Sanabria Velázquez, A. D.¹, Fernández Gamarra, M. A.¹, Maidana-Ojeda, M.¹, Ayala-Espínola, S. J.¹
¹Instituto de Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.
 *gui77eenciso@hotmail.com
- Efecto de la inoculación con *Azospirillum brasilense* sobre el cultivo de arroz** 568
 Díaz Lezcano, M. I.^{1*}, Fiori, C.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *maura.diaz@agr.una.py
- Evaluación fitotóxica de los metabolitos secretados por el hongo fitopatógeno *Macrophomina phaseolina* aislado en Paraguay** 572
 Vaceque J.¹, Barua J.¹, Romero-Rodríguez M. C.¹, Pineda A.¹, Cubilla A.¹, Flores-Giubi M. E.^{1*}
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Química Biológica, San Lorenzo, Paraguay
 *floresgiubi@qui.una.py
- Actividad antifúngica del extracto orgánico y fracciones de un aislado de *Trichoderma sp.* contra *Macrophomina phaseolina***..... 577
 Ruiz-Díaz, D. D.^{1*}, Campuzano, R. A.¹, Romero-Rodríguez, M. C.¹, Flores-Giubi, M. E.¹, Barúa, J. E.¹
¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, Departamento de Química Biológica. San Lorenzo Paraguay.
 *druizdiaz@qui.una.py
- Evaluación del efecto de la pared celular de *Macrophomina phaseolina* sobre la secreción y acumulación de proteínas de *Trichoderma harzianum***..... 582
 Díaz Ferreira, N. J.^{1*}, Cubilla Ríos, A. A.¹, Flores Giubi, M. E.¹, Barúa Chamorro, J. E.¹, Romero Rodríguez, M. C.¹
¹Departamento de Química Biológica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *njdiazferreira@gmail.com
- Efecto de *Bacillus subtilis*, incorporado a un programa de aplicaciones sobre enfermedades de final de ciclo en el cultivo de soja**..... 586
 Domínguez, J. A.^{1*}, Frutos, A. J.¹
¹Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay. Yguazú, Alto Paraná, Paraguay
 *jorgedominguez0099@gmail.com

TRABAJOS PRESENTADOS EN LA SESIÓN DE PÓSTER

PROTECCIÓN VEGETAL Y BIOTECNOLOGÍA

- Parasitismo en huevos de hemípteros pentatomidos en soja *Glycine max* (L.) Merrill en el Departamento de Canindeyú** 590
Martínez, H.¹, Cabral A, C.^{1*}, Ramírez, M. B¹, Gómez, V.¹, Garcete, B.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*claudia.cabral@agr.una.py
- Etiología de manchas foliares en *Megathyrus maximus* cv. *gatton panic* de la Eco región Chaco seco de Paraguay** 595
Sarubbi, H.^{1*}, Colman, A.¹, Albertini, H.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*humberto.sarubbi@agr.una.py
- Fitotoxicidad de herbicidas pre emergentes sobre el cultivo de soja (*Glycine max* L. Merrill)** 600
Benítez, M. J.^{1*}, Vera, P. A.¹, Sarubbi, H. J.¹, Núñez, R. S.¹, Flecha, A. G.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*marcosbenitez@gmail.com
- Incidencia de hongos asociados a muestras de hojas de arroz en el ciclo del cultivo 2017/2018** 605
Quintana, L.^{1*}, Gutiérrez, S.¹, Arriola, M.¹, Morinigo, K.¹
¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Itapúa, Encarnación, Paraguay
*lviedma@gmail.com
- Aplicación de imazetapir en posemergencia temprana del cultivo de soja (*Glycine max* L.) como alternativa para el manejo de *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist y *Richardia brasiliensis* Gomes** 608
Núñez, R. S.^{1*}, Vera, P. A.¹, Benítez, M. J.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Protección Vegetal. San Lorenzo, Paraguay
*rominanunhezinsfran@gmail.com
- Control de la contaminación de explantes en la micropropagación de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos** 613
Díaz Lezcano, M.I.^{1*}, Vera Arza, D. M.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*maura.diaz@agr.una.py
- Evaluación de factores de patogenicidad secretados por aislados nativos de *Macrophomina phaseolina*** 616
Pineda, A.¹, Vaceque, J.¹, Flores-Giubi M. E.¹, Barúa, J. E.¹, Romero-Rodríguez, M.C.^{1*}
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Química Biológica
*romero@qui.una.py

Velocidad de crecimiento de hongos fitopatógenos en diferentes medios de cultivo..... 621

Sotomayor, N.^{1*}, Morinigo, K.¹, Vigo, R.¹

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Itapúa, Encarnación, Paraguay

*ingnilsasoto@gmail.com

Parasitoides de larvas del Orden Lepidoptera en cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)..... 625

Kim, S.¹, Cabral Antúnez, C.¹, Ramírez de López, M.¹, Garcete-Barret, B. R.¹

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

*sorakimhan@gmail.com

Evaluación de resistencia de *Coryza* spp. al glifosato 629

Vázquez-Núñez, M. E.¹, Maidana-Ojeda, M.¹, Vázquez-Núñez, C. N. ¹, Enciso Maldonado, G.A.^{1*}

¹Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”, Tomás Romero Pereira, Itapúa, Paraguay

*guillermo.enciso@cedit.org.py

Reacción de distintas variedades de soja a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid..... 632

Goncalves, D.¹, Maidana, M.¹, Fernández, M.¹, Fin, M.^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción.

María Auxiliadora, Paraguay

*marianafin1996@gmail.com

Respuesta de la aplicación del herbicida glifosato en estado de desarrollo del maíz (*Zea mays* L.) transgénico RR en el Departamento de Concepción 636

Cano Gamarra, Y.R.¹, Ayala Aguilera, L.¹, Pistilli de Franco, R.E.^{1*}, López Ávalos, D.F.¹, Lugo Pereira, W.L.¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay

*ruthpistilli@hotmail.com

Predadores asociados al cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) de la huerta de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNA 642

Cuevas Aquino, L. C.^{1*}, Cabral Antúnez, C. C.¹, Ramírez, M. B.¹, Garcete Barrett, B. R.¹

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

Detección de tospovirus en el cultivo de maní..... 647

Macchi Leite, G.^{1*}, Esquivel Fariña, A.^{2*}, González Segnana, L.¹, Resquín-Romero, G.¹,

Santacruz Oviedo, V.R.¹, José Guillermo Seijo³

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

²Ministerio de Agricultura y ganadería. Asunción, Paraguay

³Instituto de Botánica del Nordeste (UNNE-CONICET) y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.

*guille.macchi.gml@gmail.com

*arnaldo.esquivel@gmail.com

TRABAJOS PRESENTADOS EN LA SESIÓN DE PÓSTER

SUELOS E INGENIERÍA AGRÍCOLA

- Propuesta de Ordenamiento Territorial del Distrito de Escobar, del Departamento de Paraguari de la República del Paraguay** 653
- Paniagua A., J. R.^{1*}, González, A. L.¹, Sanabria A.¹, G. A., Ortíz F.¹, F. R., Cabrera P., O. E.¹, Ibáñez B., S. L.¹.
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay
*paniagualcaraz@gmail.com
- Zonas con conflicto ambiental en el distrito de Altos, Departamento de Cordillera, Paraguay.** 658
- Paniagua A., J. R.^{1*}, Díaz L., D. R.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay
*paniagualcaraz@gmail.com
- Comparación de las propiedades químicas de tres abonos orgánicos sometidos a fermentación aeróbica tipo bocashi** 662
- Báez Arzamendia, M.E.^{1*}, Martínez Cabrera, N.D.¹, Ortigoza Guerreño, J.¹, Torres, AM.¹, Scappini, C.C.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Caazapá, Paraguay
*marlenebaezing@gmail.com
- Disponibilidad de micronutrientes en suelos del Departamento Central**..... 667
- Rolón Galeano, M.P.^{1*}, Rasche, J. W.¹, Fatecha, D. A.¹, Rolón, G. A.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*paorolon2@gmail.com
- Plantas de servicio de invierno y su efecto sobre la productividad de soja en el distrito de Yguazú**..... 670
- Frutos, A.^{1*}, Dominguez1, J.¹, Seki, A.¹, Verón, A.¹
¹Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay. Colonia Yguazú, Paraguay
*arturfrutos17@gmail.com
- Fertilización nitrogenada en el rendimiento y la concentración de nitrógeno del sorgo forrajero sembrado en un Ultisol**..... 674
- Villalba, C. J.^{1*}, Orea-Pfefferkorn, Escandriolo, A.¹
¹ Universidad Nacional de Caaguazú, Paraguay
*villalba.javierdgi@gmail.com
- Disponibilidad de micronutrientes en suelos agrícolas del Departamento de Cordillera** 678
- Rolón Galeano, M.P.^{1*}, Rasche, J. W.¹, Fatecha, D. A.¹, Rolón, G. A.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*paorolon2@gmail.com
- Evaluación del consumo de tres tipos de diésel en un micro-tractor Yanmar nuevo** 683
- Bogado Suárez, N. M.¹, Chamorro Díaz, S.M.^{1*}, Bonnin Acosta, J. J.¹, Corvalán Pozzo, H.¹, Franco Ibars, R.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Ingeniería Agrícola. San Lorenzo, Py
*sergio.chamorro@agr.una.py

- Clasificación supervisada de imágenes Landsat 8 para la determinación del uso de suelo en la ciudad de Yguazú Paraguay**..... 687
- Chamorro Díaz, S. M.^{1*}, Bonnin Acosta, J. J.¹, Franco Ibars, R.¹, Benitez Galeano, A.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Ingeniería Agrícola. San Lorenzo, Paraguay
 *sergio.chamorro@agr.una.py
- La aplicación de purín de vacuno mejora la calidad del suelo en un sistema agrario intensivo**..... 691
- Valdez Ibañez, A.S.^{1*}, Bosch Serra, À.D.¹, Yagüe, M.R.¹, Domingo Olivé, F.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias Filial San Pedro de Ycuamandyyú, Universidad Nacional de Asunción. San Pedro, Paraguay
 *alcira.valdez@agr.una.py
- Uso de bioestimulante: una opción para incrementar los rendimientos de soja zafrña**..... 695
- Valdez Ibañez, A.V.^{1*}, Gray, R.D.¹, Alfonzo, J. S.¹, Caballero, E. J.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias Filial San Pedro de Ycuamandyyú, San Pedro, Paraguay
 *alcira.valdez@agr.una.py
- Cobertura de suelo y frecuencia de fertirriego con bovinaza líquida en la producción de hojas de lechuga**..... 698
- Samunido, R.E.¹, Caballero, E.J.¹, Ferriera, A.¹, Valdez-Ibañez, A.S.^{1*}
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias Filial San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay.
 *alcira.valdez@agr.una.py
- Fuentes y dosis de enmiendas orgánicas en el rendimiento de moringa**..... 702
- Rasche Alvarez, J.W.^{1*}, Fatecha Fois, D.A.¹, Morán Fariña, L.M.¹, Rojas Sosa, D.R.¹, Armoa Báez, D.E.¹, Santacruz Escobar, S.L.²
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
²Finca Santacruz – TEKOVE GREEN. Piribebuy, Paraguay
 *jwrasche@yahoo.com.ar
- Distribución de los niveles de ruido (dB) generado por una desmalezadora motorizada portátil**..... 706
- Chamorro, S.M.¹, Bonnin, J.J.^{1*}, Martínez Giménez, E.E.¹, Sanabria Almada, G.A.¹, Vera Ojeda, P.A.¹, Franco Ibars, R.A.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Ingeniería Agrícola. San Lorenzo, Paraguay
 *jose.bonnin@agr.una.py
- Características agronómicas y de producción del trigo bajo dosis creciente de nitrógeno**..... 712
- Alfonzo, L.L.¹, Leguizamón, C.A.¹, Peña, P. R.¹, González, H. A.¹, Bareiro, J. L.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *alfonzolizlujan@gmail.com

TRABAJOS PRESENTADOS EN LA SESIÓN DE PÓSTER

SUELOS E INGENIERÍA AGRÍCOLA

- Estimación de la erosión potencial en la microcuenca de Yhú - Departamento de Caaguazú**..... 715
- Peña, P. R.^{1*}, Leguizamón, C. A.¹, Cabral, N. D.¹, Torres, R. F.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay
*rociop195@gmail.com
- Estimación del factor de erosividad de la lluvia en la microcuenca de Yhú - Departamento de Caaguazú**..... 719
- Peña, P. R.^{1*}, Leguizamón, C. A.¹, Cabral, N. D.¹, Torres, R. F.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay
*rociop195@gmail.com
- Labilidad de fósforo con el cambio de uso de la tierra en suelos del Chaco Central**..... 723
- Candia Díaz, A. B.^{1*}, Rasche Álvarez, J. W.¹, Escobar Decoud, N. C.¹, Fatecha Fois,¹ D. A., Chaparro Carrillo, L. E.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*anacandia09@gmail.com
- Métodos alternativos para determinar la disponibilidad de fósforo en suelos del Chaco Central**..... 726
- Candia Díaz, A. B.^{1*}, Rasche Álvarez, J. W.¹, Escobar Decoud, N. C.¹, Fatecha Fois, D. A.¹, Benítez Almeida, C. V.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
*anacandia09@gmail.com
- Productividad del pasto elefante (*Cenchrus purpureus*) bajo riego y fertilización**..... 730
- Britos, C. A.^{1*}, Walder, M. A.¹, Franco, R.¹, Fariña, T.¹, Alonzo, L. A.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo Paraguay
*cbritos@agr.una.py
- Efecto de sistemas de labranza sobre algunas propiedades físicas en el distrito de Choré**..... 735
- Britos, C. A.^{1*}, Baez, A. F.¹, Leguizamón, C. A.¹, Fatecha, D. A.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay
*cbritos@agr.una.py
- Nivel de ruido (dB) emitido por un pulverizador tipo mochila de combustión interna portátil**..... 740
- Bonnin, J.J.^{1*}, Martínez Giménez, E.E.¹, Sanabria Almada, G.A.¹, Vera Ojeda, P.A.¹, Franco Ibars, R.A.¹, Chamorro, S.M.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Ingeniería Agrícola. San Lorenzo, Py.
*jose.bonnin@agr.com.py

- Fertilización con fósforo y su efecto sobre las características agronómicas del pasto *Panicum máximum* cv. tanzania**..... 746
- Britos, C. A.^{1*}, Griffith, G. M.¹, Fatecha, D. A.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *cbritos@agr.una.py
- Aplicación complementaria de nutrientes vía semilla y foliar en el maíz** 750
- Vázquez, C.C.^{1*}, Giret, B.V.¹, González, T.¹, Céspedes, N. A.¹, Leguizamón, C. A.¹, González, H. A.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *cintiacva44@gmail.com
- Respuesta del cultivo de poroto a la fertilización fosfatada asociado al uso de PGPR**..... 754
- Vera, B.¹, Karajallo, J.^{1*}, González, L.¹, Alemana, M.¹, Paster, E.¹
¹Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional del Este. Sede Itakyry, Paraguay
 *Krajallojc@hotmail.com
- Variables de rendimiento en el cultivo de trigo bajo diferentes dosis de nitrógeno en cobertura** 759
- Alfonzo, L. L.^{1*}, Leguizamón, C. A.¹, González, H. A.¹, Bareiro, J. L.¹, Peña, P. R.¹, Rolón, M. P.¹
¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay
 *alfonzolizlujan@gmail.com
- Estrategias de nutrición en tratamiento de semillas y fertilización foliar del cultivo de soja** 762
- González, T.^{1*}, Leguizamón, C. A.¹, González, H. A.¹, Giret, B.V.¹, Céspedes, N. A.¹, Vázquez, C. C.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *tatianagc7471@gmail.com
- Dimensionamiento de la malla de muestreo para la caracterización de la variabilidad espacial de la compactación de un suelo agrícola**..... 766
- Martínez Giménez, E.E.^{1*}, Bonnin, J.J.¹, Sanabria Almada, G.A.¹, Franco Ibars, R.¹, Chamorro, S.M.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay
 *anaileile98@gmail.com
- Nivel de ruido generado por un tractor agrícola en condición estática** 771
- Bonnin Acosta, J.J.¹, Martínez Giménez, E.E.^{1*}, Vera Ojeda, P.A.¹, Chamorro Díaz, S.M.¹, Franco Ibars, R.A.¹
¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Área de Ingeniería Agrícola. San Lorenzo, Paraguay
 *anaileile98@gmail.com

TRABAJOS PRESENTADOS EN LA SESIÓN DE PÓSTER

SUELOS E INGENIERÍA AGRÍCOLA

Cuantificación de la pérdida de grano en la cosecha mecanizada de la soja según el método de muestreo 777

Bonnin; J.J.¹, Céspedes, C.D.¹, Martínez Giménez, E.E.^{1*}, Franco Ibars, R.A.¹, Chamorro, S.M.¹

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

*anaileile98@gmail.com

Evaluación de la resistencia del suelo a la penetración y de la densidad del suelo en campo bajo de San Juan Bautista - Misiones 783

González Galarza, A.F.¹, Campos, R.J.¹, Sebastián Rojas, M.M.¹, García, M.G.¹, Cubilla Andrada, M.², González Cárdenas, T.^{1*}

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

²Consultora Nuestro Suelo. San Juan Bautista-Misiones, Paraguay

*tatianagc7471@gmail.com

Enmienda orgánica y fertilización fosfatada y su efecto sobre la producción de raíces de mandioca 788

Soto Vera, D.E.^{1*}, Gallas Rojas, A.S.¹, González Vera, C.M.¹, Rojas Mena, P.D.¹, Leguizamón Rojas, C.A.¹, Rasche Alvarez, J.W.¹

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

*sotovera.de@gmail.com

Evaluación de calidad de granos de trigo *Triticum aestivum* var. Itapúa 80 con fertilización complementaria 792

Brítez, R.¹, Cáceres, J. A.¹, Leguizamón, C. A.¹, González, H. A.¹, González, T.^{1*}, Soto, D. E.¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay

*tatianagc7471@gmail.com

Azufre elemental y su efecto sobre algunas propiedades químicas de un suelo del distrito de Filadelfia 797

Chaparro, L.E.¹, Rasche, J.W.¹, Moreno, H.¹, Escobar, N. C.¹, Fatecha, D.A.¹, Candia, A. B.¹

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

*enrichap.car@gmail.com



Presentaciones orales



Impacto de la eliminación de impuestos sobre el consumo de alimentos y productos agrícolas en Brasil

Rayan Wolf¹; Abdoulaye Aboubacari Mohamed¹; Fabrício Sepúlveda Gomes¹;
Costa Gurgel, A.¹; Cardoso Teixeira, E.¹

¹Federal University of Viçosa (UFV) - MG, Brazil

*rayanwolf@gmail.com

El hecho es que la configuración del sistema tributario brasileño penaliza a los más pobres por privilegiar el impuesto sobre consumo de bienes y servicios, tales como remedios, alimentos y vestimenta. De acuerdo con Pintos-Payeras (2010), el 10% de los más pobres pagan, proporcionalmente a su renta, un 44.5 % más impuestos que el 10 % de los más ricos de la población brasileña.

La carga tributaria incide en el 53.9 % de la renta de las familias que reciben hasta dos salarios mínimos, sin embargo, en las familias más ricas, con hasta treinta salarios mínimos, incide sobre el 36.6 % de la renta. Brasil es el tercer país en el ranking de los países con mayores cargas tributarias sobre bienes y servicios, con el 15.40 %, un 3.2 % por encima del valor promedio de los países que constituyen la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE (Gomes, 2016).

De acuerdo con la Investigación de Presupuesto Familiar (POF) 2008-2009 (IBGE, 2011), cuanto menor es la línea de renta de las familias mayor es la proporción de la renta gastada en alimentos. Los gastos en los ítems de alimentos representan el 16.1 % de los

gastos totales de las familias brasileñas y el 19.8 % de los gastos de consumo. Cuando se observa la incidencia en los diferentes niveles de renta, la diferencia se torna más visible, las familias con renta de hasta R\$ 830.00 gastan el 27.8% de la renta en alimentación, mientras que las familias con rentas superiores a R\$ 10375.00 gastan el 8.5% de la renta con los mismos gastos. Por eso, la carga tributaria brasileña puede contribuir a elevar la disparidad de la renta observada entre las familias ricas y pobres en el país.

Considerando las funciones económicas del gobierno (asignación de recursos, estabilización económica y redistribución del ingreso), se cuestiona la efectividad de su configuración actual para lograr estos objetivos, dado el carácter progresivo de los impuestos. ¿Existe alguna forma de mitigar los impuestos para las familias menos favorecidas y lograr la función distributiva del gobierno? Una vez que se redujera la tasa impositiva sobre los bienes de consumo de los hogares, en particular los productos alimenticios y agrícolas, se produciría la justicia económica. Los impuestos a la renta, que son de carácter progresivo, actuarían de forma anticíclica para paliar una posible recesión económica.

El presente estudio tiene como objetivo analizar el carácter redistributivo de una política de exención de impuestos para los sectores agrícola y alimentario en la economía brasileña. Para comprender el mecanismo de encadenamiento de dicha política, se utilizó un Modelo de Equilibrio General Computable para Brasil (PAEG), analizando tres escenarios. En un primer momento, el impacto en el bienestar de las regiones se analiza considerando los gobiernos regionales y el gobierno federal, sin movilidad de factores entre las regiones, permitiendo analizar los impactos solo dentro de las regiones de forma aislada.

En un segundo paso, se incorpora al análisis la movilidad de factores (capital y trabajo), lo que permite analizar la competencia de estos factores entre regiones. El desglose de las familias en diferentes clases de ingresos en las regiones nos permite analizar el impacto de la política simulada en las familias (de las más pobres a las más ricas) en cada región por separado. El ejercicio final es considerar que las clases de ingresos más altos serán responsables de mantener la actividad del gobierno en la economía, a través de la transferencia de ingresos. Luego se analiza el carácter redistributivo de la política simulada. En este tercer escenario, el objetivo es garantizar el consumo del gobierno, una vez que se espera la pérdida de ingresos de los impuestos que nos apunta al aumento del bienestar de las familias en las primeras clases de ingresos.

Para lograr la propuesta se utilizó un Modelo Computable de Equilibrio General, el Proyecto de Análisis de Equilibrio General de la Economía Brasileña (PAEG), un conjunto analítico de equilibrio general estático, multirregional y multisectorial, basado en GTAPinGAMS.

El modelo utiliza la sintaxis del algoritmo Modeling Programming System for General Equilibrium, desarrollado por Rutherford (1999), que representa un modelo de equilibrio general a través de bloques de ecuaciones de producción, demanda y restricciones específicas. El MPSGE transforma esta información en ecuaciones algebraicas, que se procesan en el software GAMS². Las ecuaciones generadas caracterizan condiciones de beneficio cero para la producción, equilibrio entre oferta y demanda en los mercados y definición de ingresos para los consumidores del modelo.

En PAEG, la base de datos de la economía brasileña está desagregada en cinco regiones, manteniendo los datos del GTAP³ para las otras regiones y datos sobre los flujos comerciales entre Brasil y otras regiones del mundo intactos. Se decidió utilizar dos versiones del modelo, una con posibilidad de dividir al gobierno en dos (Nazareth, 2017) y la versión que permite dividir a las familias en diez clases de ingresos (Wolf, 2016).

Cada región está representada por una estructura de demanda final, compuesta por el gasto público y privado en bienes y servicios. Los sectores productivos combinan insumos intermedios y factores primarios de producción –capital, trabajo, tierra y recursos naturales– con el fin de minimizar costos, dada la tecnología. La base de datos incluye los flujos comerciales bilaterales entre países y regiones, así como costos de transporte, aranceles de importación e impuestos (o subsidios) de exportación.

En el trabajo de Teixeira, Pereira & Gurgel (2011), se presentan en detalle las variables que representan los niveles de actividades en equilibrio y las variables de precios relativos de bienes y factores. Todas las variables tienen un valor determinado por el modelo, donde cada precio en equilibrio está asociado con la condición de equilibrio del mercado. Los procesos de optimización se describen mediante diferentes relaciones matemáticas que ocurren en el modelo de equilibrio general. Además de estas relaciones, el modelo considera las condiciones de equilibrio entre oferta y demanda en los mercados, beneficio cero y equilibrio entre ingresos y gastos de los agentes, para completar el proceso de balance computacional.

El principal interés del estudio fue investigar los cambios en el bienestar de los hogares mediante la eliminación de los impuestos especiales sobre alimentos y productos agrícolas. Estudios preliminares indican que aumentaría el bienestar de las familias de menores ingresos, ya que gran parte de su salario se gasta en estos rubros. En la primera simulación, sin movilidad de factores entre regiones, hubo un aumento del bienestar en todas las clases de ingresos, siendo las clases con menores ingresos las más beneficiadas. Además, el valor de la variable que representa el PIB aumentó, mientras que el gasto público necesariamente tuvo que disminuir, a medida que disminuyeron los ingresos por impuestos.

En cuanto a la desigualdad de ingresos, se puede decir que ha disminuido, ya que las clases de ingresos con salarios más bajos tuvieron una mayor ganancia en bienestar que las clases de ingresos con salarios más altos. Sin embargo, al observar la movilidad de capital entre regiones, los resultados de la simulación fueron de un movimiento de capital y trabajo a regiones que ya eran ricas, lo que indica un aumento en la desigualdad de ingresos regional, contrastando así con el resultado

de la disminución de la desigualdad de los ingresos en general.

Para restablecer el gasto público, se simuló la transferencia de ingresos de las clases altas junto con la reducción de impuestos. En esta simulación, hubo una reducción aún más marcada en la desigualdad de ingresos entre clases a nivel agregado. A nivel regional, hubo pocos cambios en comparación con el escenario base que se utilizó en la comparación, es decir, el bienestar agregado de las regiones ha cambiado relativamente poco. Este resultado indica la gran importancia de la tributación sobre la renta, reflejando su impacto positivo en la reducción de la desigualdad de ingresos.

Aumentar el consumo de los hogares equivale a una transferencia de efectivo y reducir los ingresos del gobierno solo implica un gasto equivalente para este propósito. Este resultado es muy positivo si se considera la rapidez de transferencia y el bajo costo administrativo para el gobierno, utilizando así el recurso recolectado de manera económicamente eficiente.

Si bien el tema de la estabilización no está presente en el análisis, considerar una transferencia de las clases de mayores ingresos al gobierno tiene un doble mérito: objetivos distributivos e ingresos. A pesar de la ganancia en bienestar agregado, casi no hay cambios y una generación de ingresos transfiere ingresos a las familias más pobres.

De esta manera, se concluye que la cuestión del impuesto progresivo de hecho reduce la desigualdad de ingresos y mejora el bienestar agregado. Por lo tanto, eliminar los impuestos a los productos agrícolas y alimentarios y, al mismo tiempo, inducir un mecanismo similar a un impuesto progresivo mejora la distribución del ingreso, hay un impacto muy sutil en el bienestar agregado y una mejora en los ingresos del gobierno.

Referencias bibliográficas

- Gomes, M. (2016). As distorções de uma carga tributária regressiva. *Desafios do Desenvolvimento*, 12, 36-43.
- IBGE. (2011). Pesquisa de orçamento familiares 2008-2009. Recuperado de <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>
- Nazareth, M. S. (2017). Federalismo fiscal market-preserving: uma análise de equilíbrio geral computável para o Brasil (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa – MG.
- Pintos-Payeras, J. (2010). Análise da progressividade da carga tributária sobre a população brasileira. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 40 (2), 153-186.
- Teixeira, E. C., Pereira, M. W. G., & Gurgel, A. C. (2013). *A estrutura do PAEG*. Campo Grande, MS: Life Editora.
- Wolf, R., Pereira, M. W. G., Teixeira, E. C., Gurgel, A. C., & Higano, L. T. M. (2018). Efeitos do programa bolsa família sobre o bem-estar econômico das famílias nas macrorregiões brasileiras: uma análise de equilíbrio geral computável. *Análise Econômica*, 36(71).

Políticas de biocombustíveis e seus efeitos no agronegócio

Cardoso, L.C. B.^{1*}

¹Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada

*leonardocardoso@ufv.br.

Este resumo expandido tem três objetivos simples. Primeiro, mostrar que o Brasil é um *outlier* quando falamos de energias limpas. Depois, mostrar que a posição de destaque em relação à energia limpa não foi fruto do acaso, mas de políticas públicas. Por último, o terceiro objetivo é mostrar o que se espera daqui em diante sobre o uso de biocombustíveis no Brasil. Como a maior parte do biodiesel brasileiro vem da moagem de soja, espera-se também um aumento desta demanda internamente.

O Brasil performa pior do que o resto do mundo em alguns setores. Na parte de violência, tem-se mais de 50 mil homicídios/ano no país desde 2008. A cada três anos são perdidas mais vidas no Brasil por homicídios do que em todos os oito anos de Guerra no Iraque². A desigualdade e o combate à pandemia do Covid-19 também não são exatamente motivos de orgulho da nação. O país está dentre os vinte mais desiguais do mundo, não importa qual a medida de desigualdade usada. Usando o índice de Gini, o país está entre os dez mais desiguais do mundo (Banco Mundial, 2020). O combate à pandemia parece ter sido um completo desastre. Ao final de abril de 2021, o mundo tinha um total de 3,18 milhões de mortos. A mesma época, o Brasil contribuía com 12% do total destas mortes, sendo que o país tem 2,7% da população mundial.

Porém, ao falar sobre energias limpas, o quadro muda. Com uma parcela de 46,2% da energia vindo de fontes de baixo carbono em 2019, o Brasil é o sexto país com maior índice neste quesito. A média mundial da percentagem de energia vinda das fontes de baixo carbono é quase 30 pontos percentuais menor do que a brasileira. Sendo que este não é apenas um retrato da situação atual. Como mostra a Figura-1, historicamente o Brasil tem índices melhores do que a média mundial.

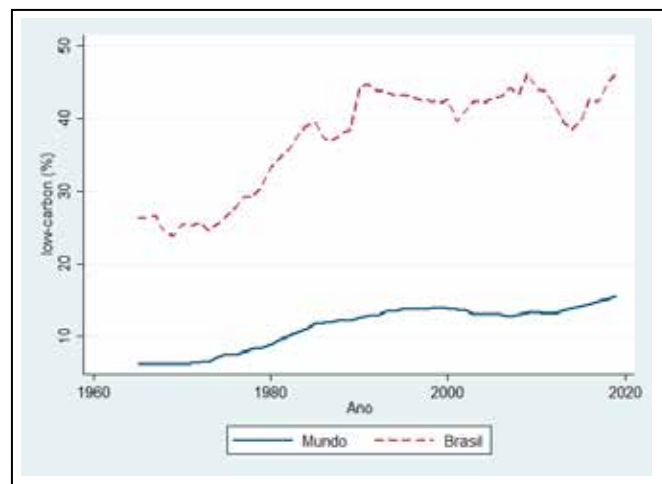


Figura 1 – Porcentagem da energia de baixo carbono no total da energia primária (low-carbon(%)). Elaboração própria. Dados do Our World in Data - Energy Mix. Ver Ritchie e Roser (2021).

Este bom resultado se deve basicamente ao Brasil usar relativamente mais energia advinda de hidroelétricas e dos biocombustíveis. Na matriz energética brasileira, 32% da energia primária brasileira é fornecida via hidroelétricas, e 24% via biocombustíveis (Ritchie & Roser, 2021).

As políticas públicas têm um papel importante no uso dos biocombustíveis. Segundo Ebadian et al. (2020), políticas do tipo *technology-push* são as mais importantes nos estágios iniciais, quando os biocombustíveis estão longe de conseguir concorrer com as tecnologias tradicionais, e.g. os projetos pilotos de novos motores e novos combustíveis. As políticas do tipo *market-pull* são mais usadas quando os biocombustíveis estão mais próximos de concorrer com as tecnologias mais tradicionais, por exemplo, os mandatos e subsídios aos biocombustíveis.

O Brasil se assemelha ao resto do mundo quando se fala que os mandatos são uma das políticas mais importantes para incentivar o uso de biocombustíveis. No país, desde 2015, existe uma adição de etanol anidro de 27% a gasolina-c. No diesel, o mandato atual indica a uma adição de 13% de biodiesel. Portanto, ao olhar para os três combustíveis mais vendidos no Brasil (diesel (B13), gasolina-c (E27) e etanol (E100)), não importa qual combustível escolhido, pelo menos 13% de biocombustível será vendido³. Um diferencial brasileiro é o enorme volume de E100 consumido. O volume de E100 chega a superar a metade do total de vendas de gasolina-c (E27) em diversos períodos da história recente (Figura-2). Isto ocorre devido a três fatores: i) quase 100% dos postos têm E100 disponível para venda; ii) a introdução dos carros

flex fuel; iii) uma série de incentivos fiscais dando competitividade ao E100.

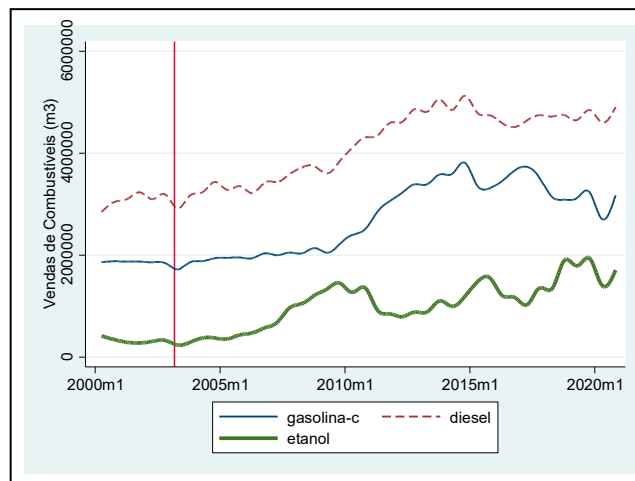


Figura 2 – Vendas de combustíveis no Brasil em m³. Elaboração própria. Dados da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). A linha vermelha vertical indica a introdução dos carros flex fuel no Brasil em 2003.

O E100 consumido no Brasil vai ao mercado via um intrincado arcabouço de leis que aumentam a sua competitividade. Primeiro, os mandatos do governo para o etanol anidro garantem escala para o setor sucroalcooleiro. Depois, o governo incentiva a indústria automotiva a vender os carros que usam gasolina e etanol, ao invés dos que usam só gasolina. No Brasil, o Imposto sobre Produto Industrializado (IPI) é mais alto para carros movidos unicamente a gasolina do que aos carros flex. Por último, a taxaçoão ao E100 é mais branda do que a taxaçoão da gasolina. Em São Paulo, por exemplo, aproximadamente 42% do preço final da gasolina é composto por impostos. Para o E100, os impostos são 21% do preço final (Cardoso et al., 2019).

As motivações iniciais do uso de biocombustíveis no Brasil, à época do Proálcool, foram o aumento da segurança energética e o desenvolvimento rural. As preocupações ambientais vieram só mais recentemente, e hoje são provavelmente a principal motivação usada para a adoção dos biocombustíveis. Hunsberger et al. (2017) fazem um interessante levantamento do que os projetos de uso de biocombustíveis prometiam quando implantados, e o quais foram os resultados. No caso brasileiro, a adoção do biodiesel estava ligada à geração de empregos, aumento da segurança energética, inclusão de pequenos produtores via a produção de biodiesel a partir de diversas fontes (pinhão-manso, mamona e outras), e o desenvolvimento rural. Hoje, 77% da produção de biodiesel brasileira vem exclusivamente da soja. A segunda maior participação no biodiesel brasileiro vem do sebo bovino (de 10 a 11%).

Ainda segundo Hunsberger et al. (2017), a inclusão das pequenas propriedades não foi alcançada na política de biocombustíveis brasileira. A produção de etanol é via grandes produtores, e o biodiesel que incluiria os pequenos produtores também não conseguiu atingir tal feito de forma satisfatória⁴. Entretanto, os objetivos em relação a mitigação das emissões foram alcançados e, embora a os pequenos produtores não tenham sido satisfatoriamente incluídos, houve um enorme aumento da produção nos setores ligados aos biocombustíveis. Ver área plantada de soja e a produção na Figura 3.

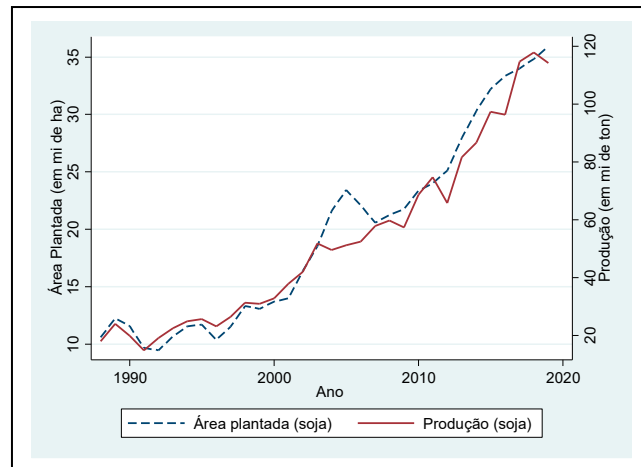


Figura 3 – Produção e área plantada de soja no Brasil. Elaboração própria com dados do Ipeadata (2021).

Entre os anos de 1990 e 2019 a produção de soja foi multiplicada por 5,7, a área plantada por 3 e a produtividade por 1,8. A expectativa é que a safra 2020/2021 chegue a 133,7 milhões de toneladas de soja. Isso tudo com o preço da *commodity* tendo valorizado quase 75% no último ano (comparação entre março de 2020 e março de 2021). Estima-se que mais da metade da soja moída em 2020 tenha ido para a produção de biodiesel.

Sobre o futuro das políticas de biocombustíveis no mundo, enquanto na Europa e Estados Unidos as expansões dos mandatos enfrentam questionamentos sobre a capacidade de suprir os mantados com oferta doméstica. Já o Brasil, além de já ter mandatos muito mais agressivos do que o resto do mundo, está aumentando-os

ainda mais. Hoje tem-se o B13 para o diesel, mas as promessas são de que logo o Brasil passe a utilizar o B15⁵. Além disso, a RenovaBio, a nova política de biocombustíveis brasileira, promete intensificar o uso de biocombustíveis principalmente via a certificação da produção de biocombustíveis e venda destes certificados⁶. As metas de descarbonização brasileiras visam também a expansão do uso de biocombustíveis para transportes que atualmente usam apenas combustíveis de origem fóssil. Segundo Martini et al. (2018), o setor de aviação se comprometeu a reduzir pela metade as suas emissões até 2050 usando principalmente os chamados *jet-biofuels*.

Concluindo, as políticas de biocombustíveis ajudam, e muito, a taxar a matriz energética brasileira como relativamente limpa. Estas políticas são responsáveis por parte do aumento da produção de soja no Brasil. E o que se espera para o futuro é um aumento no uso de biocombustíveis no Brasil. A política de biocombustíveis brasileira seria mais bem vista se viesse acompanhada de metas de desmatamento zero. Mesmo que a RenovaBio só conceda créditos de carbono aos biocombustíveis que foram produzidos sem desmatar, seria importante que o Brasil como um todo se compromettesse com o desmatamento zero. Hoje, metade das emissões de CO₂ no Brasil vêm do desmatamento. O que contrasta com a imagem ambientalmente sustentável dos biocombustíveis.

Referências bibliográficas

- ANP. (2021). Sistema de levantamento de preços. Recuperado de <http://www.anp.gov.br/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos/levantamento-de-precos>
- Cardoso, L. C., Bittencourt, M. V., Litt, W. H., & Irwin, E. G. (2019). Biofuels policies and fuel demand elasticities in Brazil. *Energy Policy*, 128, 296-305.
- Hunsberger, C., German, L., & Goetz, A. (2017). “Unbundling” the biofuel promise: Querying the ability of liquid biofuels to deliver on socio-economic policy expectations. *Energy Policy*, 108, 791-805.
- Ipeadata. (2021). Levantamento sistemático da produção agrícola para produção de soja em quantidade. Recuperado de <http://www.ipeadata.gov.br/>
- Martini, D. Z., Sanches, I. D. A., Galdos, M. V., da Silva, C. R. U., & Dalla-Nora, E. L. (2018). Land availability for sugarcane derived jet-biofuels in São Paulo—Brazil. *Land Use Policy*, 70, 256-262.
- Ritchie, H., & Roser, M. (2021). Energy. *Our World in Data*. Recuperado de <https://ourworldindata.org/energy>

Risk assessment of agricultural investment in Paraguay

Salas Mayeregger, J.¹, Malcolm, B.², Sinnett, A.², Farquharson, B.²

¹ National University of Asuncion, Paraguay

² University of Melbourne, Australia

*jsalas@agr.una.py

Introduction

Most small farmers nowadays do not see agriculture as an option to surmount poverty, and with the present technology and farm management practices, their belief is probably justified. Poor economic performance of farms causes social unrest, with rural populations decreasing and relocating to cities (Nin-Pratt, 2018). Farmers shifted from economic agents, contributing to development to become a social burden (Baraibar-Norberg, 2020). Smallholders now rely on the government's assistance creating highly dependent farmers (Khol, 1992).

This research will try a new approach; analysing the farm's production as a whole and exploring how farmers' wealth can be improved. In this way, the farmer can rely on their efforts and management skills.

When thinking about a change in the farmer's system comparing alternative futures (changes), both return and risk should be assessed. A tool to evaluate the benefit and cost analysis on the returns considered was the *discounted cash flow*. *Discounted cash flow budget* assess the return on the initial outlay where changes take more than a year, with the decision made by measuring and comparing NPV, IRR, BCA. (Dillon & Hardaker, 1993; Malcolm *et al.*, 2005).

The other aspect to be considered when trying to improve or complement the decision-making analysis is the risk factor (Makeham & Malcolm, 1988;

Hardaker, 2015). As Hardaker *et al.* (2004) explained, the reason lies in the uncertain consequences on the event's occurrence, and therefore, they carry a value that can be assessed. Quantitative risk can be performed by deterministic risk analysis (single point estimates-worst, most likely and best-case scenario) and stochastic risk analysis (Monte Carlo simulation, probability distribution: normal, lognormal, uniform, triangular, PERT, and discrete) (Anderson & Dillon, 1992; Pallisade, 2013).

Stochastic budgets can be built (Elkjaer, 2000; Kabir *et al.*, 2017) using software that can predict outcomes are available such as @Risk running Monte Carlo simulation (Pallisade, 2013). @Risk has been used in agriculture to assess risk, as is shown in research by Sinnett *et al.* (2017) when analysing the expansion of dairy farms in Australia.

In Paraguay, the farm's profitability and the introduction of farm systems changes are challenging to assess due to the lack of a comprehensive method based on standard farm economics budgeting for the whole farm and risk analysis. For its comparative advantage, beef production was selected to test a new risk assessment method in Paraguay.

Recommendations or solutions for implementing the changes to the current farm situation carries risks that the farmers feared. However, the trends should be to steer farmers into incorporating risk as part of their decision toolbox when planning farm

activities. The paper focuses on establishing farm economics methods to analyse innovations and the potential economic benefits of introducing changes to the farm system and the risk associated with the investments.

Methods

The research focuses on small farms located in the northern part of the Eastern Region to address the increasing concern of small farmers' low welfare levels. The case study approach was the research design selected for this investigation. The case study is used in farm management economics studies to understand and explain relationships and interactions between technical, human, economic and financial aspects of farm activities. The results of one case study farm are presented as an example.

Data collected from case study farms generated information from the farm 'as a

whole', including all farm activities. The data collected comprises information about the farms' resources, management, and the farmers' goal, experience and skills.

The stochastic budget was constructed using @Risk, an add-in program for excel (Pallisade, 2013), fitting probability distribution to three variables to account for risk: steer starting weight, steer slaughter weight, and liveweight price. As shown in table 1, the data were correlated when necessary to reproduce the data's relationship. Monte Carlo simulation appraises probability distributions of outcomes for farm profit, liquidity, and growth. Visualisation of risk will be made using the CDF and PDF (Lipkus & Hollands, 1999). Simulations were run for 50,000 iterations or until reaching convergence with a confidence interval of 1% considering the mean.

Table 1. Distributions fitting and data correlation for seasonal pasture production, weight and buying and selling price for steers. Sample case study

Uncertain inputs		@Risk Model	Distribution						
Pasture production	PP_Spring 1	5,351	LogNormAlt	Sacar color					
	PP_Summer 1	4,609	LogNormAlt						
Weight	LW_Spring 1	305	LogNorm						
	LW_Summer1	395	LogNorm						
Price	P_Spring1	2.2	LogNormAlt						
	P_Summer1	2.1	LogNormAlt						
	P_Buying 1	2.0	LogNormAlt						
@RISK Correlations	PP_Spring	PP_Summer	LW_Spring	LW_Summer	P_Spring	P_Summer	P_buying		Eliminar columna vacía
PP_Spring i	1								
PP_Summer	0	1							
LW_Spring	1	0	1						
LW_Summer	0	0.8485211	0	1					
P_Spring	0	0	0	0	1				
P_Summer	0	0	0	0	0	1			
P_buying	0	0	0	0	0	0	1		

Ref: PP (pasture production) P (price) LW (liveweight)

The economic feasibility of the investment contrasts the states before and after the innovations considering by presenting scenarios about the farms' ability to support farmer wages and living expense; 'fam-

ily living expenses charged and drawn as cash' and 'full opportunity cost charged and drawn as cash'. The financial feasibility shows the time required by the investment to turn profits in a timespan of 10 years.

Results and Discussion

In this paper, the findings from one of the case study farms are presented. The family-run farm has ten hectares with climatic characteristics suitable for pasture and livestock production. Currently, the farm stocking rate is potentially

1.0 head/ha of Criollo breed grazing on rain-fed and unfertilised native pasture. Low farm efficiency and opportunity cost suggest that the farm needs to be re-engineered to introduce changes to take advantage of the farm resources (Table 2).

Table 2. Summary of the current economic and financial status of the farm.

Assessment				Value	
Economic	Efficiency (Profit budget)*	Net Farm Income	\$	-2,919	
		Return on equity	%	-8,0	
	Wealth (Balance sheet)*	Balance			
		Opening equity	\$	24,368	
		Closing equity	\$	21,450	
		Growth	\$	-2,919	
Financial	Liquidity (Cash flow)*	Cash			
		Net farm cash flow	\$	-3,898	

*Measurement instruments

Source: by Author, 2020.

There is currently no pasture and beef improvement system or model in Paraguay (CEPAL, 2017). Trying to come with a system to fit all-beef farms is unrealistic since climate, herd and pasture and soil are highly variable (Nasca *et al.*, 2015). Benchmarking was thought of as an alternative, but it was a suggestion at best, not a solution. A more accurate approach is to use as many sources as possible and decide based on each farm particularity to reach a tailored management system

and create a model using standard farm economics budgeting and risk analysis for Paraguay.

The PDFs curves in figure 1 show the probability distribution of the investments in beef and pasture improvement (change), comparing the current farm situation against the innovation. Before the innovation, the case study farm could not turn profits; it can be expected that the farm would be running into debt on average of around -8 per cent each year.

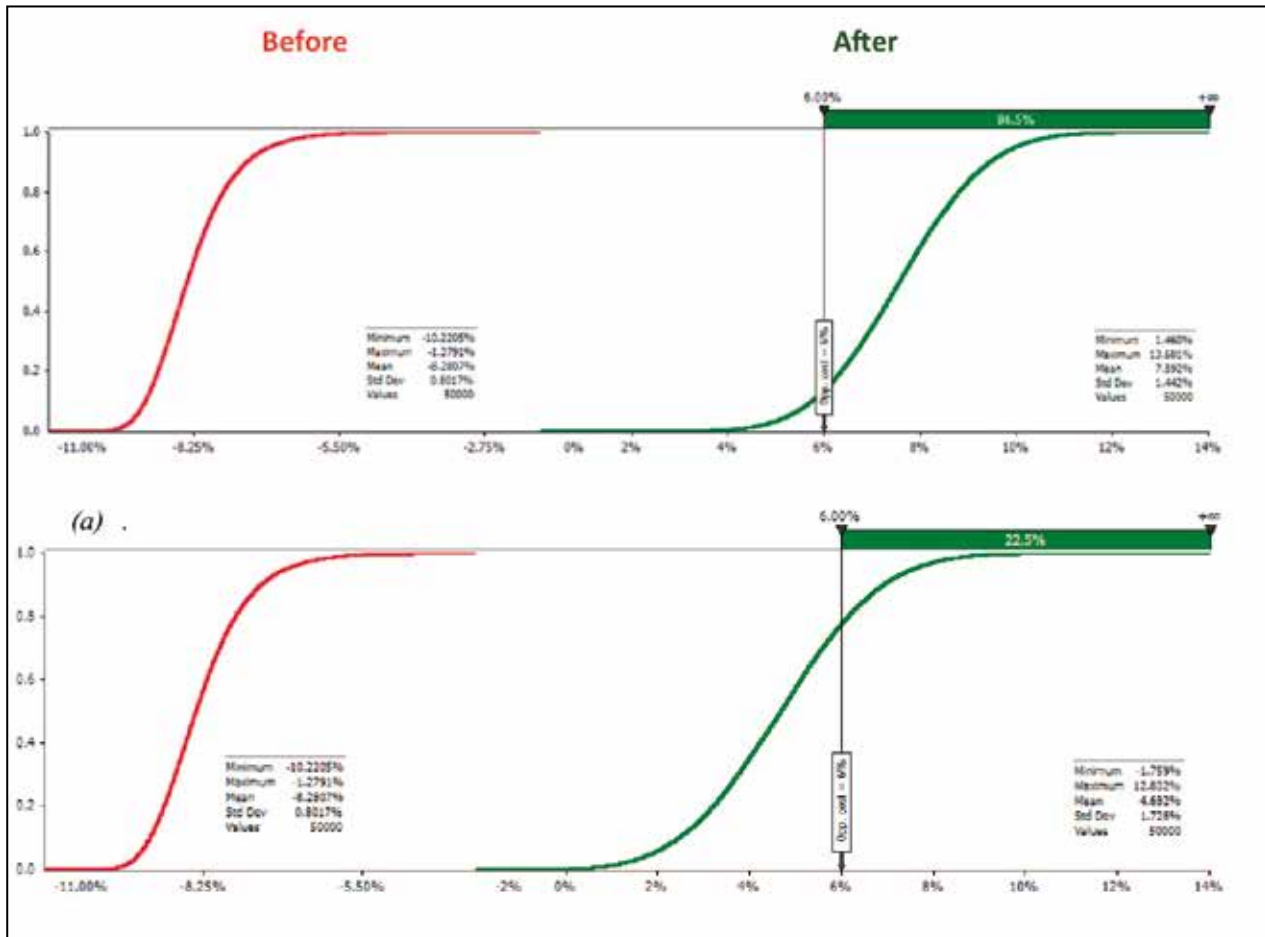


Figure 1. Comparing returns to investment, before and after, the beef and pasture innovation for the scenario (a) 'Family living expenses charged and drawn as cash' and (b) 'full family labour opportunity cost charged and drawn as cash'.

There is an opportunity for the farmer to get a job off-farm, working as a farmhand in neighbouring farms or as workers in the cities' service industry. Under these assumptions, the scenario where the 'opportunity cost of the full wages is charged and drawn as cash' can be run. It was observed that a 22 per cent chance of success of the farm's innovation could be expected. An increase in the probability of return on investment could be observed when scenarios increasing the plot size were run, suggesting a minimum plot size

for investment in beef for small farmers. More research needs to be carried out to find the optimal plot size.

The innovation of beef and pasture is economically feasible for small farms. Now the financial assessment or the time needed to repay the investment, if possible within the time frame of ten years, found that only the scenario 'Family living expenses charged and drawn as cash' could recover the capital invested. As explained in the economic feasibility, the plot size influenced the return on investment.

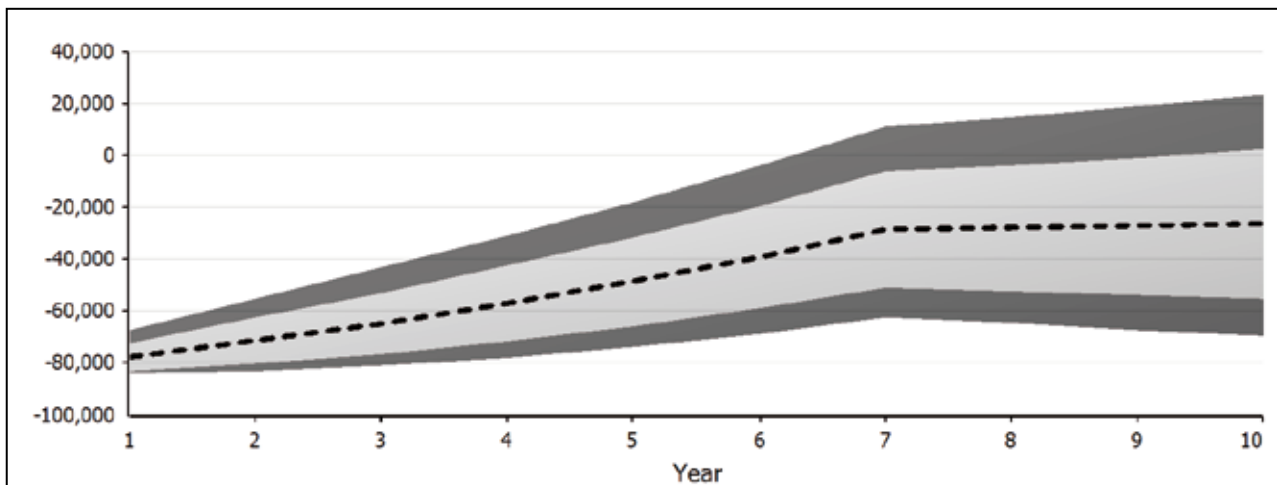


Figure 2. Interest paid or earned cumulative net cash flow for beef and pasture innovation.

Considering the interest paid or earned, the cumulative net cash flow (Figure 2) showed that the beef and pasture innovation investment could be repaid after year six-under good pasture production years (P95). Below the 95 percentile, it may take longer than ten years for the project to cover the investment. In the scenario considering the wages' full cost, the project's net cash flow will not cover the investment cost within the calculations' life span of ten years. The reason is the high cost of the land and the family wages that the project needs to over.

Conclusion

The risk assessment can aid the farmer in the decision-making process to opt for an alternative future or improve Beef and Pasture. The research's key findings expressed that family farms cannot support their livelihood under the current activities, running the farm into debt each year.

The introduction of the system' Beef and Pasture' is a viable option to improve welfare showing promising economic and financial figures. However, the implementation will depend ultimately on the farmer's risk aversion towards new technology.

Bibliographical references

- Anderson, J. R., & Dillon, J. L. (1992). *Risk analysis in dryland farming systems*. Rome: FAO.
- Baraibar-Norberg, M. (2020). *The political economy of agrarian change in Latin America : Argentina, Paraguay and Uruguay* (1st ed. 2020. ed.). Swiss: Springer International Publishing.
- Dillon, J. L. (1976). The economics of systems research. *Agricultural Systems*, 1, 5-22. doi:10.1016/0308-521X(76)90018-4

- Dillon, J. L., & Hardaker, J. B. (1993). *Farm management research for small farmer development (2nd ed.)*. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Elkjaer, M. (2000). Stochastic budget simulation. *International Journal of Project Management*, 18(2), 139-147. doi:[https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(98\)00078-7](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(98)00078-7)
- Hardaker, J. B., Lien, G., Anderson, J. R., & Huirne, R. B. M. (2015). *Coping with risk in agriculture : applied decision analysis (3rd ed.)*. Wallingford, Oxfordshire, United Kingdom: CABI.
- Kabir, J., Cramb, R., Gaydon, D. S., & Roth, C. H. (2017). Bio-economic evaluation of cropping systems for saline coastal Bangladesh: II. Economic viability in historical and future environments. *Agricultural Systems*, 155, 103-115. doi:10.1016/j.agsy.2017.05.002
- Khol, B. (1992). *Paraguay: Failure Of 1991-92 cotton crop exacerbates rural poverty*. United State; The University of New Mexico.
- Lipkus, I. M., & Hollands, J. G. (1999). The visual communication of risk. *JNCI Monographs*, (25), 149-163.
- Makeham, J. P., & Malcolm, L. R. (1988). *The farming game (6th imp.)*. Armidale, New South Wales: Gill Publications.
- Malcolm, L. R., Makeham, J. P., & Wright, V. (2005). *The farming game : Agricultural management and marketing (2nd ed.)*. Port Melbourne : Cambridge University Press.
- Nasca, J. A., Feldkamp, C., Arroquy, J. I., & Colomatto, D. (2015). Efficiency and stability in subtropical beef cattle grazing systems in the northwest of Argentina. *Agricultural Systems*, 133, 85-96.
- Nin-Pratt, A. (2018). *Agricultural growth, efficiency and family agriculture in Paraguay*. Retrieved from. Washington, DC.: Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI).
- Pallisade. (2013). @Risk: risk analysis and simulation add-in for Microsoft Excel (Version version 6).
- Sinnett, A., Ho, C. K. M., & Malcolm, B. (2017). Expanding a dairy business affects business and financial risk. *Animal Production Science*, 57(10), 2167-2174. doi:<https://doi.org/10.1071/AN15041>

Control del carácter simple/doble vaina en garbanzo (*Cicer arietinum*)

Caballo, C.^{1*}, Berbel, A.², Ortega, R.³, Gil, J.⁴, Millán, T.⁴, Rubio, J.¹, Madueño, F.²

¹Área de Genómica y Biotecnología, IFAPA, Alameda del Obispo, Córdoba, Spain

²Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas, CSIC-UPV, Campus de Vera, Valencia, Spain

³School of Natural Sciences, University of Tasmania, Hobart, TAS, Australia

⁴Department of Genetics ETSIAM, University of Córdoba, Córdoba, Spain

*cristinacaballolinares@gmail.com

Introducción

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) contribuye con el 13% de la producción mundial de leguminosas grano y es una fuente importante de proteínas para el consumo humano. En el mundo se producen unas 14,7 millones de toneladas, siendo la India el mayor productor con un 64,5% del total (FAOSTAT 2017).

La arquitectura de las inflorescencias es un carácter importante que puede afectar a la producción final ya que la inflorescencia determina la producción de flores, frutos y semillas y, por tanto, el rendimiento de los cultivos (Wang & Li 2008). El tipo básico de inflorescencia en leguminosas es la inflorescencia compuesta, en la cual las flores aparecen en las inflorescencias secundarias (I2) que se forman de la inflorescencia primaria. El número de flores formadas por una inflorescencia secundaria depende de la actividad del meristemo I2 y es característico de cada especie. Las inflorescencias I2 de garbanzo sólo producen una flor. Sin embargo, se han descrito mutaciones espontáneas que causan la formación de dos flores por nudo (Muehlbauer & Singh 1987).

La herencia del carácter simple/doble vaina en garbanzo se ajusta a un solo gen,

designado “*SFL*”, siendo el alelo recesivo (*sfl*) el que confiere el fenotipo doble vaina (Muehlbauer & Singh 1987; Srinivasan et al. 2006; Adak et al. 2017). En trabajos previos, se delimitó una región de 92,6 kb en el cromosoma 6 (Ca6) de garbanzo donde podría ubicarse el gen *SFL* (Ali et al. 2016).

En esta región se incluyen 7 genes anotados, entre estos, *CaRAX2*, destaca como posible candidato para el control del carácter simple/doble vaina, ya que codifica un posible factor de transcripción de tipo MYB que pertenece a la familia R2R3 MYB, cuyo homólogo en *Arabidopsis thaliana* regula la formación de los meristemos axilares del tallo (Müller et al. 2006).

Metodología

Para este trabajo se utilizó material vegetal con diferentes fuentes de fenotipo doble vaina, entre los que se incluyen NILs (near isogenics lines), estas líneas se caracterizan por tener el mismo fondo genético y diferir sólo en la región asociada con el carácter en estudio, por lo que son muy eficaces en estudios de expresión y mapeo fino, RIPs (recombinat imbred lines) y genotipos descritos como doble vaina en la web del

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

Para la identificación del gen *SFL* se ha utilizado la microscopía electrónica de barrido (SEM), se ha genotipado y secuenciado la región de interés, y se ha realizado un análisis bioinformático de la misma con el fin de encontrar diferencias entre las secuencias de los genotipos de doble y simple vaina.

También se han realizado hibridaciones *in situ* siguiendo el protocolo descrito en Ferrándiz et al. (2000) y por último, para estudiar la herencia y las relaciones alélicas entre diferentes genotipos se realizaron cruzamientos siguiendo el protocolo descrito en Caballo et al. (2018).

Resultados y discusión

En los genotipos de garbanzo simple vaina (*SFL*), cada I2 produce solo una flor/vaina, sin embargo, en las líneas con el gen mutado (*sfl-d*), las I2 producen dos flores/vainas, lo que se conoce como fenotipo de doble vaina (Figura 1A, B). Con la microscopía electrónica de barrido se ha analizado la ontogenia de la inflorescencia de una pareja de NILs (Figura 1C, D). Como se muestra en la Figura 1D, en la inflorescencia de doble vaina, los meristemas I2 producen dos meristemas florales (F) de manera consecutiva, lo que indica que en el mutante de doble vaina el meristemo I2 está activo durante un período más largo que en los genotipos simple vaina.

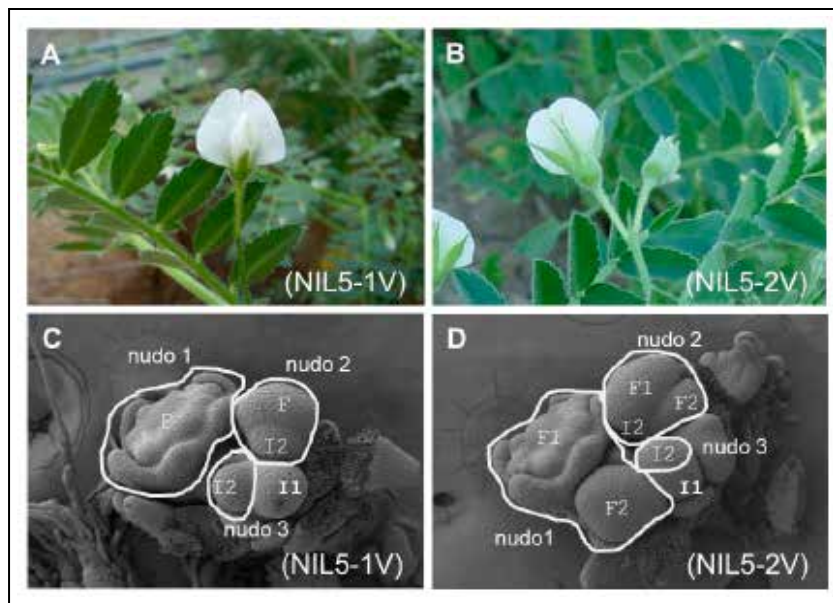


Figura 1. Inflorescencias de garbanzo A) silvestre (NIL5-1V, simple vaina) y B) mutante *sfl-d* (NIL5-2V, doble vaina). Micrografías electrónicas de barrido del ápice de inflorescencia en los genotipos C) NIL5-1V y D) NIL5-2V. Meristemo I1 (I1), meristemo I2 (I2) y meristemo floral (F)

Durante el genotipado mediante PCR de los 7 genes incluidos en la región de interés se observó que en los genotipos de simple vaina todos los fragmentos amplificados tuvieron el tamaño esperado, sin embargo, en JG62 (genotipo doble vaina) no se observó amplificación para los genes LOC101506220 (*CaRAX2*) y LOC101506550 (N-lisina metiltransferasa *METTL21A*). Para comprobar la ausencia de amplificación de estos genes se empleó diferente material vegetal de doble vaina con JG62 en su pedigrí. En ningún caso se obtuvo amplificación de estos genes. El hecho de no poder amplificar *CaRAX2* ni *METTL21A* en los genotipos doble vaina, sugiere que estos genes podrían

estar deletados en el genoma de estas plantas.

Para comprobar esta hipótesis, se realizó un alineamiento entre la resecuenciación del Ca6 de JG62 (doble vaina) y el Ca6 del genoma de referencia de garbanzo CDC-Frontier (simple vaina). La comparación de las dos secuencias permitió detectar una deleción de alrededor de 44 kb en la secuencia de JG62, localizada en la región que controla el carácter simple/doble vaina. Esta deleción incluye dos genes completos (*CaRAX2* y *METTL21A*, lo que apoya nuestra hipótesis), y parte de un tercer gen, LOC101490413 (serine carboxipeptidase-like) (Figura 2).

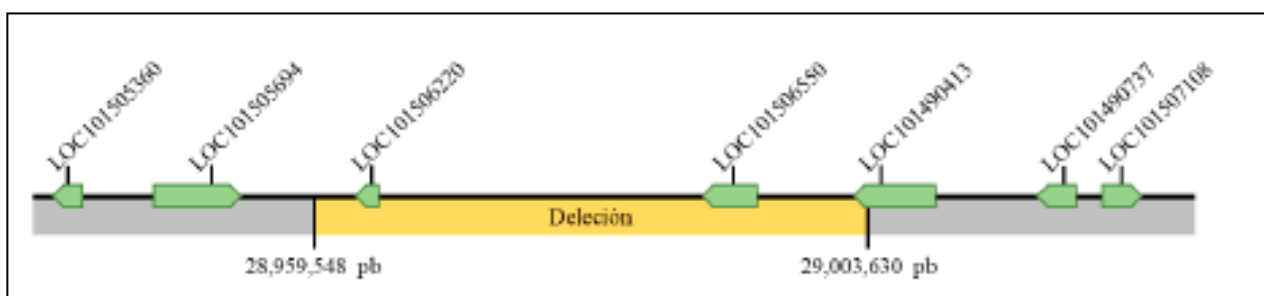


Figura 2. Región en el Ca6 de garbanzo asociada al carácter simple/doble vaina que incluye siete genes (Ali et al. 2016). En amarillo se indica la deleción detectada en este estudio que afecta a tres de los siete genes

Para determinar de manera clara cuál de los genes candidatos identificados es el gen *SFL*, tratamos de identificar nuevos alelos mutantes de dicho gen, distintos al alelo *sfl-d* presente en los genotipos relacionados con JG62. Para ello, se evaluaron 9 genotipos de la colección del USDA descritos como doble vaina. Se observó que tres de ellos (ICC4958, RPIP12-069-00458 y RPIP12-071-10065) presentaron simple vaina.

Para genotipar la presencia de la deleción presente en JG62, se utilizaron cebadores diseñados en los límites de la misma y

cebadores específicos del gen *CaRAX2*. Como era de esperar, los tres genotipos fenotipados como simple vaina no mostraron amplificación con los cebadores que detectan la deleción, mientras que sí con los del gen *CaRAX2*. Tres de los seis genotipos doble vaina (ICC1083, RPIP12-069-06223 y CA2969) amplificaron con los cebadores para la deleción, indicando que contienen el alelo *sfl-d*. Sin embargo, los genotipos de doble vaina AOS1, LINE6560 y LINE6581, al igual que los de simple vaina, no mostraron amplificación con los cebadores de la deleción, pero sí con los de

CaRAX2, lo que sugiere que estas líneas no contienen la delección y que, por tanto, estos tres genotipos podrían contener un alelo diferente a *sfl-d*. Para confirmarlo, estas tres líneas se cruzaron con JG62 observándose que todas las plantas F1 fueron doble vaina, demostrando que no hay complementación entre estos tres genotipos del USDA y JG62, y que, por tanto, corresponden a otro alelo mutante del mismo gen. Asimismo, cruzamientos entre los genotipos AOS1, LINE6560 y LINE6581 y la línea de simple vaina BT6-17 confirmaron la naturaleza recesiva de este alelo, ya que todas las plantas F1 fueron de simple vaina.

En los tres genotipos doble vaina, AOS1, LINE6560 y LINE6581 la secuencia de los genes LOC101506550 (N-lisina metiltransferasa *METTL21A*) y LOC101490413 (serine carboxipeptidase-like) fue idéntica a la de la referencia simple vaina CDC-Frontier, indicando que estos dos genes no son responsables del fenotipo doble vaina.

Por el contrario, la secuenciación en esos genotipos del gen CaRAX2 y su alineamiento con la secuencia de referencia de CDC-Frontier mostró cambios en las bases 306-307 de la secuencia codificante, variando de C-A en la referencia a A-C en los mutantes del USDA. Este cambio de bases produce una variación en los aminoácidos 102-103 de la proteína codificada, cambiando de aspartato (D)-asparagina (N) en la referencia a glutamato (E)-histidina (H) en los mutantes del USDA. Al comparar la secuencia de CaRAX2 de diez especies diferentes de plantas, desde dicotiledóneas a monocotiledóneas, se observó que los dos aminoácidos

afectados se encuentran en una región muy conservada, sugiriendo que esta región es relevante para la función de la proteína. De hecho, la mutación afecta al dominio de unión al ADN de estos factores de transcripción y la asparagina afectada participa en el contacto directo al ADN y se halla conservada en los MYBs desde levaduras hasta humanos (Martin & Paz-Ares 1997). Es por tanto, esperable que cambios en esos aminoácidos conduzcan a la pérdida de la función de la proteína.

Todos estos resultados muestran que CaRAX2 corresponde al gen responsable del carácter simple/doble vaina en garbanzo. Para confirmar y profundizar en la comprensión de la función del gen *SFL/CaRAX2* se analizó su expresión en el ápice de la inflorescencia mediante hibridación *in situ*. Se realizaron hibridaciones *in situ* en ápices de inflorescencias de plantas de una pareja de NIL, la NIL5-1V (simple vaina) y la NIL5-2V (doble vaina). En cada caso se hibridaron cortes seriados consecutivos de un mismo ápice, comparando por un lado CaRAX2 y CaVEG1 (marcador de meristemo I2) y por otro CaRAX2 con CaPIM (marcador de meristemo floral). En ambos genotipos no se observó expresión de CaRAX2 en el meristemo de inflorescencia primario I1. La expresión de CaRAX2 en NIL5-1V solapó en parte con CaVEG1, indicando expresión en meristemos I2 (Figura 3A). Por otro lado, la expresión de CaRAX2 solapó parcialmente con la de CaPIM, indicando expresión en parte del meristemo floral (Figura 3B). Finalmente, los ápices de NIL5-2V no mostraron expresión con CaRAX2 como se esperaba, debido a la ausencia de este gen en esta línea.

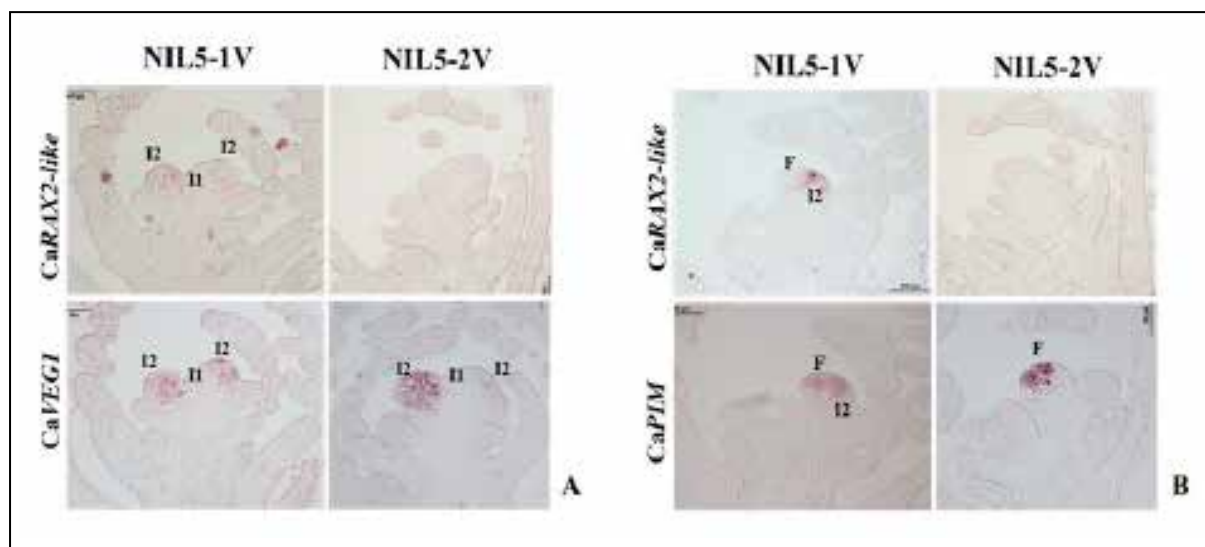


Figura 3. Hibridaciones *in situ* en cortes seriados de meristemos de una pareja de NILs (NIL5-1V/2V) con los genes A) CaRAX2 y CaVEG1 y B) CaRAX2 y CaPIM

Conclusión

Este trabajo ha permitido confirmar concluyentemente que CaRAX2 es el gen *SFL*, responsable del carácter simple/doble vaina. Asimismo, los resultados obtenidos han mostrado que CaRAX2/*SFL* se expresa específicamente en el meristemo de inflorescencia secundaria I2, donde se forman las flores, lo que indica que actúa en el meristemo I2 controlando su actividad.

Este trabajo ha contribuido a mejorar el conocimiento de las redes genéticas que controlan el desarrollo de la inflorescencia en leguminosas que, junto al uso de herramientas y recursos genómicos, es clave para la generación de nuevas variedades mejor adaptadas a diferentes condiciones ambientales y con un mejor rendimiento, que serán fundamentales para el desarrollo de una agricultura sostenible en el futuro.

Referencias bibliográficas

- Adak, A., Sari, D., Sari, H., & Toker, C. (2017). Gene effects of *Cicer reticulatum* on qualitative and quantitative traits in the cultivated chickpea. *Plant Breeding*, 136, 39–947. doi: 10.1111/pbr.12547
- Ali, L., Deokar, A., Caballo, C., Tar'na, B., Gil, J., Chen, W., Millan, T. & Rubio, J. (2016). Fine mapping for double podding gene in chickpea. *Theor Appl Genet*, 129, 77–86. doi: 10.1007/s00122-015-2610-1
- Caballo, C., Castro, P., Gil, J., Izquierdo, I., Millan, T., & Rubio, J. (2018). STMS (Sequence Tagged Microsatellite Site): molecular markers as a valuable tool to confirm controlled crosses in chickpea (*Cicer arietinum* L.) breeding programs. *Euphytica*, 214, 231. doi: 10.1007/s10681-018-2314-0

- FAOSTAT. (2017). Rome: Food and Agriculture Organization. Recuperado de <http://faostat.fao.org/>
- Ferrández, C., Gu, Q., Martienssen, R., & Yanofsky, M. F. (2000). Redundant regulation of meristem identity and plant architecture by *Fruitfull*, *Apetala1* and *Cauliflower*. *Development*, 127, 725–734.
- Martin, C., & Paz-Ares, J. (1997). MYB transcription factors in plants. *Trends Genet*, 13, 67–73. doi: 10.1016/S0168-9525(96)10049-4
- Muehlbauer, F., & Singh, K. (1987.) *Genetics of chickpea*. En M. C. Saxena, & K. B. Singh (Eds.). *The chickpea* (pp. 99-125). Wallingford: CABI Publ.
- Müller, D., Schmitz, G., & Theres, K. (2006). Blind homologous R2R3 Myb genes control the pattern of lateral meristem initiation in *Arabidopsis*. *Plant Cell*, 18, 586–597. doi: 10.1105/tpc.105.038745
- Srinivasan, S., Gaur, P. M., Chaturvedi, S. K., & Rao, B. V. (2006). Allelic relationships of genes controlling number of flowers per axis in chickpea. *Euphytica*, 152, 331–337. doi: 10.1007/s10681-006-9219-z
- Wang, Y., & Li, J. (2008). Molecular basis of plant architecture. *Annu Rev Plant Biol*, 59, 253–279. doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092902

Origen genético del maní e importancia de las especies silvestres en el mejoramiento del cultivo

Seijo, J.G.^{1*}

¹Instituto de Botánica del Nordeste (UNNE-CONICET) y Facultad de Ciencias exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.

*jgseijo@exa.unne.edu.ar

Los pueblos de América del Sur han cultivado especies de *Arachis* desde tiempos prehistóricos, pero sólo el alotetraploide ($2n=4x=40$, AABB), *A. hypogaea*, fue completamente transformado por la domesticación para convertirse en un cultivo de importancia mundial (Krapovickas & Gregory 1994). Actualmente, el maní sigue siendo una fuente importante de proteínas y de energía en el ámbito de la agricultura familiar de todo el mundo, conservándose aún cientos de razas locales (ibíd.). Sólo en algunos países se desarrolla el cultivo extensivo industrial para producción de grano de consumo directo y para aceite. Es en estos agroecosistemas, muchas veces desarrollados en ambientes marginales para la especie, que el maní se ve afectado por múltiples estreses bióticos y abióticos (Stalker et al. 2016).

El maní es morfológicamente diverso pero presenta baja variabilidad genética y no se han encontrado fuentes de resistencia a muchas enfermedades (varias causadas por hongos como viruelas, roya, podredumbre de la raíz y tallo, carbón; y varias causadas por virus) y pestes (como los nemátodos, thrips y arañuelas) en el germoplasma primario. Esta baja variabilidad, se ha atribuido a la estrecha base genética sobre

la que se han desarrollado los cultivares comerciales, y también al origen genético único y reciente del cultígeno, al nivel de ploidía (4x) y a la autogamia (Seijo et al. 2004, 2007).

Las especies silvestres de *Arachis* son endémicas de Sudamérica y se extienden desde el sur del Amazonas hasta el Río de la Plata y desde los Andes hasta el Océano Atlántico, en una amplia gama de ambientes (Krapovickas & Gregory 1994). En oposición al cultígeno, estas especies son genéticamente muy diversas (Bertioli et al. 2011) y constituyen importantes fuentes de genes de resistencia a diferentes estreses y de otras características de interés agronómico (Simpson 2001; Stalker et al. 2016). Actualmente, se reconocen 84 especies silvestres de *Arachis* agrupadas en 9 secciones taxonómicas diferentes con una gran diversidad de genomas (A, B, AB, C, D, E, EX, F, H, G, H, PR, R1 y R2) (Gregory & Gregory 1979; Stalker 1991; Robledo et al. 2009; Robledo & Seijo 2010; Silvestri et al. 2015). Estas constituyen amplios acervos secundarios y terciarios de germoplasma para el cultivo.

Con el propósito de ampliar la base genética del maní, en los últimos años se ha incrementado el interés por las

especies silvestres del género *Arachis*, principalmente en aquellas genómicamente afines al cultivo. El fin último de esta iniciativa es desarrollar variedades comerciales con caracteres de resistencia a estreses y otros atributos deseables introgresados desde las especies silvestres. Para alcanzar este propósito, fue necesario desarrollar conocimientos en dos aspectos. El primero de ellos, concerniente al estudio del origen genético del maní, así como de la composición y estructura genómica del mismo. El segundo, requirió una amplia caracterización de las especies silvestres, evaluación ante diferentes estreses, desarrollo de anfidiplóides compatibles, cruzamientos con el maní cultivado, desarrollo de poblaciones tetraplóides, retrocruzas y selección.

Para investigar el origen genético del maní se desarrollaron diversas aproximaciones. Entre ellas, se han generado evidencias citogenéticas (Seijo et al. 2004), filogeográficas (Gabriele et al. 2012) y moleculares (Kochert et al. 1996) que identificaron a *A. duranensis* y *A. ipaënsis* como las especies diploides donantes de los subgenomas A y B del maní, respectivamente. Estos análisis sugirieron que todas las variedades del cultígeno se habrían originado en un evento único de poliploidización hace unos 10-15.000 años (Seijo et al. 2004, 2007; Bertoli et al. 2019). La alta identidad de ADN entre el genoma de *A. ipaënsis* y el subgenoma B del maní en conjunto con la evidencia biogeográfica, sustentó a *A. ipaënsis* como progenitor directo del cultivo. Sin embargo, la población de *A. duranensis* secuenciada presentó un nivel de identidad más bajo con el genoma A del maní. El análisis de exomas de un panel de 55 accesiones

de *A. duranensis* permitió confirmar a las accesiones Río Seco (Salta, Argentina), como las más similares al subgenoma A de *A. hypogaea*, como se había sugerido previamente sobre la base cpDNA y ribotipos (Gabriele et al. 2012). El conjunto de datos permitió identificar a la región pedemontana del Noroeste de Argentina y Sur de Bolivia, como el lugar en donde más probablemente se habría originado el maní cultivado. La comparación del contenido de ADN (Samoluk et al. 2015), de los cromosomas (Seijo et al. 2018), y de los genomas (Bertoli et al. 2016; 2019) permitió demostrar que luego de la poliploidización han ocurrido pocos cambios estructurales, y que el genoma del maní ha evolucionado a través de la actividad de elementos móviles, deleciones, pero principalmente por recombinación homeóloga. La recombinación homeóloga ha actuado como un mecanismo generador de diversidad, mucha de la cual ha sido seleccionada y fijada en diferentes razas locales.

Simultáneamente, se realizó la caracterización genómica de las especies silvestres y una búsqueda de aquellas genómicamente compatibles con el cultígeno y, que a su vez, poseyeran genes de interés agronómico. Esta búsqueda se concentró en la sección *Arachis*, en la que se identificaron seis tipos genómicos (A, B, D, F, G, K). Como resultado se identificaron numerosas accesiones con resistencia a diferentes enfermedades y pestes que presenta el maní (Simpson et al. 1993, Fávero et al. 2020). Me voy a concentrar en dos ejemplos para ilustrar el gran potencial que tiene el germoplasma secundario para solucionar problemas gravísimos que afectan la producción del cultivo.

El primer caso fue el desarrollo de híbridos interespecíficos, como el TxAg-6, con resistencia a los nemátodos del suelo (*Meloidogine arenaria* y *M. javanica*) (Simpson et al. 1993). Este es un híbrido complejo que obtenido a partir de tres especies $\{A. batizocoi \times [A. cardenasii \times A. diogoi]\}^{4x}$. Del cruzamiento de este híbrido con líneas elite del maní se desarrollaron diversos cultivares resistentes a nemátodos.

Entre ellos, el cultivar Tifguard resistente a nemátodos y que tiene buena resistencia al virus del marchitamiento manchado del tomate (Holbrook et al., 2008). La resistencia a los nemátodos fue el primer rasgo agronómico que se vinculó a marcadores moleculares en el maní. La resistencia derivó de la especie *A. cardenasii* y el gen fue caracterizado (Nagy et al. 2010).

Como el alto nivel de resistencia proviene de un solo gen dominante, la resistencia puede desaparecer ante escenarios de alta presión de selección. Por lo tanto, se están explorando nuevas fuentes de resistencia, habiéndose identificado a *A. stenosperma* como una fuente de resistencia alternativa. A partir de la de esta especie, ya se han generado anfidiploides (ValSten) compatibles con *A. hypogaea* (Gao et al. 2021).

Otro ejemplo es el carbón de maní causado por *Thecaphora frezii* que ha sido un problema para los productores y la industria del maní en Argentina desde 1995 (Marinelli et al. 1995). Esta enfermedad causa malformaciones de las vainas debido a la hipertrofia de las vainas y reemplazo de los tejidos seminales por teliosporas. La incidencia puede llegar hasta el 52% en parcelas comerciales, con pérdidas de rendimiento de hasta el

35%. (Rago et al. 2017). Mediante ensayos de campo multianuales, se identificaron siete accesiones de especies silvestres resistentes al carbón. A partir de tres de ellas, se desarrolló un anfidiplóide [*A. correntina* \times *A. cardenasii*] \times *A. batizocoi*)^{4x} que luego fue cruzado con una línea experimental de *A. hypogaea* para el desarrollo de una población de líneas endogámicas recombinantes (RILs).

El desarrollo de esta población de RILs con resistencia derivada de especies silvestres fue un paso significativo hacia el desarrollo de nuevos cultivares de maní con resistencia al carbón (de Blas 2019). Se construyó un mapa genético basado en SNPs organizado en 20 grupos de ligamiento con 1819 marcadores, y se identificaron dos QTLs mayores asociados a la resistencia al carbón.

Los efectos genotípicos combinados de ambos QTL redujeron la incidencia de la enfermedad en un 57% (de Blas et al. 2021). Estas RILs se están utilizando para el desarrollo de cultivares resistentes. Recientemente, se ha liberado un cultivar comercial resistente al carbón con introgresiones de otra especie silvestre, *A. moticola*.

En conclusión, ha quedado demostrado que la introgresión de alelos de especies silvestres, al maní cultivado, es un camino exitoso para desarrollar cultivares mejorados con resistencia a plagas y enfermedades. Las especies *A. cardenasii*, *A. diogoi*, *A. correntina* y *A. batizocoi* (todas tienen algunas poblaciones identificadas en Paraguay) han sido las fuentes más útiles de genes hasta la fecha, especialmente para resistencias a nemátodos, manchas foliares, roya y carbón, pero actualmente

se están ampliando los cruzamientos a otras especies silvestres. Es por esto que es de suma importancia la colección, caracterización y evaluación de las especies silvestres de *Arachis*.

Paraguay, en particular, es uno de los cinco países del mundo que tiene un número importante de estas especies, muchas de ellas ya probadas en programas de premejoramiento. Es por esto, que me atrevo a plantear la necesidad de enfocar recursos humanos y financieros para conocer el acervo genético de los maníes silvestres que presenta el país para utilizarlo en el mejoramiento de este cultivo, tan arraigado en las familias agricultoras del Paraguay.

Referencias bibliográficas

- Bertioli, D. J., Cannon, S. B., Froenicke, L., Huang, G., Farmer, A. D., Cannon, E. K. S. ... Ozias-Akins, P. (2016). The genome sequences of *Arachis duranensis* and *Arachis ipaënsis*, the diploid ancestors of cultivated peanut. *Nat Genet*, 48, 438–446.
- Bertioli, D. J., Seijo, J. G., Freitas, F. O., Valls, J. F. M., Leal- Bertioli, S. C. M., & Moretzsohn, M. C. (2011). An overview of peanut and its genetic resources. *Plant Genet Resour*, 9, 134–149.
- Bertioli, D. J., Jenkins, J., Clevenger, J., Dudchenko, O., Gao, D., Seijo, J. G., ... Schmutz, J. (2019). The genome sequence of segmental allotetraploid peanut *Arachis hypogaea*. *Nat Genet*, 51, 877–884.
- de Blas, F. J., Bressano, M., Teich, L., Balzarini, M. G., Arias, R. S., Manifesto, M. M., ... Seijo, J. G. (2019). Identification of smut resistance in wild *Arachis* species and its introgression into peanut elite lines. *Crop Sci*, 59, 1657-1665.
- de Blas, F. J., Bruno, C. I., Arias, R. S., Taborda, C. B., Mamani, E., Oddino, C., Massa, N. A. (2021). Genetic mapping and QTL analysis for peanut smut resistance. *BMC Plant Biol*, 21, 312.
- Fernández, A., & Krapovickas, A. (1994). Cromosomas y evolución en *Arachis* (Leguminosae). *Bonplandia*, 8, 187–220.
- Gao D, A. C. G., Araujo, E. F., Nascimento, M. B., Chavarro, M. C., Xia, H., Jackson, S., ... Leal-Bertioli, S. C. M. (2021). ValSten: a new wild species derived allotetraploid for increasing genetic diversity of the peanut crop (*Arachis hypogaea* L.). *Genet Resour Crop Evol*, 68, 1471–1485.
- Grabiele, M., Chalup, L. M. I., G. Robledo, G., & Seijo, J. G. (2012). Genetic and geographic origin of domesticated peanut as evidenced by 5S rDNA and chloroplast DNA sequences. *Plant Syst Evol*, 298, 1151–1165.
- Gregory, M. P., & Gregory, W. C. (1979). Exotic germplasm of *Arachis* L. interspecific hybrids. *J Hered*, 70, 185–193.

- Holbrook, C. C., Timper, P., Culbreath, A. K., & Kvien, C. K. (2008). Registration of 'Tifguard' peanut. *J Plant Reg*, 2, 2.
- Kochert, G., Stalker, H. T., Gimenes, M., Galgaro, L., & Moore, K. (1996). RFLP and cytogenetic evidence for the progenitor species of allotetraploid cultivated peanut, *Arachis hypogaea*, (Leguminosae). *Am J Bot*, 83, 1282–1291.
- Krapovickas, A., & Gregory, W. C. (1994). Taxonomía del género *Arachis* (Leguminosae). *Bonplandia*, 8, 1–186.
- Marinelli, A. D., March, G., & Rago, A. M. (1995). Peanut smut (*Thecaphora frezii*) on *Arachis hypogaea* L. (In Spanish.). En Proceedings of the VII Congreso de Micología y XVII Jornadas Argentinas de Micología, Rosario, Santa Fé, Argentina.
- Nagy, E. D., Chu, Y., Guo, Y., Khanal, S., Tang, S., Li, Y., Knapp, S. J. (2010). Recombination is suppressed in an alien introgression in peanut harboring *Rma*, a dominant root-knot nematode resistance gene. *Mol Breed*, 26, 357-370.
- Rago, A. M., Cazón, L. I., Paredes, J. A., Edwards Molina, J., Conforto, C., Bisonard, E., & Oddina, O. (2017). Peanut smut: From an emerging disease to an actual threat to Argentine peanut production. *Plant Dis*, 101, 400–408.
- Robledo, G., & Seijo, J. G. (2010). Species relationships among the wild B genome of *Arachis* species (section *Arachis*) based on FISH mapping of rDNA loci and heterochromatin detection: A new proposal for genome arrangement. *Theor Appl Genet*, 121, 1033–1046.
- Samoluk, S. S., Chalup, L., Robledo, G., & Seijo, J. G. (2015). Genome sizes in diploid and allopolyploid *Arachis* L. species. *Genet Resour Crop Evol*, 62, 747–763.
- Seijo, J. G., Lavia, G. I., Fernández, A., Krapovickas, A., Ducasse, D. A., Bertioli, D. J., & Moscone, E. A. (2007). Genomic relationships between the cultivated peanut (*Arachis hypogaea*) and its close relatives revealed by double GISH. *Am J Bot*, 94, 1963–1971.

Seijo, J. G., G. I. Lavia, G. I., Fernández, A., Krapovickas, A., Ducasse, D., & Moscone, E. A. (2004). Physical mapping of 5S and 18S–25S rRNA genes evidences that *Arachis duranensis* and *A. ipaënsis* are the wild diploid species involved in the origin of *A. hypogaea* (Leguminosae). *Am J Bot*, 91, 1294-1303.

Seijo, J. G., Kovalsky, E. I., Chalup, L., Samoluk, S., S., Favero, A., & Robledo, G. (2018). Karyotype stability and genome specific nucleolar dominance in peanut, its wild 4x ancestor and in a synthetic AABB polyploid. *Crop Sci*, 58, 1671-1683.

Silvestri, M. C., Ortiz, A. M., & Lavia, G. I. (2015). rDNA loci and heterochromatin positions support a distinct genome type for 'x = 9 species' of section *Arachis* (*Arachis*, Leguminosae). *Plant Syst Evol*, 301, 555-562.

Simpson, C. E. (2001). Use of wild *Arachis* species/introgression of genes into *A. hypogaea* L. *Peanut Sci*, 28, 114–116.

Stalker, H. T. (1991). A new species in section *Arachis* of peanuts with a D genome. *Am J Bot*, 78, 630–637.

Stalker, H.T., Tallury, S. P., Seijo, J. G., & Leal Bertioli, S. C. (2016). Biology, speciation and utilization of peanut species. En H.T. Stalker, & R. F. Wilson (Eds.). *Peanuts: Genetics, processing and utilization* (pp. 27-66). Cambridge: Academic Press.

Mecanismos relacionados a la dormición impuesta por el pericarpio en girasol

Pía Dominguez, C.^{1*}

¹Cátedra de Cultivos Industriales, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

*cdomingu@agro.uba.ar

La dormición es una condición interna de la semilla que impide su germinación bajo condiciones hídricas térmicas y gaseosas que, de lo contrario, hubieran sido apropiadas para la germinación (Benech-Arnold et al., 2000). Si bien esta condición tiene una fuerte importancia adaptativa en especies silvestres, es una característica indeseable en especies domesticadas (Bewley, 1997) which comprise -90% of all cultivated seeds, contribute up to half of the global per capita energy intake. Not surprisingly then, seed biology is one of the most extensively researched areas in plant physiology. Even in relation to the topics reviewed here, a casual perusal of the Agrícola database reveals that well over 5000 publications on seed germination and 700 on seed dormancy have appeared in the last decade. Yet we still cannot answer two fundamental questions: how does the embryo emerge from the seed to complete germination, and how is embryo emergence blocked so that seeds can be maintained in the dormant state? Obviously, with such a large literature on the subject, this review is far from comprehensive. Nevertheless, it provides both an overview of the essential processes that are associated with germination and a description of the possible impediments thereto that may result in dormancy. With the seed, the independence of the next

generation of plants begins. The seed, containing the embryo as the new plant in miniature, is structurally and physiologically equipped for its role as a dispersal unit and is well provided with food reserves to sustain the growing seedling until it establishes itself as a self-sufficient, autotrophic organism. Because the function of a seed is to establish a new plant, it may seem peculiar that dormancy, an intrinsic block to germination, exists. But it may not be advantageous for a seed to germinate freely, even in seemingly favorable conditions. For example, germination of annuals in the spring allows time for vegetative growth and the subsequent production of offspring, whereas germination in similar conditions in the fall could lead to the demise of the vegetative plant during the winter. Thus, dormancy is an adaptive trait that optimizes the distribution of germination over time in a population of seeds. Seed dormancy is generally an undesirable characteristic in agricultural crops, where rapid germination and growth are required. However, some degree of dormancy is advantageous, at least during seed development. This is particularly true for cereal crops because it prevents germination of grains while still on the ear of the parent plant (preharvest sprouting. La dormición representa un problema importante para la producción de cultivos porque la

misma implica un retraso sustancial para la siembra inmediata y, en el caso de las empresas semilleras, dificulta o directamente impide la comercialización (Roselló et al., 2016). Por ello, es crucial eliminar la dormición en especies que aún la tienen.

Los mecanismos fisiológicos involucrados en el control de la dormición varían entre especies; por lo tanto, se deben dilucidar los mecanismos propios de cada especie, incluso de cada genotipo dentro de una misma especie. El cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) es un buen modelo para estudiar la dormición debido a que usualmente sus frutos están profundamente dormidos a cosecha (Corbineau & Côme, 2003; Benech-Arnold, 2004).

En este trabajo se utilizaron dos genotipos de girasol (una línea endocriada y un

híbrido comercial) que expresan dormición impuesta por el pericarpio a altas temperaturas de incubación (i.e., 30°C) para investigar el rol del pericarpio como una limitación de oxígeno al embrión (i.e., hipoxia), y su impacto sobre el contenido embrionario de ácido abscísico (ABA) y la sensibilidad a esta hormona.

Los resultados mostraron que ambos genotipos tuvieron muy diferentes valores de umbral de oxígeno para inhibir la germinación de semillas cuando la incubación se llevó a cabo a 30°C (Figura 1B y D). La expresión de la dormición en la línea endocriada se relacionó con una exacerbada sensibilidad embrionaria a la hipoxia mientras que, en el híbrido comercial, el pericarpio pareció actuar como una severa restricción a la entrada de oxígeno (Figura 1B y D).

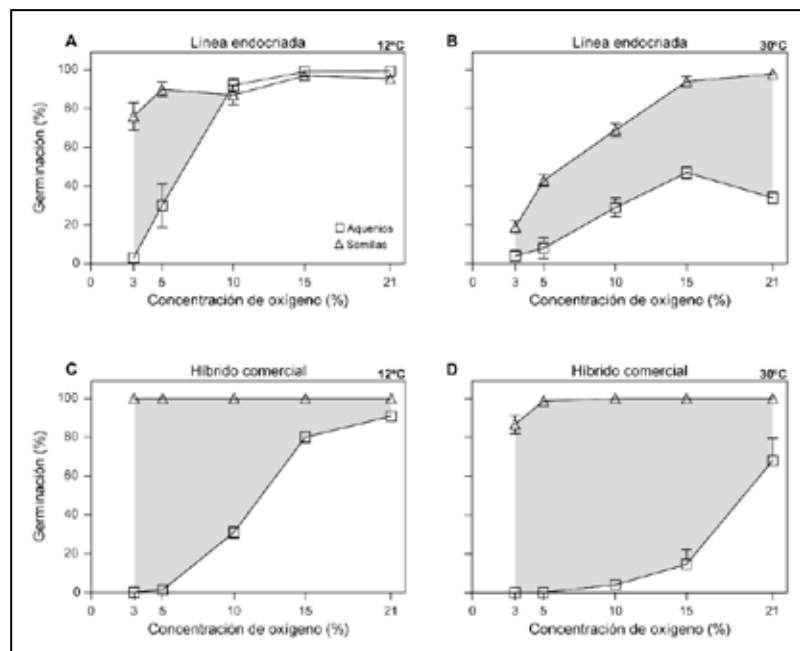


Figura 1. Germinación (%) de aquenios y semillas después de 10 d de incubación a 12°C para la línea endocriada (A) y para el híbrido comercial (C) y después de 7 d de incubación a 30°C para la línea endocriada (B) y para el híbrido comercial (D) en agua destilada a diferentes concentraciones de oxígeno. Las barras representan el error estándar de la media para cuatro réplicas. Cuando las barras no se muestran, el valor del error estándar de la media es menor que el tamaño del símbolo. El sombreado gris indica la diferencia en porcentaje medio de germinación entre la incubación sin pericarpio (i.e., semillas) y con pericarpio (i.e., aquenios) para el rango de concentraciones de oxígeno.

En la línea endocriada el incremento de la sensibilidad a la hipoxia estuvo, en parte, relacionado a un incremento de la sensibilidad

al ABA (Figura 2), pero no hubo alteraciones en el metabolismo del ABA (Figura 3).

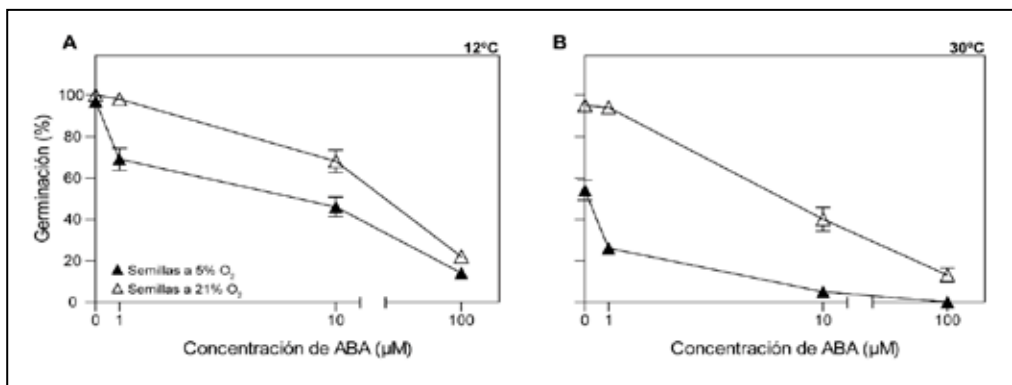


Figura 2. Germinación (%) de semillas de la línea endocriada después de 10 d de incubación a 12°C (A) y 7 d a 30°C (B) en soluciones de ABA a concentraciones de 0 (i.e., agua destilada), 1, 10, y 100 μM ABA a 5 y 21% O₂. Las barras representan el error estándar de la media para cuatro réplicas. Cuando las barras no se muestran, el valor del error estándar de la media es menor que el tamaño del símbolo.

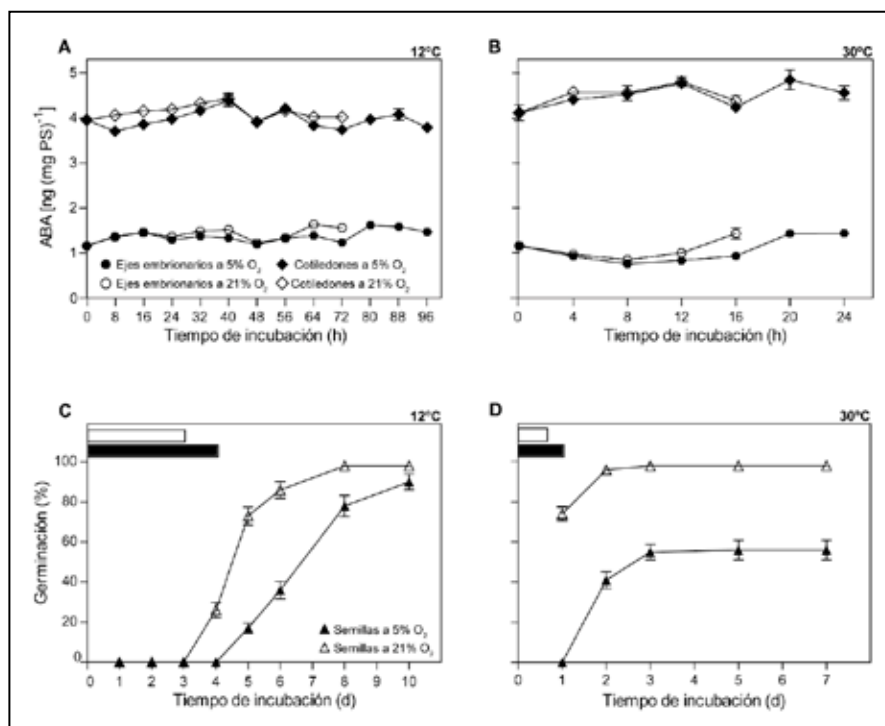


Figura 3. Contenido de ABA evaluado en ejes embrionarios y cotiledones a 5% O₂ y 21% O₂ durante la incubación de semillas de la línea endocriada en agua destilada a 12°C (A) y 30°C (B). Germinación (%) de semillas de la línea endocriada incubadas en agua destilada a 5 y 21% O₂ a 12°C (C) y 30°C (D); las barras horizontales indican el período de muestreo para el contenido de ABA a 5% O₂ (barra llena) y 21% O₂ (barra vacía). Las barras representan el error estándar de la media para tres réplicas, cada una medida *in duplo* (A y B) y para cuatro réplicas (C y D). Cuando las barras no se muestran, el valor del error estándar de la media es menor que el tamaño del símbolo.

Para determinar si la alta sensibilidad de los achenios del híbrido comercial a la hipoxia (en comparación con los achenios de la línea endocriada) fue a través de la estructura del pericarpio, se evaluó el

número de capas de células del esclerénquima y el espesor de este (μm). Ambas determinaciones fueron significativamente mayores en el híbrido comercial que en la línea endocriada (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de capas de células del esclerénquima y espesor del esclerénquima (μm) de achenios de la línea endocriada y del híbrido comercial. Los valores son las medias \pm el error estándar de la media para seis achenios por genotipo, con tres mediciones por achenio.

Genotipo	Número de capas de células del esclerénquima [†]	Espesor del esclerénquima (μm) [†]
Línea endocriada	7,0 \pm 0,2 b	148,9 \pm 3,6 b
Híbrido comercial	8,6 \pm 0,4 a	189,3 \pm 10,7 a
[†] Medias de los tratamientos dentro de cada columna con la misma letra no son significativamente diferentes según test de Tukey (con $P \leq 0,05$).		

La actividad de las comunidades microbianas en el pericarpio (bacterias y hongos) a altas temperaturas fue también evaluada como un determinante potencial de hipoxia al embrión. El consumo de oxígeno en pericarpios incubados a 30°C fue atenuado

con antibióticos (Figura 4), lo que promovió, en forma concomitante, la germinación de los achenios (aunque fue estadísticamente significativa sólo para el híbrido comercial) (Cuadro 2).

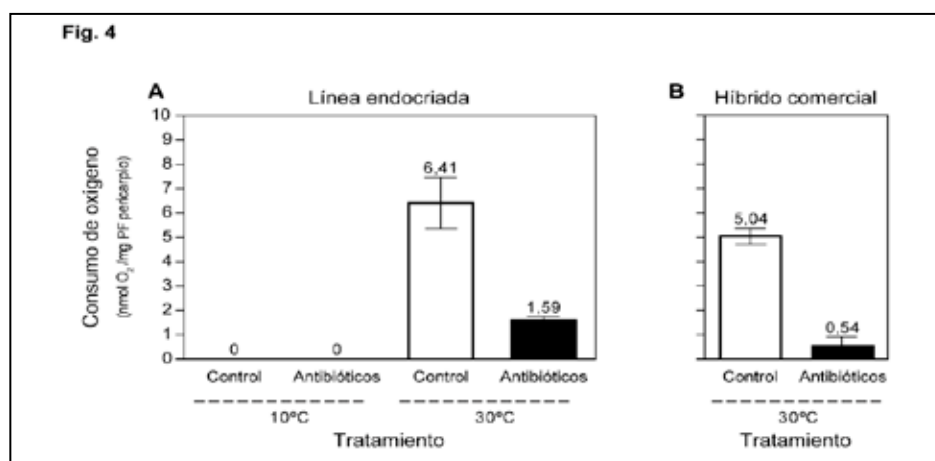


Figura 4. Consumo de oxígeno (nmol O₂/mg PF pericarpio) en el medio de incubación por pericarpios aislados de la línea endocriada a 10 y 30°C (A) y pericarpios aislados del híbrido comercial a 30°C (B) después de 24 h de incubación. Los medios de incubación fueron agua destilada (i.e., control) y antibióticos que consistió en un fungicida comercial (0,75 $\mu\text{l}/\text{ml}$ de Ritiram Carb Plus que contiene Thiram 35% y Carbendazim 15%) y tres bactericidas (gentamicina 0,1 mg/ml, ampicilina 0,4 mg/ml, y espectinomicina 0,2 mg/ml), y agua hasta alcanzar el volumen final. Las barras representan el error estándar de la media para cuatro réplicas. Cuando las barras no se muestran, el valor del error estándar de la media es menor que el espesor de la línea.

Cuadro 2. Germinación (%) de aqúenos de la línea endocriada y del híbrido comercial después de 10 d de incubación a 30°C en agua destilada (i.e., control) y antibióticos. Los valores son las medias \pm el error estándar de la media para cuatro réplicas.

	Germinación (%) [†] a 30°C	
Tratamiento	Línea endocriada	Híbrido comercial
Control	57,0 \pm 9,3 a	49,5 \pm 4,7 b
Antibióticos	70,0 \pm 2,6 a	74,0 \pm 5,9 a

[†]Medias de los tratamientos dentro de cada columna con la misma letra no son significativamente diferentes según test de Tukey (con $P \leq 0,05$).

De acuerdo con la limitación de oxígeno severa observada en el embrión por parte del pericarpio, la carga microbiana en el pericarpio fue significativamente mayor en el híbrido comercial que en la línea endocriada (Cuadro 3); sin embargo,

la aplicación de antibióticos redujo fuertemente los recuentos de colonias bacterianas para cada genotipo (Cuadro 3). Esto sugiere que la actividad microbiana podría ser parte del mecanismo a través del cual la hipoxia es impuesta.

Cuadro 3. Colonias bacterianas/cm² presentes en la dilución 1×10^{-4} , perteneciente al tratamiento control y tratamiento con antibióticos, para la línea endocriada y el híbrido comercial después de 24 h de incubación a 30°C. Los valores son las medias \pm el error estándar de la media para tres réplicas.

	Colonias bacterianas/cm ^{2†} a 30°C	
Tratamiento	Línea endocriada	Híbrido comercial
Control	3,0 \pm 0,3 a	41,1 \pm 6,2 a
Antibióticos	0,0 \pm 0,0 b	0,0 \pm 0,0 b

[†]Medias de los tratamientos dentro de cada columna con la misma letra no son significativamente diferentes según test de Tukey (con $P \leq 0,05$).

Los resultados obtenidos muestran que, tanto en la línea endocriada como en el híbrido comercial, la dormición está impuesta por el pericarpio y su expresión ocurre sólo a altas temperaturas de incubación (30°C). Sin embargo, no es posible derivar un único patrón fisiológico para estos dos

genotipos. Estos patrones se encuentran gobernados por la temperatura a la que se hayan expuestos los aqúenos durante la incubación (sólo se expresan a 30°C), pero varían los componentes intervinientes en la respuesta a la dormición en cada genotipo.

Referencias bibliográficas

- Benech-Arnold, R. L. (2004). *Inception, maintenance, and termination of dormancy in grain crops: Physiology, genetics, and environmental control*. En R. L. Benech-Arnold & R. A. Sánchez (Eds.), *Handbook of seed physiology: Applications to agriculture* (pp. 169-198) New YoK: Food Products Press.
- Benech-Arnold, R., Sánchez, R., Forcella, F., Kruk, B., & Ghersa, C. (2000). Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *F. Crop Reseach*, 67, 105–122. doi: 10.1016/s0378-4290(00)00087-3.
- Bewley, J. D. (1997). Seed germination and dormancy. *Plant Cell*, 9, 1055–1066. doi: 10.1105/tpc.9.7.1055.
- Corbineau, F., & Côme, D. (2003). *Germination of sunflower seeds as related to ethylene synthesis and sensitivity - an overview*. En M. Vendrell, H. Klee, J. C. Pech, & F. Romojaro (Eds.), *Biology and biotechnology of the plant hormone ethylene III* (pp. 216-221). Amsterdam: IOS Press.
- Roselló, P. L., Vigliocco, A. E., Andrade, A. M., Riera, N. V., Calafat, M., Molas, M. L., & Alemano, S. G. (2016). Differential hormonal and gene expression dynamics in two inbred sunflower lines with contrasting dormancy level. *Plant Physiol Biochem*, 102, 133–140. doi: 10.1016/j.plaphy.2016.02.021.

Impacto del uso de sílica amorfa como alternativa en el tratamiento de semillas

Ramírez Monzon, D.L.^{1*}

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

*daisyrami@gmail.com

El arroz es considerado uno de los alimentos más importantes para la nutrición humana, en Paraguay en el periodo 2006-2007 y 2013-2014, se han evidenciado un aumento en la producción, con un área de producción de 131.315ha en el período agrícola 2013/2014, y rendimiento medio de 5.500 kg/há con producción total de 540.000tn (APROSEMP, 2015). El aumento de la producción trae consigo uso de tecnología y productos químicos que pueden ser nocivos para el medio ambiente. Ya que el cultivo de arroz para la exportación dependiendo del país a donde será exportado, deben ser cuidados los límites de residuos mínimos (LRM).

Según Baudet & Peres (2004), agregar valor a las semillas, utilizando métodos y tecnologías de producción como la de recubrimiento de semillas, es la principal exigencia de un mercado cada vez más competitivo. En pro de una agricultura más sustentable y más amigable al medio ambiente, el uso de silicio (Si), ha promovido diversos beneficios a las plantas, ocasionado aumento de productividad (Dos Reis Moreira et al., 2010) y protección contra enfermedades.

El tratamiento de semillas es una realidad para mejorar el desempeño de las semillas, siendo su principal objetivo la de protección de las semillas, mejorando el desempeño en el campo (Baudet & Peske, 2006).

El uso de ceniza de cascara de arroz (CCA) viene siendo estudiadas en algunos cultivos, pero a nivel nacional no se pose datos de los beneficios que pueda traer tanto en el recubrimiento de la semilla como en la aplicación vía foliar. La sílice amorfa es obtenida de la quema de la cascara de arroz (CCA), para el control de plagas y enfermedades puede ser considerada como una alternativa viable en la actualidad para una agricultura más sustentable.

Entre los beneficios físicos que están relacionados a la acumulación del Si en la pared celular de la planta, se puede citar, la reduciendo de pérdida de agua, mejoramiento de la arquitectura de las plantas, además de constituir barrera física para la penetración de fitopatógenos y de insectos (Marschner, 1995; Pozza; Pozza, 2003; Samuels et al., 1993; Santos et al., 2005).

En tanto que los beneficios fisiológicos son muy poco estudiados. De manera general, los efectos benéficos del Si en plantas están involucradas en la adaptación de estas a las condiciones de estrés biótico, como ataque de fitopatógenos, y abióticos, como estrés hídrico, toxicidad de metales (Mn, Cu, Cd, etc.) y salinidad (Epstein, 1999; Rogalla; Römheld, 2002; Heckman et al., 2003; Zhu et al., 2004).

El silicio es absorbido por la planta en forma de ácido monosilícico (H_4SiO_4) junto

con el agua (flujo de masa), a través del proceso regulado por la transpiración, siendo acumulado principalmente en las áreas de máxima transpiración (tricomas, espinas, etc.) como ácido silícico polimerizado (Silica amorfa) (Ma et al., 2001).

Se asume que el suministro de Si puede reducir o hasta eliminar las aplicaciones de fungicidas durante el ciclo del arroz. Esto puede ocurrir porque el silicio es depositado en mayor parte debajo de la cutícula, formando una camada de Si, fortaleciendo de esta manera a la planta y dificultando la penetración de hifas de hongos (Ma; Takahashi, 2002; Korndörfer et al., 2002).

Analizando las variables primer conteo de germinación (PCG), germinación (GR), largo de la parte aérea (LPA), largura de la raíz (LR), largura total (LT), masa seca total (MST) y masa fresca total (MFT), donde puede ser observado que para las variables germinación (GR), largura de la raíz (LR) y masa fresca total (MFT), utilizando diferentes dosis de silicio recubriendo semillas de arroz, se pudo constatar que no se presentaron diferencias significativas entre las diferentes dosis utilizadas. Datos similares fueron obtenidos por Torales (2013), trabajando con soja y silicato de aluminio, para la variable geminación y largura de raíz no observo diferencias significativas. Contrastando con los datos obtenidos por Matichenkov et al. (2005), que trabajando con semillas de trigo verificaron incremento constante en la geminación y primer conteo de germinación con el aumento de las dosis de silicio vía tratamiento de semillas.

Del mismo modo, para primer conteo de germinación (PCG), presentaron diferencias

significativas para el test de Dunncan al 5% de probabilidad, donde el tratamiento con menores contenidos de silicio se presentó estadísticamente diferente con relación a los tratamientos con dosis más elevados respectivamente, donde pueden ser constatar que las mayores medias de germinación se obtienen con dosis menores de silicio. Coincidiendo con trabajos realizados por Matichenkov et al. (2005), que verificaron incremento constante en la geminación y primer conteo de germinación. Barros (2005), indico que dosis mayores de silicio promueve mejorías en la calidad fisiológica de semillas tratadas, lo que puede ser observado en este trabajo en cuando analizamos las demás variables estudiadas.

Cuando se analiza la variable largo de la parte aérea (LPA), se observa un comportamiento diferenciado donde dosis elevadas de silicio presentan mayor largura de la parte aérea. Resultados similares fueron obtenidos por Souza et al. (2009), donde la altura de la planta fue influenciada por los tratamientos, En gramíneas forrajeras las principales características agronómicas como altura de planta fueron influenciadas con la aplicación de diferentes fuentes de silicio (Sávio et al., 2011). Fonseca (2012), en trabajos con aplicación de silicato de aluminio, no observo diferencias significativas para la variable largura de la parte aérea en trigo.

Siendo que el mismo comportamiento fue observado para la variable largura total (LT), con una largura total de 17,64cm que se diferenció del testigo con una media de 15,88cm. Los que nos demuestra que la aplicación de silicio en el tratamiento de semilla proporciona beneficios en el momento del desarrollo de la planta,

lo que conllevará a un beneficio en el momento del establecimiento de la cultura en campo por tener plantas con mejor desarrollo. De Oliveira et al. (2015), afirma que las cantidades de silicio aplicados en tratamiento de semillas son pequeñas, pero pueden auxiliar en el desarrollo inicial de las plantas.

Con estos datos podemos afirmar que el uso de silicio puede ser considerado como una alternativa ambiental viable en el recubrimiento de semillas, contribuyendo para el aumento de la productividad en laboras de arroz.

Referencias bibliográficas

- APROSEMP (Asociación de Productores de Semillas del Paraguay). (2015). *Estudio de la participación económica del sector semillero en Paraguay*. Asunción: APROSEMP.
- Barros, R. G., Barrigossi, J. A. F., & Costa, J. L. S. (2005). Efeito do armazenamento na compatibilidade de fungicidas e inseticidas, associados ou não a um polímero no tratamento de sementes de feijão. *Braganti*, 64(3), 459-465.
- Baudet, L. E., & Peres, W. (2004). Recobrimento de sementes. *Revista Seed News*, 4(1), 20-23.
- Baudet, L., & Peske, T. S. (2006). A logística do tratamento de sementes. *Revista Seed News*, (1), 22-25.
- Dos Reis Moreira, A., Fagan, E. B., Martins, K. V., & De Souza, C. H. E. (2010). Resposta da cultura de soja a aplicação de silício foliar. *Bioscience Journal*, 26(3).
- Epstein, E. (1999). *Silicon. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50, 641-664.
- Fonseca, D. A. R. (2012). Desempenho de sementes de trigo recobertas com silicato de alumínio. (Dissertação Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas.
- Heckman, J. R., Johnston, S., & Cowgill, W. (2003). Pumpkin yield and disease response to amending soil with silicon. *Hort Science*, 38(4), 552-554.
- Korndörfer, G. H., Pereira, H. S., & Camargo, M. S. (2002). *Silicatos de Cálcio e Magnésio na agricultura* (2 ed.). Uberlândia: GPSi/ICIAG/UFU.
- Ma, J. F., Miyake, Y., & Takahashi, E. (2001). Silicon as a beneficial element for crop plant. En L. E. Datnoff, G. H. Korndoefer, & G. Snyder (Eds.). *Silicon in Agriculture* (pp. 17-39). New York: Elsevier Science.
- Ma, J. F., & Takahashi, E. (2002). *Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan*. Tokio: Elsevier.

- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants* (2ed). London: Academic Press.
- Matichenkov, V. V., Kosobrukhov, A. A., Shabnova, N. I., & Bocharnikova, E. A. (2005). Plant response to silicon fertilizers under salt stress. *Agrokimiya*, 10, 59-63.
- Pozza, E. A., & Pozza, A. A. A. (2003). Manejo de doença de plantas com macro e micronutrientes. *Fitopatologia Brasileira*, 28(1), 52-54.
- Rogalla, H., & Römheld, V. (2002). Role of leaf apoplast in silicon-mediated manganese tolerance of *Cucumis sativus* L. *Plant, Cell and Environment*, 25(4), 549-555.
- Samuels, A. L., Glass, A. D. M., Ehret, D. L., & Menzies, J. G. (1993). The effect of silicon supplementation on cucumber fruit: changes in surface characteristics. *Annals of Botany*, 72(5), 433-440.
- Santos, D. M., Pozza, E. A., Pozza, A. A. A., Carvalho, J. G., Botelho, C. E., & Souza, P. E. (2005). Intensidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro em função de fontes e doses de silício. *Fitopatologia Brasileira*, 30(6), 582-588.
- Sávio, F. L., Silva, G. C., Teixeira, I. R., & Borém, A. (2011). Produção de biomassa e conteúdo de silício em gramíneas forrageiras sob diferentes fontes de silicato. *Semina: Ciências Agrárias*, 32(1), 103-110.
- Souza, L. C. F., Zanon, G. D., Pedroso, F. F., & Andrade, L. H. L. (2009). Teor de proteína e de óleo nos grãos de soja em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. *Ciência e Agrotécnologia*, 33(6), 1586-1593.
- Zhu, Z. J., Wei, G. Q., Li, J., Qian, Q. Q., & Yu, J. Q. (2004). Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science*, 167(3), 527-533.

Enteric methane emissions from three Grazing systems in North Florida

Garcia, L.^{1*}

¹North Florida Research and Education Center, University of Florida. Marianna, FL.

*lizagarcia@ufl.edu

Methane is produced from ruminant livestock, mainly through enteric fermentation and stored manure (Niu et al., 2018). Methane (CH₄) production via enteric fermentation comprises 17% and 3.3% of global CH₄ and GHG emissions, respectively (Knapp et al., 2014). The GHG inventory for the United States reported that agriculture contributed approximately 10% of the total GHG emissions (EPA, 2018). The main factors affecting CH₄ production by ruminants are diet composition and intake, however, assessing intake in grazing systems remains one of the greatest challenges for researchers. Livestock systems in the tropics and subtropics rely on forages, particularly on tropical grasses as a principal feed source (Archimede et al., 2011). Improving grazing management may increase the potential and efficiency of forage utilization while decreasing methane emissions by cattle (Johnson and Johnson, 1995). The objective of this study was to assess enteric methane emissions and its relationship with forage intake in three grazing systems of monocultures grasses and grass-legume mixtures.

Materials and Methods

The experiment was conducted at the University of Florida, North Florida Research and Education Center during the warm- and cool-season of 2016 to 2018. Treatments consisted of three livestock production systems as follows:

1) N-fertilized grass system (224 kg N ha⁻¹ yr⁻¹) with bahiagrass (*Paspalum notatum*) during the warm-season, overseeded with a mixture of FL 401 cereal rye (*Secale cereale*, L.) and RAM oat (*Avena sativa*, L.) during the cool season (BHF); 2) unfertilized bahiagrass pastures during the warm season, overseeded with similar rye/oat/clover mixture during the cool season (BH); 3) Rhizoma peanut (*Arachis glabrata* B.) and bahiagrass pastures during the warm season, overseeded with similar rye/oat/clover mixture during the cool season (BHR). Treatments were replicated in three blocks in a randomized complete block design. Two tester Angus crossbred steers were continuously stocked on each pasture throughout the season, and body weight was evaluated every 21 d. Stocking rate was adjusted every 14 d with cattle of similar age, weight, and breed, in order to maintain similar herbage allowance (HA) among treatments (Sollenberger et al., 2005). The HA during the cool season was 1.0 kg DM herbage kg BW⁻¹ and during the warm season 1.4 kg DM herbage kg BW⁻¹. During the cool season, steers grazed for 126, 105, and 105 days in 2016, 2017 and 2018 respectively. In the warm season, the grazing days were 168, 168, and 126 days in 2016, 2017, and 2018, respectively. The sulfur hexafluoride (SF₆) tracer technique was used to measure cattle CH₄ emissions (Johnson et al., 1994). The total fecal excretion was calculated by the marker dilution technique using Cr₂O₃ and TiO₂ as indigestible external markers (Williams et al., 1962; Titgemeyer et al., 2001).

Results and Discussion

No differences in animal performance during the cool season were observed (Table 1). The gains observed are reflective of the nutritional value of the winter annuals grazed, which averaged 746 g kg⁻¹ for IVDOM and 149 g kg⁻¹ for CP. Both quality and quantity of nutrients provided by the pastures in each of the three systems studied were similar. Stocking rate was different among treatments ($P < 0.01$) during the warm season (Table 1), where

BGF showed the greatest stocking rate. Average daily gain (ADG) was different among the three treatments ($P < 0.01$) where the greatest ADG was observed in the BGR system. Gain per area also had a treatment effect ($P < 0.01$) where the BGR system was greater than the other two systems. The nutritive value of the rhizoma peanut in this study was greater than the bahiagrass (699 g kg⁻¹ for IVDOM and 196 g kg⁻¹ for CP vs. 459 g kg⁻¹ for IVDOM and 113 g kg⁻¹ for CP, respectively), explaining the greater ADG during the warm season.

Table 1. Animal performance during the cool and warm season of 2016, 2017 and 2018.

Item	Treatment ¹			SE ²	P-value
	BGF	BG	BGR		
Cool-season					
Stocking rate, steer ha ⁻¹	3.7	3.5	3.4	0.18	0.08
ADG, kg	0.78	0.81	0.75	0.056	0.73
Gain per area, kg ha ⁻¹ season ⁻¹	298	303	278	31.36	0.63
Warm-season					
Stocking rate, steer ha ⁻¹	5.3 ^a	4.5 ^b	3.9 ^c	0.11	<0.01
ADG, kg	0.32 ^b	0.29 ^b	0.56 ^a	0.063	<0.01
Gain per area, kg ha ⁻¹ season ⁻¹	214 ^b	188 ^b	336 ^a	57.0	<0.01

¹ **Treatment:** BGF: N-fertilized bahiagrass during the warm-season, overseeded with a mixture of rye and oat during the cool season; BG: unfertilized bahiagrass during the warm-season, overseeded with a mixture of rye/oat and clovers during the cool season; BGR: Rhizoma peanut and bahiagrass pastures during the warm-season, overseeded with similar rye/oat mixture plus a mixture of clovers during the cool-season.

² **SE:** Standard deviation from the observations in 3 consecutive years (2016, 2017 and 2018).

During the cool season forage intake and enteric methane emissions were similar among treatments (Table 2). The lack

of differences may result for the similar digestibility of the pastures.

Table 2. Dry matter intake (DMI) and enteric methane emissions from beef steers during the cool season; 2016 to 2018.

Item	Treatment ¹			SE ²	P-value
	BGF	BG	BGR		
DMI, kg d ⁻¹	8.1	7.0	8.2	1.0	0.62
DMI, as % of BW	2.60	2.45	2.84	0.4	0.77
CH ₄ g steer ⁻¹ d ⁻¹	96	112	90	21.9	0.77
CH ₄ g kg of DMI ⁻¹	21.6	22.0	25.0	9.2	0.96
CH ₄ g kg of ADG ⁻¹	177	140	123	49.5	0.74

¹ **Treatment:** BGF: N-fertilized bahaigrass during the warm-season, overseeded with a mixture of rye and oat during the cool season; BG: unfertilized bahiagrass during the warm-season, overseeded with a mixture of rye/oat and clovers during the cool season; BGR: Rhizoma peanut and bahiagrass pastures during the warm-season, overseeded with similar rye/oat mixture plus a mixture of clovers during the cool-season.

² **SE:** Standard deviation from the observations in 3 consecutive years (2016, 2017 and 2018).

During the warm season there were not treatment differences in DMI intake or CH₄ emissions (Table 3). The inclusion of rhizoma peanut in the pastures did not indicate to reduce or increase methane emissions in

grazing animals. Rhizoma peanut unlike other tropical legumes, does not contain significant concentrations of tannins or other secondary plant compounds that inhibit methanogen populations in the rumen.

Table 3. Dry matter intake (DMI) and enteric methane emissions from beef steers during the warm season; 2016 to 2018.

Item	Treatment ¹			SE ²	P-value
	BGF	BG	BGR		
DMI, kg d ⁻¹	6.8	6.3	7.6	0.54	0.24
DMI, as % of BW	1.79	1.67	2.04	0.150	0.25
CH ₄ g steer ⁻¹ d ⁻¹	117	113	101	24.8	0.90
CH ₄ g kg of DMI ⁻¹	24.1	24.2	17.4	5.4	0.61
CH ₄ g kg of ADG ⁻¹	397	448	225	85.1	0.18

¹ **Treatment:** BGF: N-fertilized bahaigrass during the warm-season, overseeded with a mixture of rye and oat during the cool season; BG: unfertilized bahiagrass during the warm-season, overseeded with a mixture of rye/oat and clovers during the cool season; BGR: Rhizoma peanut and bahiagrass pastures during the warm-season, overseeded with similar rye/oat mixture plus a mixture of clovers during the cool-season.

² **SE:** Standard deviation from the observations in 3 consecutive years (2016, 2017 and 2018).

In conclusion, the inclusion of legumes in cool or warm season pastures does not seem to affect enteric methane emissions by cattle, and cool-season forages decrease CH₄ emissions per unit of ADG. This reduction in emission intensity was likely driven by the quality of the forage consumed in the cool season.

Bibliographical references

- Archimède, H., Eugène, M., Marie Magdeleine C., Boval, M., Martin, C., Morgavi, D. P., Lecomte, P., & Doreau, M. (2011). Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. *Anim Feed Sci Technol*, 166, 59–64.
- Johnson, K., Huyler, M., Westberg, H., Lamb, B., & Zimmerman, P. (1994). Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a sulfur hexafluoride tracer technique. *Environ Sci & Tech*, 28(2), 359-362.
- Johnson, K. A., & Johnson, D. E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73(8), 2483–2492. Recuperado de <https://doi.org/10.2527/1995.7382483x>
- Knapp, J. R., Laur, G. L., Vadas, P. A., Weiss, W. P., & Tricarico, J. M. (2014). Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. *Journal of Dairy Science*, 97, 3231–3261. Recuperado de <https://doi.org/10.3168/jds>.
- Niu, M., Kebreab, E., Hristov, A., Oh, J., Arndt, C, Bannink, A., Bayat, A., Brito, A, Boland, T., Casper, D., Crompton, L., Dijkstra, J., Eugene, M., Garnsworthy, P., Haque, M., Hellwing, A., Huhtanen, P., Kreuzer, M., Kuhl, B., Lund, P., Madsen, J., Martin, C., McClelland, S., McGee, M., Moate, P., Muetzel, S., Munoz, C., O’Kiely, P., Peiren, N., Reynolds, C., Schwarm, A., Shingfield, K., Storlien, T., Weisbjerg, M., Yanez-Ruiz, D., & Zhongtang, Y. (2018). Prediction of enteric methane production, yield, and intensity in dairy cattle using an intercontinental database. *Global Change Biol*, 24(8), 3368-3389.
- Sollenberger, L., Moore, J., Allen, V., & Pedreira, C. (2005). Reporting forage allowance in grazing experiments. *Crop Sci*, 45(3), 896-900.
- Titgemeyer, E. C., Armendariz, C. K., Bindel, D. J., Greenwood, R. H., & Loest, C. A. (2001). Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. *J Anim Sci*, 79, 1059–1063.
- EPA (United States Environmental Protection). (2018). Inventory of U.S. greenhouse gas emissions and sinks: 1990-2018. Recuperado de <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissionsand-sinks>.
- Williams, C. H., David, D. J., & Lismaa, O. (1962). The determination of chromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J Agric Sci*, 59, 381–385.

Herbage and Livestock Responses for N-Fertilized and Grass-Legume Grazing Systems

Jaramillo, D.M.¹

¹USDA-ARS Dairy Forage Research Center. Marshfield, Wisconsin, USA

Abstract

Forage legumes provide an alternative N source in grazing systems. The objective was to evaluate plant and animal responses in N-fertilized or grass-legume-based systems under continuous stocking during winter and summer, from 2016-2019. The three treatments consisted of year-round forage systems including winter and summer forage components. The first system (Grass+N) included N-fertilized ($112 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) 'Argentine' bahiagrass (*Paspalum notatum*) pastures during the summer, overseeded with a mixture (56 kg ha^{-1} of each) of 'FL 401' cereal rye (*Secale cereale*) and 'RAM' oat (*Avena sativa*) during winter with a second application of $112 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$. Total annual fertilization for this treatment was $224 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$. System 2 (Grass + clover) included unfertilized Argentine bahiagrass during summer, overseeded with a similar rye-oat mixture, plus a mixture of clovers [17 kg ha^{-1} of 'Dixie' crimson (*Trifolium incarnatum*), 6.7 kg ha^{-1} of 'Southern Belle' red clover (*Trifolium pratense*), and 3.4 kg ha^{-1} ball clover (*Trifolium nigrescens*), fertilized with 34 kg N ha^{-1} during winter. System 3 (Grass+CL+RP) included the germplasm Ecoturf rhizoma peanut (*Arachis glabrata*; RP) and Argentine bahiagrass during the summer, overseeded with the same a similar rye-oat-clover mixture used in System 2 and fertilized with 34 kg N ha^{-1} during winter. Pastures were continuously stocked using variable stocking rates. Results indicate that clover inclusion during

winter improved herbage distribution along the grazing season. Integrating RP during summer increased steer ADG by nearly 80% compared with Grass+N or Grass+Clover (bahiagrass monocultures during summer). While N fertilizer allowed for greater stocking rates, it did not improve animal performance throughout the year. Overall, similar gain per area was achieved in Grass+CL+RP than Grass+N, with lesser N-fertilizer inputs.

Introduction

Perennial, warm-season grasses comprise the backbone of most beef cattle operations in the southeastern U.S. They are generally the primary feed source for these operations because they are adapted to the environment and typical producer management. Bahiagrass (*Paspalum notatum* Fluggé) is among the predominant warm-season perennial grasses in this region. It provides most of its herbage from spring through early autumn, with a shortage in herbage productivity during winter dormancy (Gates et al., 2001). Herbage shortages can be alleviated by overseeding cool-season annual grasses into bahiagrass. This practice can reduce feeding costs and enhance animal performance (Dubeux et al., 2016). In subtropical regions, individual animal performance is generally greater during the cool season, due to greater cool-season forage nutritive value, reduced heat stress, and increased animal intake (Dubeux et al., 2016).

Developing sustainable forage-based, beef cattle production systems is imperative for minimizing the environmental impact of food production systems. The hypothesis of this study was that replacement of N fertilizer by forage legumes would maintain forage and animal productivity over time without increasing water use. The objectives were to evaluate plant and animal responses for N-fertilized grass and grass-legume mixtures under continuous stocking, during the cool and warm seasons across four years.

Methods and Study Site

A four-year grazing experiment was conducted from January-October of 2016-2019 at University of Florida, North Florida Research and Education Center (NFREC), located in Marianna, FL (30°52'N, 85°11' W, 35 m MSL). Annual rainfall was 1378, 1271, 1889, and 1220 mm during 2016, 2017, 2018, and 2019.

Treatments consisted of three year-round grazing systems, including warm-season perennial forages in the summer overseeded with cool-season annual species in the winter. Treatment Grass+N consisted of N-fertilized 'Argentine' bahiagrass during the summer, overseeded with an N-fertilized mixture of 'FL401' cereal rye and 'RAM' oat, each planted at a seeding rate of 56 kg ha⁻¹ in the fall for winter forage production. Total annual N fertilization was 224 kg N ha⁻¹ for the Grass+N system, split equally in warm and cool seasons. Treatment Grass+Clover consisted of bahiagrass receiving no N during the summer that was overseeded in fall with an N-fertilized (34 kg N ha⁻¹) rye-oat-clover mixture consisting of 'Dixie' crimson (*T. incarnatum* L.), 'Southern Belle' red (*T. pretense* L.), and ball (*T. nigrescens* Viv.) clovers seeded at rates of 16.8, 6.7, and 3.4 kg ha⁻¹, respectively. Treatment

Grass+Clover+RP included Ecoturf rhizoma peanut, strip-planted with bahiagrass (50% of pasture area in each species allocated in alternating strips). No N fertilizer was applied to Grass+Clover+RP during the summer. In fall, pastures were seeded to a similar oat-rye and clover mixture and the winter N-fertilizer scheme was the same as for Grass+Clover. Each pasture (experimental unit) measured 0.85 ha, and treatments were replicated three times in a randomized complete block design. Pastures were continuously stocked using a variable stocking rate, and put-and-take animals were used to adjust herbage allowance every 14 days (Sollenberger et al., 2005). Two tester Angus crossbred steers remained on each pasture throughout the entire experiment each year.

Herbage mass was quantified every 14 d using the double sampling method (Wilm et al., 1944). Herbage allowance was estimated every 14 d, with the method described by Sollenberger et al. (2005). Put-and-take animals were used throughout the experimental period to maintain similar herbage allowance among treatments within each block. Target herbage allowance was 1.0 kg DM kg⁻¹ BW during the cool season, and 1.5 kg DM kg⁻¹ BW during the warm season.

Forage hand-plucked samples were collected every 14 d for each functional group (i.e., grass and legume) present in the sward and analysed for nutritive value [crude protein and in vitro digestible (IVDOM) concentrations]. The methodologies to assess livestock performance were similar for both cool and warm seasons. The body weight (BW) of the tester steers was measured every 21 d after 16 h withdrawal from feed and water. Initial BW of tester steers was 224 ± 27, 311 ± 31, 277 ± 17, and 230 ± 29, for 2016, 2017, 2018, and 2019, respectively. The same animals remained on their corresponding pastures during the 10 months of grazing each

year, encompassing both cool and warm seasons. Average daily gain (ADG) was calculated for each 21-d period by dividing the average weight gain of the two testers per pasture by the number of days ($\text{kg hd}^{-1} \text{d}^{-1}$). The ADG over the entire year (cool + warm season) was estimated as a weighted average based on ADG per given season and year and the length of the season per given year.

All response variables were analysed using SAS PROC GLIMMIX (SAS/STAT 15.1; SAS Institute, Cary, NC). Pastures were considered experimental units for all output variables. For responses including ADG, gain per area, and stocking rate, the model included treatment, evaluation period, and their interactions as fixed effects. Block, year, and block \times treatment were considered random effects. All other herbage responses were repeated measures. Least squares treatment means were compared through pairwise t-test using the PDIFF option of the LSMEANS statement in the aforementioned procedure.

Results

Cool-season herbage responses

Herbage accumulation rates during the cool season showed a treatment \times evaluation date interaction ($P = 0.01$). Grass+N peaked earlier in the season (March), than Grass+Clover+RP and Grass+Clover, and Grass+N also showed a second peak after N-fertilizer application in early April. Herbage accumulation rate in Grass+N was $40 \text{ kg DM ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ at both peaks, and declined after early April, whereas Grass+Clover ($70 \text{ kg DM ha}^{-1} \text{d}^{-1}$) and Grass+Clover+RP ($50 \text{ kg DM ha}^{-1} \text{d}^{-1}$) had their greatest herbage accumulation rates in late April. As expected, a similar pattern was observed in herbage mass over time. However, there were no treatment differences in total

seasonal herbage mass among the three treatments during the cool season ($P = 0.75$), where herbage averaged $700 \text{ kg DM ha}^{-1}$ in each system.

Crude protein concentrations in the grass component did not differ among treatments ($P = 0.23$), but it differed across evaluation periods through the cool season ($P < 0.001$). The greatest grass CP concentrations were observed in early and late January, with values of 251 g kg^{-1} . Grass CP concentrations decreased as the cool season progressed, reaching their lowest levels by late April (150 g kg^{-1}). Clover CP concentrations (Grass+Clover and Grass+Clover+RP) did not differ between treatments ($P = 0.22$), but they differed across evaluation dates ($P < 0.001$), with lowest CP concentrations observed in early May (208 g kg^{-1}) and greatest in late March (271 g kg^{-1}). Clover IVDOM concentration also differed among evaluation periods ($P < 0.001$) and were above 750 g kg^{-1} from January through March, decreasing to 675 g kg^{-1} by the end of the cool season. Grass IVDOM concentrations also differed by evaluation period, having similar concentrations in January and February ($\sim 750 \text{ g kg}^{-1}$), decreasing to 650 g kg^{-1} by April.

Warm-Season Herbage Responses

Herbage accumulation rate ($\text{kg DM ha}^{-1} \text{d}^{-1}$) was affected by treatment \times evaluation interaction ($P = 0.01$). Throughout most of the evaluation periods, Grass+Clover+RP had the least herbage accumulation rate, and on average this treatment produced $24 \text{ kg DM ha}^{-1} \text{d}^{-1}$. Grass+N had greater rates of herbage accumulation from May through late July, where it remained constant around $60 \text{ kg DM ha}^{-1} \text{d}^{-1}$. Grass+Clover pastures, lacking N-fertilizer application during the warm season, showed lower

herbage accumulation rates the first half of the season but then peaked in late August (80 kg DM ha⁻¹ d⁻¹) before decreasing thereafter. Similarly, herbage mass also showed a treatment × evaluation interaction ($P = 0.007$). Grass+N and Grass+Clover had consistently greater herbage mass than Grass+Clover+RP ($P = 0.002$). The least herbage mass was observed across the three treatments during the beginning of the warm season (late May - late June), averaging 850 kg DM ha⁻¹.

Grass CP concentration differed among treatments ($P = 0.002$), where Grass+N had the greatest average CP concentration (120 g kg⁻¹) compared with Grass+Clover and Grass+Clover+RP treatments at 111 g kg⁻¹. There was also an evaluation date effect ($P < 0.001$) on grass CP concentration. Overall, there was a decreasing trend in CP from May through October, with concentrations greatest in early June and least by early October (162 and 75 g kg⁻¹, respectively). There was also an evaluation date effect ($P < 0.001$) on grass IVDOM concentration, where IVDOM was above 480 g kg⁻¹ from May through July. By September, the grass component IVDOM concentration reached its lowest at 380 g kg⁻¹. For the rhizoma peanut component of Grass+Clover+RP pastures, the CP and IVDOM concentrations did not differ along the evaluation periods ($P = 0.13$, SEM= 10 and 0.79, respectively), and averaged 187 g CP kg⁻¹, and 668 g DOM kg⁻¹ OM, respectively.

Animal performance

Average daily gain did not differ ($P = 0.47$) among treatments during the cool season across the 4 years and averaged 0.85 kg d⁻¹. Additionally, gain per area during the

cool season did not differ among treatments ($P = 0.90$) and averaged 282 kg BW ha⁻¹. Stocking rate average 2.9 AU ha⁻¹ and was not affected by treatment ($P = 0.59$), and herbage allowance also did not differ among treatments during the cool season ($P = 0.73$), averaging 0.7 kg DM kg⁻¹ BW.

Average daily gain during the warm season was different among the three across treatments ($P = 0.01$), with Grass+Clover+RP having greatest ADG (0.61 kg d⁻¹) than Grass+N and Grass+Clover (did not differ, and averaged 0.34 kg d⁻¹). Within Grass+Clover+RP, there was no effect of sampling date ($P = 0.11$) on proportion of RP in the consumption (44% of diet). Gain per area during the warm season was also greatest in Grass+Clover+RP ($P = 0.04$; 397 kg ha⁻¹), while Grass+Clover was least with 278 kg ha⁻¹. There were treatment differences in stocking rates ($P = 0.003$), where Grass+N allowed for overall the greatest stocking rates, Grass+Clover+RP the least, and Grass+Clover was intermediate (6.3, 5.6, and 4.3 AU ha⁻¹, respectively). Herbage allowance did not differ among all treatments during the warm season ($P = 0.96$) and averaged 1.2 kg DM kg⁻¹ BW.

The annual (cool + warm season) ADG did not differ among treatments ($P = 0.18$), where the ADG was 0.61 kg d⁻¹. Gain per unit land area ($P = 0.46$) also did not differ among treatments and averaged 618 kg BW ha⁻¹. Stocking rates were greater for Grass+N and Grass+Clover across the year ($P = 0.01$), averaging 4.3 AU ha⁻¹, while the stocking rate for Grass+Clover+RP was least (3.7 AU ha⁻¹).

Table 1. Average daily gain (ADG), gain per area (GPA), and stocking rate (AU ha⁻¹) in Grass+Clover, Grass+N, and Grass+Clover+RP pastures during cool and warm seasons from 2016-2019, and the whole-year average.

	Treatment ^a				P
	Grass+Clover	Grass+N	Grass+Clover+RP	SEM	
Cool Season					
ADG, kg	0.91	0.83	0.80	0.08	0.47
GPA, kg ha ⁻¹	288	285	273	39.5	0.90
Stocking rate, AU ^b ha ⁻¹	2.8	3.0	2.9	0.30	0.59
Warm Season					
ADG, kg d ⁻¹	0.33 B ^c	0.36 B	0.61 A	0.05	0.01
GPA, kg ha ⁻¹	278 B	335 AB	397 A	67.8	0.04
Stocking rate, AU ha ⁻¹	5.6 B	6.3 A	4.3 C	0.48	0.003
Cool + Warm Season					
ADG, kg d ⁻¹	0.56	0.58	0.69	0.07	0.18
GPA, kg ha ⁻¹	565	620	669	103	0.46
Stocking rate, AU ha ⁻¹	4.4 A	4.9 A	3.7 B	0.34	0.01

^a**Grass+N:** bahiagrass, overseeded with rye and oat during the cool season; Grass+Clover: bahiagrass, overseeded with rye-oat-clover during the cool season; Grass+Clover+RP: bahiagrass-rhizoma peanut mixture overseeded with rye-oat-clover during the cool season.

^bAnimal unit (AU); 1 AU=350 kg bodyweight.

^cMeans followed by the same letter do not differ ($P \geq 0.05$) according to LSD.

Discussion and Implications

Mixing forage species of complementary seasonality of plant growth is an effective strategy for ensuring adequate forage mass throughout an extended grazing season (McCormick et al., 2006). In this study, herbage accumulation rate and herbage mass differed, based on the sward components during the cool season. Small grains provide earlier growth compared with clovers (Dubeux et al., 2016), and N fertilization resulted in greater herbage mass and accumulation rate of Grass+N earlier in the cool season. Herbage accumulation rate and herbage mass began to decline in early March for Grass+N, at which time Grass+Clover and Grass+Clover+RP productivity increased, due to increasing

clover productivity. Thus, the benefits of including clovers are highlighted, especially since herbage mass was sustained for Grass+Clover and Grass+Clover+RP pastures well into late spring, while the Grass+N (no legume) was in decline. Herbage accumulation rates and herbage mass were less in Grass+Clover+RP during peak growth (August) than the other treatments. The herbage accumulation rates observed in this study were less than previously reported for Ecoturf rhizoma peanut (Shepard et al., 2018).

Animal gains during the cool season were similar to those reported by Dubeux et al. (2016), for steers grazing various cool-season forage mixtures. The benefit of clover inclusion was also evident,

especially since gains did not differ among forage treatments, despite clover treatments receiving 78 kg ha⁻¹ less N fertilizer during the cool-season. Although stocking rates were greater in Grass+N, the GPA was similar across all treatments during the cool season, which indicates the value of clover inclusion in cool-season grazing systems.

Nitrogen fertilization did not improve steer performance during the warm season, while ADG values were similar to what has been reported for continuously stocked bahiagrass pastures (Sollenberger et al., 1989). In contrast, inclusion of rhizoma peanut (Grass+Clover+RP) improved ADG and GPA. On an annual basis, N-fertilizer inputs were reduced from 224 (Grass+N) to 34 kg N ha⁻¹ yr⁻¹ (Grass+Clover+RP) yet animal performance was sustained or sometimes increased.

Bibliographical references

- Dubeux, J. C. B., DiLorenzo, N., Blount, A., Mackowiak, C., Santos, E. R. S., Silva, H. M. S., . . . Schulmeister, T. (2016). Animal performance and pasture characteristics on cool-season annual grass mixtures in North Florida. *Crop Science*, 56(5), 2841-2852. doi:10.2135/cropsci2016.03.0141
- Gates, R. N., Mislevy, P., & Martin, F. G. (2001). Herbage accumulation of three bahiagrass populations during the cool season. *Agronomy Journal*, 93(1), 112-117. doi:https://doi.org/10.2134/agronj2001.931112x
- Haydock, K., & Shaw, N. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 15, 663-670.
- McCormick, J. S., Sulc, R. M., Barker, D. J., & Beuerlein, J. E. (2006). Yield and nutritive value of autumn-seeded winter-hardy and winter-sensitive annual forages. *Crop Science*, 46(5), 1981-1989. doi:https://doi.org/10.2135/cropsci2006.0140
- Shepard, E. M., Sollenberger, L. E., Kohmann, M. M., Silva, L. S., Dubeux, J. C. B., & Vendramini, J. M. B. (2018). Phenotypic plasticity and other forage responses to grazing management of ecoturf Rhizoma peanut. *Crop Science*, 58(5), 2164-2173. doi:10.2135/cropsci2018.03.0150
- Sollenberger, L. E., Rusland, G., Jones Jr, C., Albrecht, K., & Gieger, K. (1989). Animal and forage responses on rotationally grazed 'Floralta'limpograss and 'Pensacola' bahiagrass pastures. *Agronomy Journal*, 81(5), 760-764.
- Sollenberger, L. E., Moore, J. E., Allen, V. G., & Pedreira, C. G. S. (2005). Reporting forage allowance in grazing experiments. *Crop Science*, 45(3), 896-900. doi:10.2135/cropsci2004.0216
- Wilm, H. G., Costello, D. F., & Klipple, G. E. (1944). Estimating forage yield by the double-sampling method 1. *Agronomy Journal*, 36(3), 194-203.

Incorporation of perennial peanut into forage-livestock systems

da Silva, S.L.^{1*}

¹Postdoctoral Fellow, Auburn University. Auburn, Alabama, USA.

*lzs0105@auburn.edu

The genus *Arachis* originated in South America, and the most known species is the common edible peanut [*Arachis hypogea* (L.)]. However, this genus also includes perennial warm-season forage species: pinto peanut [PP; *Arachis pinto* (Krapov. & W. C. Greg.)] and rhizoma peanut [RP; *Arachis glabrata* (Benth)]. The PP is cultivated in Brazil, Paraguay, Argentina and Uruguay and is adapted to relatively heavy soils that are acidic and low in fertility (Rao & Kerridge, 1994), and it produces viable seeds (Carvalho & Quesenberry, 2012), traits which differentiate it from RP. Pinto peanut can also be established using vegetative material. Recently, Sanchez et al., (2018, 2019) evaluated PP in mixed pastures with Jiggs bermudagrass (*Cynodon dactylon*) and bahiagrass (*Paspalum notatum*) in Ona, Florida, USA. Pinto peanut has high yield and nutritive value and is persistent under grazing which has expanded its use in forage-livestock systems, including in mixture with grasses.

Rhizoma perennial peanut originated in South America and it is propagated vegetatively due to its low viable seed production. In 1936, RP was introduced into USA and is well spread throughout the southern USA region (Florida and southern Alabama and Georgia states). In general, RP has relatively high yield (Mullenix et

al., 2016) and excellent nutritive value (Sollenberger et al., 1989; Staples et al., 1997) high quality legume that is well adapted to subtropical and tropical environments. This legume was ensiled and compared with corn silage (*Zea mays*) that is reflected in animal performance (Garay et al., 2004). Rhizoma peanut is also persistent under grazing (Ortega-S., Sollenberger, Quesenberry, Cornell, et al., 1992; Sollenberger et al., 2014), with some genotypes presenting phenotypic plasticity (Shepard et al., 2018) and ability to compete with perennial grasses in mixed pastures (Mullenix et al., 2014). Constraints to adoption of RP include slow establishment, however, improved strategies for weed and grass control have been developed for RP monocultures, and more recently technologies have been identified to aid in establishing RP in existing grass swards (Castillo et al., 2014; Mullenix et al., 2014). Generally, yield of RP in monoculture ranges from 8.3 to 13.7 Mg ha⁻¹ yr⁻¹ (Quesenberry et al., 2010), and the recommendation for regrowth interval between grazing events is 6 wk (Ortega-S., Sollenberger, Quesenberry, Jones, et al., 1992).

Soils under perennial grasslands contain large stores of soil organic carbon (SOC) (Conant et al., 2017) species composition,

and mineral nutrient availability can lead to losses or gains of soil carbon. Because of the large annual carbon fluxes into and out of grassland systems, there has been growing interest in how changes in management might shift the net balance of these flows, stemming losses from degrading grasslands or managing systems to increase soil carbon stocks (i.e., carbon sequestration due to continuous input of above- and belowground plant biomass and minimal or no soil disturbance (Cambardella & Elliott, 1992; Six et al., 1998) most of which include 2 to 3 kinetically defined organic-matter pools. Physical and chemical definition of these conceptualized SOM pools has been difficult. We describe a simple method for dispersion of soil to isolate a particulate organic-matter (POM). This ability to sequester atmospheric CO₂ contributes significantly to mitigation of climate change (Izaurre et al., 2001; Lal, 2004) global emissions of carbon (C). Over the last few decades, there is been an ongoing effort to incorporate legumes into forage systems aiming to increase sustainability and decrease the reliance on chemical nitrogen fertilizer. Legumes are able to fix N biologically through symbiosis association with rhizobia, and the amount of N fixed varies with management strategies used. Dubeux et al. (2017a) studied seven cultivars or germplasms of RP in monoculture ('Arbrook', 'Arblick', 'Ecoturf', 'Florigraze', 'Latitude 34', 'UF Peace' and 'UF Tito') and reported a range in N fixed from 120 to 280 kg ha⁻¹ yr⁻¹. The N fixed can be made available to an associated grass via litter or belowground biomass, via root exudates, or by deposition of more nutrient-rich animal excreta, increasing the nutritive value of the diet (Williams et al., 1991)

and enhancing nutrient cycling. The high nutritive value profile of perennial peanut also reflects in greater animal performance. Sollenberger et al. (1989) found an average daily gain of 0.97 kg day⁻¹ for 15 to 18-month old steers grazing RP during summers in Florida. Hernández Garay et al. (2004) compared Arbrook and Florigraze RP managed under continuous stocking by 6- to 12-month-old dairy heifers for three years. They reported average daily gains of approximately 0.6 kg day⁻¹ for these young animals. Since animals can return up to 80% of nutrients consumed to pastures, proper management will play an important role to optimize excreta distribution to improve forage yield, especially in low-input forage systems. Kohmann et al. (2018) evaluated litter decomposition of non-fertilized and N-fertilized (50 kg ha⁻¹ yr⁻¹) bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) in monoculture and bahiagrass receiving no N but grown in association with ~10 or 50% rhizoma peanut (*Arachis glabrata* Benth.). They reported greater biomass decomposition and N return for mixed litter over monocultures. The incorporation of perennial peanut into forage-livestock systems can increase yield and nutritive value and profitability, while decreasing ecological footprint of animal production.

Bibliographical references

- Cambardella, C. A., & Elliott, E. T. (1992). Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal*, 56(3), 777–783. Recuperado de <https://doi.org/10.2136/sssaj1992.03615995005600030017x>

- Carvalho, M. A., & Quesenberry, K. H. (2012). Agronomic evaluation of Arachis pintoi (Krap. and Greg.) germplasm in Florida. *Archivos de Zootecnia*, 61(233), 19–29. Recuperado de <https://doi.org/10.4321/S0004-05922012000100003>
- Castillo, M., Sollenberger, L., Blount, A., Ferrell, J., Na, C.-I., Williams, M., & Mackowiak, C. (2014). Seedbed preparation techniques and weed control strategies for strip-planting rhizoma peanut into warm-season grass pastures. *Crop Science*, 54, 1868–1875.
- Conant, R. T., Cerri, C. E. P., Osborne, B. B., & Paustian, K. (2017). Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecological Applications*, 27(2), 662–668. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/eap.1473>
- Dubeux, J. C. B., Blount, A. R. S., Mackowiak, C., Santos, E. R. S., Pereira Neto, J. D., Riveros, U., Garcia, L., Jaramillo, D. M., & Ruiz-Moreno, M. (2017). Biological N fixation, belowground responses, and forage potential of rhizoma peanut cultivars. *Crop Science*, 57(2), 1027–1038. Recuperado de <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.09.0810>
- Garay, A. H., Sollenberger, L. E., Staples, C. R., & Pedreira, C. G. S. (2004). 'Florigraze' and 'Arbrook' Rhizoma Peanut as Pasture for Growing Holstein Heifers. *Crop Science*, 44(4), 1355. Recuperado de <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1355>
- Hernández Garay, A., Sollenberger, L. E., Staples, C. R., & Pedreira, C. G. S. (2004). "Florigraze" and "Arbrook" rhizoma peanut as pasture for growing Holstein heifers. *Crop Science*, 44(4), 1355–1360. Recuperado de <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1355>
- Izaurrealde, R. C., Rosenberg, N. J., & Lal, R. (2001). Mitigation of climatic change by soil carbon sequestration: Issues of science, monitoring, and degraded lands. *Advances in Agronomy*, 70, 1–75. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(01\)70003-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(01)70003-X)
- Kohmann, M. M., Sollenberger, L. E., Dubeux, J. C. B., Silveira, M. L., Moreno, L. S. B., da Silva, L. S., & Aryal, P. (2018). Nitrogen fertilization and proportion of legume affect litter decomposition and nutrient return in grass pastures. *Crop Science*, 58(5), 2138. Recuperado de <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.01.0028>
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123(1–2), 1–22. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.01.032>
- Lal, R., Follett, R. F., & Kimble, J. M. (2003). Achieving soil carbon sequestration in the United States: a challenge to the policy makers. *Soil Science*, 168(12), 827–845. Recuperado de <https://doi.org/10.1097/01.ss.0000106407.84926.6b>
- Mullenix, M. K., Sollenberger, L. E., Blount, A. R., Vendramini, J. M. B., Silveira, M. L., & Castillo, M. S. (2014). Growth habit of rhizoma peanut affects establishment and spread when strip planted in bahiagrass pastures. *Crop Science*, 54(6), 2886–2892. Recuperado de <https://doi.org/10.2135/cropsci2014.03.0254>

- Mullenix, M. K., Sollenberger, L. E., Wallau, M. O., Blount, A. R., Vendramini, J. M. B., & Silveira, M. L. (2016). Herbage accumulation, nutritive value, and persistence responses of rhizoma peanut cultivars and germplasm to grazing management. *Crop Science*, *56*(2), 907–915. Recuperado de <https://doi.org/10.2135/cropsci2015.08.0507>
- Ortega-S., J. A., Sollenberger, L. E., Quesenberry, K. H., Cornell, J. A., & Jones Jr., C. S. (1992). Productivity and persistence of rhizoma peanut pastures under different grazing managements. *Agronomy Journal*, *84*, 799–804.
- Ortega-S., J. A., Sollenberger, L. E., Quesenberry, K. H., Jones, C. S., & Cornell, J. A. (1992). Productivity and persistence of rhizoma peanut pastures under different grazing managements. *Agronomy Journal*, *84*(5), 799. Recuperado de <https://doi.org/10.2134/agronj1992.00021962008400050008x>
- Quesenberry, K. H., Blount, A. R., Mislavy, P., French, E. C., Williams, M. J., & Prine, G. M. (2010). Registration of 'UF Tito' and 'UF Peace' rhizoma peanut cultivars with high dry matter yields, persistence, and disease tolerance. *Journal of Plant Registrations*, *4*(1), 17. Recuperado de <https://doi.org/10.3198/jpr2009.07.0397crc>
- Rao, I. M., & Kerridge, P. C. (1994). Mineral nutrition of forage *Arachis*. En P. C. Kerridge & B. Hardy (Eds.), *Biology and agronomy of forage Arachis* (pp. 71–83). Cali: CIAT.
- Sanchez, J. M. D., Vendramini, J. M. B., Silveira, M. L., Sollenberger, L. E., Dubeux, J. C. B., Moriel, P., Sellers, B., Yarborough, J. K., & Leite de Oliveira, F. C. (2019). Seeding strategies of bahiagrass and pinto peanut affect pasture establishment under weed competition. *Grass and Forage Science*. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/gfs.12413>
- Sanchez, J. M. D., Vendramini, J. M. B., Sollenberger, L. E., Silveira, M. L., Dubeux, J. C. B., Moriel, P., Kuwahara, F. A., Cecato, U., Yarborough, J. K., Soares Filho, C. V., & Leite de Oliveira, F. C. (2018). Forage characteristics of bermudagrass pastures overseeded with pinto peanut and grazed at different stubble heights. *Crop Science*, *58*(4), 1808–1816. Recuperado de <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.01.0007>
- Shepard, E. M., Sollenberger, L. E., Kohmann, M. M., da Silva, L. S., Dubeux, J. C. B., & Vendramini, J. M. B. (2018). Phenotypic plasticity and other forage responses to grazing management of ecoturf rhizoma peanut. *Crop Science*, *58*(5), 2164. Recuperado de <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.03.0150>
- Six, J., Elliott, E. T., Paustian, K., & Doran, J. W. (1998). Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. *Soil Sci Soc Am J*, *62*, 1367–1377. Recuperado de <https://doi.org/10.2136/sssaj1998.03615995006200050032x>

- Sollenberger, L. E., Dubeux Jr., J. C., & Muir, J. P. (2014). Establishment and management of legume-grass pastures. *7th Symposium on Strategic Management of Pasture*.
- Sollenberger, L. E., Jones, C. S., & Prine, G. M. (1989). Animal performance on dwarf elephant grass and rhizoma peanut pastures. En R. Desroches (Ed.), *XVI Int. Grassl. Congr.* (pp. 1189–1190). The French Grassland Society, Versailles Cedex, France.
- Staples, C. R., Emanuele, S. M., & Prine, G. M. (1997). Intake and nutritive value of Florigraze rhizoma peanut silage for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *80*(3), 541–549. Recuperado de [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(97\)75968-X](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(97)75968-X)
- Williams, M. J., Hammond, A. C., Kunkle, W. E., & Spreen, T. H. (1991). Stocker Performance on Continuously Grazed Mixed Grass-Rhizoma Peanut and Bahiagrass Pastures. *Jpa*, *4*(1), 19. Recuperado de <https://doi.org/10.2134/jpa1991.0019>

Silaje de sorgo como alternativa en dietas de recría: efectos de procesamiento e inclusión de aditivos

Podversich, F.^{1*}

¹University of Florida. Florida, EEUU.

*fpodversich@ufl.edu

En el proceso de confección de silajes de planta entera de forrajes como sorgo o maíz, el procesamiento del grano se realiza mediante procesadores montados en la maquina picadora. El objetivo del procesamiento del grano es lograr una mayor exposición del almidón contenido dentro del grano (aumentando la superficie de exposición) y consecuentemente aumentando la digestibilidad del mismo en el tracto total (Johnson, 2017). Un reciente estudio realizado en la Universidad de Florida, determino que existe una interacción entre largo teórico de corte y espacio entre rodillos ($P < 0.02$) para procesamiento de grano (McCary et al., 2019). Los resultados de dicho trabajo señalan que, reduciendo tanto el largo de

picado como la distancia entre rodillos, se logran mayores niveles de procesamiento; y que a su vez el tiempo de almacenaje influye positivamente en el procesamiento del grano de sorgo (McCary et al., 2019). La tecnología shredlage, es un tipo de procesador desarrollado por Ross Dale y Roger Olson en 2008, con la intención de permitir conjuntamente mantener el procesamiento del grano y aumentar el largo teórico de corte. El procesamiento de silaje de maíz con tecnología Shredlage ha demostrado lograr mayores niveles de procesamiento aumentos en la digestibilidad del almidón en el tracto total respecto del procesamiento convencional ($P < 0.01$; Ferraretto & Shaver, 2012).

Tabla 1. Efecto de dieta según tipo de procesamiento del silaje de planta entera de sorgo en consumo y digestibilidad de vaquillonas. Adaptado de: Podversich et al., 2020.

Item	Tratamiento			P- valor	
	Sin procesar	Shredlage	Convencional	EEM ¹	Trt ²
Peso vivo, kg	274.2	272.8	272.2	4.46	0.95
Cons. MS, kg/d	9.1	8.8	8.3	0.24	0.11
Cons. MS, % del PV	3.3 ^d	3.2 ^{de}	3.1 ^e	0.08	0.097
<i>Digestibilidad</i>					
MS, %	71.3 ^d	70.8 ^{de}	67.9 ^e	0.97	0.05
MO, %	73.0	72.4	70.2	0.99	0.13
NDF, %	53.6 ^d	53.3 ^{de}	50.0 ^e	1.11	0.06
FDA, %	50.7	48.2	45.4	1.88	0.17
PC, %	64.8	66.4	63.0	1.48	0.28
Almidón, %	86.4 ^e	90.2 ^d	90.1 ^d	1.14	0.04

¹Error estándar de la media, n = 8 vaquillas/trt. ²Significancia observada para el efecto de Trt = Tratamiento (n = 8 vaquillas/promedio). ^{a,b,c} Dentro de la misma fila, promedios con diferente superíndice difieren ($P < 0.05$). ^{d,e,f} Dentro de la misma fila, promedios con diferente superíndice tienden a diferir ($P < 0.10$). Trt: Silaje de sorgo ad libitum + 0.5% PV expeller de soja. Sin procesar: Silo de sorgo sin procesamiento, Shredlage: procesador shredlage, convencional: procesador convencional para sorgo.

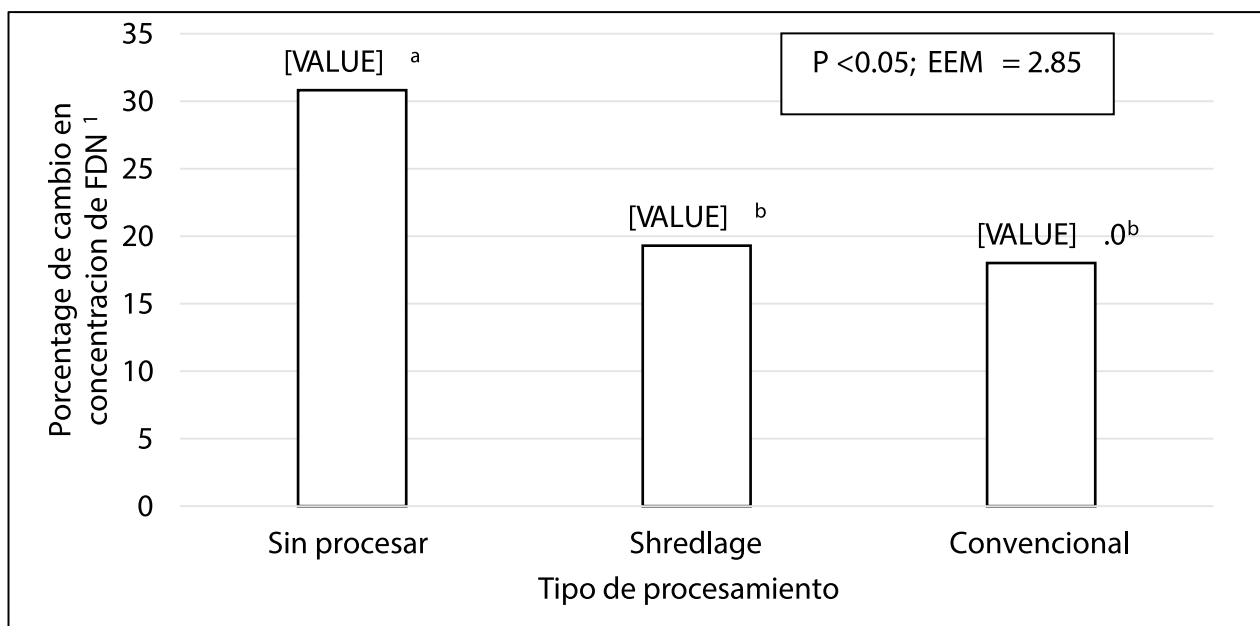


Figura 1. Efecto del procesamiento de planta entera de sorgo para silo, en el porcentaje de cambio de FDN de la dieta respecto al remanente. Adaptado de: Podversich et al., 2020

Los tratamientos de procesado al momento de picado de la planta entera fueron: sin procesar, procesador shredlage y procesador convencional para sorgo. ¹Porcentaje de incremento en la concentración de FDN = (concentración de FDN en remanente – concentración de FDN en la dieta) / concentración de FDN en la dieta × 100. ^{a,b,c}Entre tratamientos, medias con diferente superíndice difieren, P < 0.05; EEM = 2.85.

Por muchos años, los productos derivados de microorganismos han sido incluidos en dietas del ganado. Sin embargo, en algunos casos sus efectos y mecanismo de acción permanecen aún hoy sin comprender completamente. El probiótico Amaferm (BioZyme, Inc., St. Joseph, MO), es un extracto de fermentación de *Aspergillus oryzae*, un moho aeróbico que provee

factores de crecimiento desconocidos a los microorganismos ruminales (Martin and Nisbet, 1990). Los resultados en cuanto a performance animal se muestran inconsistentes, un motivo para la variabilidad observada en estas respuestas podría deberse a tipo de dieta de base que se provee a los animales. Un ejemplo claro son los trabajos de Zerby et al. 2011, donde observaron una tendencia a un 4.9% de mejora en la eficiencia de conversión (G:F) sin cambios en otras variables, cuando incorporaron este aditivo en dietas de finalización de corderos. El mismo grupo observó con la inclusión de Amaferm, una mejora del 7.2% en la eficiencia de conversión de novillos consumiendo una dieta de finalización a base de maíz entero (0.194 vs. 0.208 kg/kg para Control y Amaferm, respectivamente), pero sin lograr ningún efecto cuando ese aditivo se incorporó en una dieta de maíz grano húmedo (Zerby et al., 2011). Por el contrario,

en el trabajo realizado por Kreikemeier & Varela (1997), en una dieta con elevada cantidad de forraje, encontraron que Amaferm logró elevar un 63.5% el conteo de bacterias

celulolíticas del rumen, pero sin alterar los parámetros relacionados a la performance de los animales.

Tabla 2. Efecto de dieta e inclusión de Amaferm en performance, masticación y digestibilidad.

Adaptado de: Podversich et al., 2020

Item	Tratamiento				EEM ¹	P-valor ²		
	SUBPRODUCTOS ³		SILO DE SORGO ⁴			DIETA	AMA	DIETA* AMA
	Control ⁵	Amaferm ⁶	Control ⁵	Amaferm ⁶				
Peso inicial (día 0), kg	330.6	329.3	329.4	328.8	9.72	0.93	0.97	0.92
Peso final (día 56), kg	392.9	396.3	366.3	367.9	10.25	<0.01	0.93	0.8
Cons. Amaferm g/d	.	2.1	.	2.2	0.07	0.16	.	.
GDPV, kg	1.11	1.2	0.66	0.7	0.04	<0.01	0.54	0.09
CMS, kg/d	10.73	10.31	8.85	9.2	0.28	<0.01	0.91	0.18
CMS , en % del PV	2.99	2.85	2.53	2.65	0.076	<0.01	0.91	0.11
G:C, (kg/kg)	0.104 ^b	0.120 ^a	0.081 ^c	0.073 ^c	0.004	<0.01	0.36	<0.01
Consumo residual, (kg)	0.3	-0.34	-0.16	0.28	0.234	0.72	0.69	0.03
ENg, Mcal/kg de MS	0.88 ^b	1.01 ^a	0.81 ^{bc}	0.75 ^c	0.036	<0.01	0.37	0.01
<i>Masticación</i>								
Total min/d	360	385.3	515.5	527.7	10.07	<0.01	0.07	0.52
min/kg de MS	34.1	38.6	59.3	59.6	0.39	<0.01	0.26	0.28
min/kg de FDN	107	118.9	109.1	110.2	4.36	0.45	0.14	0.22
<i>Digestibilidad</i>								
MS, %	62.5 ^a	58.1 ^b	47.6 ^d	54.2 ^c	1.03	<.01	0.3	<.01
MO, %	65.8 ^a	61.7 ^b	49.8 ^d	55.9 ^c	0.99	<.01	0.33	<.01
FDN, %	44.8 ^b	40.4 ^c	47.7 ^b	54.6 ^a	1.19	<.01	0.33	<.01
FDA, %	44.0 ^b	39.6 ^c	46.8 ^b	52.7 ^a	1.17	<.01	0.53	0.01
PC %	48.7 ^a	42.5 ^b	29.0 ^c	43.0 ^b	1.53	<.01	0.01	<.01

¹Error estándar de la media, n = 21 vaquillas/tratamiento. ²Significancia observada para los efectos de Dieta (DIETA), Inclusión de Amaferm (AMA), y su interacción (DIETA*AMA). ³Dieta Subproductos: 63% pulpa cítrica, 21% desmotado de algodón, 10% DDGS, 5% melaza, 1% suplemento vitamínico-mineral. ⁴Dieta silaje de sorgo: 89% silaje de sorgo, 10% DDGS, 1% suplemento vitamínico-mineral. ⁵Control: sin inclusión de Amaferm. ⁶ Inclusión de Amaferm (*Aspergillus oryzae* extract; Biozyme Inc., St. Joseph, MO), en dieta de sorgo: 0.0245% MS y en dieta subproductos: 0.0200% MS. ^{a,b,c,d} Dentro de la misma fila, los promedios con diferente superíndice difieren, $P < 0.05$

Referencias bibliográficas

- Ferrareto L.F., & Shaver R.D. (2012). Effect of corn shredlage on lactation performance and total tract starch digestibility by dairy cows. *The Professional Animal Scientist*, 28, 639–647.
- Johnson, J. R., Goeser, J. P., & Brouk, M. (2017). Development of a berry processing score for Sorghum silage and assessment of processing effects on Sorghum silage starch digestibility. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 3, 8.
- Kreikemeier, K. K., & Varel, V. H. (1997). Growth performance and ruminal fermentation characteristics of steers fed high forage diets supplemented with *Aspergillus oryzae* fermentation extract (Amaferm). *Prof Anim Sci.*, (4), 189–93.
- Martin, S. A., & Nisbet, D. J. (1990). Effects of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on fermentation of amino acids, bermudagrass and starch by mixed ruminal microorganisms in vitro. *J Anim Sci.*, 68(7), 2142–9.
- McCary, C. L., C. Heinzen Jr., B. A. Saylor, and L. F. Ferrareto. (2019). Impact of roll gap and theoretical length of cut settings, and storage length on fermentation profile and berry processing score of whole plant sorghum silage. *J. Dairy Sci.*, 102(Suppl. 1), 133
- Podversich, F. (2020). Sorghum silage as an alternative for beef cattle backgrounding: Effects of processing and feed additive inclusion. (Master Thesis) Department of Animal Sciences, University of Florida, Florida.
- Zerby, H. N., Bard, J. L., Loerch, S. C., Kuber, P. S., Radunz, A. E., & Fluharty, F. L. (2011). Effects of diet and *Aspergillus oryzae* extract or *Saccharomyces cerevisiae* on growth and carcass characteristics of lambs and steers fed to meet requirements of natural markets. *J Anim Sci.*, 89(7), 2257–64.

Benefits of providing artificial shade on behavior, physiology, and performance of grazing beef cattle

Medeiros da Silva, G.^{1*}, Laporta, J.², Chebel, R.³, Batista Dubeux, J.C.¹, and DiLorenzo, N.¹

¹North Florida Research and Education Center, University of Florida, Marianna, FL 32446, United States

³College of Veterinary Medicine and Department of Animal Sciences, University of Florida, Gainesville, FL 32608, United States

²Department of Animal and Dairy Sciences, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI 53706, United States

*medeirogleise@ufl.edu

Introduction

Heat stress (HS) occurs in various degrees and it is common during summertime in many parts of the world (United States, Australia, Brazil, etc; Brown-Brandl, 2018). Beef cattle attempt to maintain their body temperature at approximately 38.5°C (Paul et al., 2000) by controlling internal heat production and external heat gains and losses (Garner et al., 1989). However, cattle become heat stressed when their heat load or heat production is greater than their ability to dissipate heat to the environment. Ambient temperature and relative humidity are the primary weather variables to affect an animal's ability to maintain core body temperature; but in grazing scenarios, solar radiation and wind speed also have a significant impact. Many studies have investigated the impacts of HS in feedlot and dairy cattle, but little is unknown regarding the negative potential effects of HS in cow-calf operations.

Grazing beef cattle in subtropical and tropical regions are exposed to prolonged periods of extreme environmental conditions that can cause HS. Exposure of livestock to HS is associated with behavioral (Rovira, 2014) and physiological (Collier et al., 1982) alterations that can lead to decreased performance (Mitlöhner et al., 2001). This is particularly important given that beef production demand will increase to provide feed for the growing population and because 70% of the beef supply is expected to come from subtropical and tropical regions (Cooke et al., 2020). Therefore, the implementation and development of strategies to mitigate HS in grazing livestock, such as the provision of artificial shade, to promote well-being and enhance animal performance are needed. Mitigating the effects of HS in a grazing scenario could be achieved by protecting cattle from direct solar radiation exposure with the use of natural or artificial shade (Rovira & Velazco, 2010). Adding shade

structures in pastures is the most economical means of mitigating HS in grazing animals (Paul et al., 2000). The function of shade is to reduce the thermal load on cattle in environmental conditions that are above thermoneutral zone by reducing the solar direct exposure (Edwards-Callaway et al., 2021) and provide a cooler microclimate under the shade structure. The provision of shade is associated with reductions in body temperature in beef and dairy cattle (Roman-Ponce et al., 1977; Tucker et al., 2008; Fisher et al., 2010). Gebremedhin et al. (2011) observed that the rate of increase in body temperature was greater when heifers were lying under the sun compared with heifers lying on shade (0.61 vs. 0.25°C/h), demonstrating that provision of shade can promote a slower increase in core body temperature (Brown-Brandl et al., 2005). Animal behavior is positively impacted by the provision of shade. McDaniel and Roark (1956) observed that beef cows with access to abundant shade spent longer time grazing and less time standing compared with cows without access to shade. Likewise, beef cows on pastures without shade signaled a need for shade by panting, excessive walking and standing, reduced rumination, crowding in fence corners, frequent drinking, and lying down in the late afternoon after the temperature had lowered. Therefore, our research group evaluated the benefits of providing artificial shade to grazing beef females on 1) the use of the shade structures, vaginal temperature, behavior, and growth of replacement beef heifers grazing bahiagrass pastures during summer

(47 days) and 2) on the performance of grazing cow-calf pairs during summer for 56 days.

The studies

We conducted two studies at the University of Florida/North Florida Research and Education Center to evaluate the impact of providing artificial shade during summer on performance of replacement heifers (Exp. 1), beef cows, their nursing heifers, and subsequent offspring (Exp. 2). The shade structures were comprised of a shade cloth that was 2.4 m high and measured 11 × 7.5 m in length, which provided 27.5 m² of shade per heifer and cow-calf pairs in Exp. 1 and 2, respectively. In Exp. 1, 36 black-hided Angus and Angus crossbred heifers were allocated to 12 bahiagrass pastures (*Paspalum notatum* Flüggé; 1.3 ha) with or without access to artificial shade (6 pastures each) for 7 weeks during summer. When measuring behavior, heifers with access to shade spent 70% of the 8 h observation period under the shade structure with the use of shade been associated with the times of the day when air temperature and humidity were the highest. Heifers with access to shade had on average 0.4°C lower vaginal temperature and spent more minutes ruminating and lying compared to heifers without access to shade. Furthermore, during the 47 days of the study, a difference of 0.2 kg/day in weight gain was observed in favor of the heifers that had shade in their pastures (Table 1).

Table 1. Average daily gain of grazing beef females with or without access to artificial shade (11 × 7.3 m in length and 2.4 m high) during the summer in Florida, USA.

ADG, kg	Treatment		SEM	P-value
	Shade	No shade		
Heifer (Exp. 1)	0.20	-0.20	0.076	0.08
Brangus cows (Exp. 2)	0.39	-0.18	0.081	0.02
Nursing heifers (Exp. 2)	0.82	0.68	0.045	0.10
Gestation length, d (Exp. 2)	292	274	4.5	0.02

In Exp. 2, it was utilized 24 Angus and 24 Brangus black-hided pregnant cows with approximately 85 days of gestation and their nursing calves. Cow-calf pairs were allocated to the same 12 bahiagrass pastures (4 pairs/pasture) from Exp.1, with or without access to artificial shade for 56 d during summer that anticipated weaning. At the end of the experimental period, Brangus cows with access to shade gained 0.4 kg/d, while the Angus cows performed similarly regardless of shade availability. Moreover, cows with access to shade had 18-d longer gestation length but with no impact on subsequent calf birth and weaning weights. Nursing calves that had access to shade had a difference in gain of 0.14 kg/day compared with heifers that did not have shade in their pastures (Table 1).

The results show a marked effect on animal performance and behavior when beef cattle are provided with some basic heat mitigation

options, such as artificial shade. Providing artificial shade during summer served as a shelter during the hottest hours of the day, reduced vaginal temperatures in 0.4°C, increased rumination time, lying time, and body weight gain of beef heifers. In another study, we demonstrated that Brangus cows with shade had the greatest body weight gain and pre-weaning calf gain tended to be greater for heifer calves with access to shade. Overall, providing artificial shade increased the average daily gain of heifers (0.20 vs. -0.02 kg), Brangus cows (0.39 vs. -0.18 kg), and nursing calves (0.82 vs. 0.68 kg) compared to when shade is not available. However, provision of artificial shade did not improve the improve performance of Angus cows. This study provides insight into the benefits of providing artificial shade in a beef cattle grazing system, which could be a possible management strategy to be adopted by beef producers in tropical and subtropical regions.

Bibliographical references

- Brown-Brandl, T. M., Eigenberg, R. A., Nienaber, J. A., & Hahn, G. L. (2005). Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, part 1: analyses of indicators. *Biosystems Engineering*, 90, 451–462.
- Collier R. J., Beede, D. K., Thatcher, W. W., Israel, L. A., & Wilcox, C. J. (1982). Influences of Environment and Its Modification on Dairy Animal Health and Production. *Journal of Dairy Science*, 65, 2213-2227.
- Cooke, R. F., Daigle, C. L., Moriel, P., Smith, S. B., Tedeschi, L. O., & Vendramini, J. M. B. (2020). Cattle adapted to tropical and subtropical environments: social, nutritional, and carcass quality considerations. *Journal of Animal Science*, 98(2). doi.org/10.1093/jas/skaa014.
- Edwards-Callaway, L. N., Cramer, M. C., Cadaret, C. N., Bigler, E. J., Engle, T. E., Wagner, J. J., & Clark, D. L. (2021). Impacts of shade on cattle well-being in the beef supply chain. *Journal Animal Science*, 99, 1–21.
- Fisher, A. D., Roberts, N., Bluett, S. J., Verkerk, G. A., & Matthews, L. R. (2010). Effects on shade provision on the behavior, body temperature, & milk production of grazing dairy cows during a New Zealand summer. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 51, 99–105.
- Garner, J. C., Bucklin, R. A., Kunkle, W. E., & Nordstedt, E. A. (1989). Sprinkled water and fans to reduce heat stress of beef cattle. *Applied Engineering in Agriculture*, 5, 99-101.
- Gebremedhin, K. G., Lee, C. N., Hillman, P. E., & Brown-Brandl, T. M. (2011). Body temperature and behavioral activities of four breeds of heifers in shade and full sun. *Applied Engineering in Agriculture*, 27, 999-1006. doi.org/10.13031/2013.40620.
- McDaniel, A. H. & Roark, C. B. (1956). Performance and grazing habits of Hereford and Aberdeen-Angus cows and calves on improved pastures as related to types of shade. *Journal Animal Science*, 15, 59–63.

- Mitlöhner, F. M., Morrow, J. L., Dailey, J. W., Wilson, S. C., Galyean, M. L., Miller, M. F., & McGlone, J. J. (2001). Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *Journal Animal Science*, 79, 2327–2335.
- Paul, R. M., Turner, L. W., & Larson, B. T. (1999). Effects of shade on production and body temperatures of grazing beef cows. En *2000 Kentucky beef cattle report* (pp. 24-28). Lexington: University of Kentucky. Publication PR117.
- Roman-Ponce, H., Thatcher, W. W., Buffington, D. E., Wilcox, C. I., & Van Horn, H. H. (1977). Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. *Journal of Dairy Science*, 60, 424–430.
- Rovira, P., & Velazco, J. (2010). The effect of artificial or natural shade on respiration rate, behaviour and performance of grazing steers. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 53, 347–353.
- Tucker, C. B., Rogers, A. R., & Schütz, K. E. (2008). Effect of solar radiation on dairy cattle behavior, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Applied Animal Behaviour Science*, 109, 141–154.

Prevalencia de hipocalcemia en vacas lecheras

Roskopf, S.^{1*}; Henzenn, H.¹; Maciel, M.^{1,2}; Scándolo, D.²

¹Facultad de Ciencias Veterinarias UNL, Esperanza, Argentina.

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA Rafaela, Argentina.

*sroskopf@fcv.unl.edu.ar

El Informe final del Convenio de Asistencia Técnica Institucional INTA – Elanco – AACREA: “Organización y Análisis de un Sistema de Registros de Enfermedades del Periparto en Vacas Lecheras”. Incidencia e Impacto Económico sobre las Empresas reportó que el 77,2 % de las vacas no supera los tres partos lo que indica la poca vida útil que tienen las vacas en los tambos argentinos.

La longevidad (vida útil), que es uno de los factores más importantes en el crecimiento de los planteles lecheros, está afectada directamente por las tasas de rechazo y de mortandad. El período de transición es el momento más crítico de una vaca lechera, ya que es cuando se producen los mayores cambios metabólicos, inmunológicos y productivos, aumentando la susceptibilidad a enfermedades de base metabólico-nutricional.

En dicho estudio, el 32,6 % de las vacas multíparas y el 28,2% de las primíparas pasaron el período de transición sin haber tenido registro de ninguna de las enfermedades estudiadas, lo que indica que alrededor del 70 % de los animales presentan una o más enfermedades antes de los 90 días de paridas. A su vez, el 68 % de las muertes en las vacas y el 60 % en las vaquillonas ocurrieron dentro de las tres primeras semanas de lactancia,

período en que también se producen las mayores pérdidas económicas asociadas a gastos veterinarios, descarte y disminución en la producción láctea. La hipocalcemia es una de las enfermedades metabólicas de aparición más frecuente en esta etapa, alrededor del parto y durante las primeras semanas de lactancia, la mayoría de las vacas lecheras tienen déficit de Ca (Horst & Goff, 1936). La hipocalcemia puede ser clínica CH (la vaca pierde la capacidad de ponerse en pié (Goff, 2008)) o subclínica SCH (concentración de Ca en sangre por debajo de un umbral asociado con un resultado no deseado, sin signos visibles). Por lo tanto, medir la concentración de Ca en sangre es necesario para su diagnóstico. La incidencia de la SCH es varias veces mayor, lo que la convierte en un trastorno de “iceberg”.

La hipocalcemia posparto está determinada por la repentina demanda de calcio al inicio de la lactancia y la velocidad de respuesta del sistema homeostático a la baja concentración de Ca en sangre (Ramberg CF, Mayer, Kronfeld, Phang, & Berman, 1970). El Ca en sangre bajo es un factor de riesgo de enfermedad posparto (Reinhardt, Lippolis, McCluskey, Goff, & Horst, 2011), desempeño reproductivo (Caixeta, Ospina, Capel, & Nydam, 2017; Martinez et al., 2012) y dependiendo del momento y duración, puede limitar la producción de

leche (Mcart, 2020; Rajala-Schultz, Gröhn, & McCulloch, 1999).

En este contexto, la hipocalcemia compromete el apetito, reduce la contracción del músculo liso y afecta la capacidad oxidativa y de fagocitosis de los neutrófilos. Esto incrementa la susceptibilidad a una serie de enfermedades tales como mastitis, retención de placenta, metritis, desplazamiento de abomaso y cetosis (Curtis, 1983). Los puntos de corte para definir HC e SCH presentan controversias, dado que la mayoría de las vacas experimentan una marcada disminución en la concentración de Ca en sangre después del parto, se convierte en desafiante definir lo que es anormal; además de la importante variación en el tiempo de muestreo después del parto dentro y entre publicaciones.

Muchos autores utilizan como rango de referencia un umbral tomado de animales clínicamente sanos, para evitar los efectos respecto al parto, a pesar de que la transición es el período de interés (Quiroz-Rocha et al., 2009). Estudios más recientes sugieren que la duración de la hipocalcemia es más importante que la concentración de Ca en sangre (Caixeta et al., 2017). El Ca en sangre en la vaca adulta se mantiene entre 2,1 y 2,5 mmol / L (8,5 y 10 mg / dL) (Goff, 2008). Al inicio de la lactancia, se interrumpe la homeostasis del Ca por una redirección masiva de Ca para la colostrogénesis y producción de leche (Goff, 2000), esto conduce a una marcada disminución de la concentración de Ca en sangre, de la cual la recuperación puede tardar más de 4 días (Mcart, 2020).

El riesgo de HC aumenta con la edad y la producción de leche (Oetzel, 2013); con una incidencia <1% en la primera lactancia y 4 a 10% en vacas multíparas (Caixeta, Ospina, Capel, & Nydam, 2015; Reinhardt et al., 2011; Venjakob, Borchardt, & Heuwieser, 2017).

El objetivo del siguiente trabajo fue determinar la concentración de calcio sérico posparto y la prevalencia de hipocalcemia respecto al número de lactancia y días posparto en vacas lecheras.

El trabajo se realizó en el tambo de la EEA INTA Rafaela. Se muestrearon 49 vacas (42 Holando y 7 Jersey) de segunda a quinta lactancia, que ingresaron al parto entre 20 y 30 días de su fecha probable de parto para recibir una dieta con sales aniónicas.

Las muestras de sangre se obtuvieron mediante venopunción coccígea los días 0, 1, 2, 3, 6, y 14 posparto para determinar calcio (Ca) sérico mediante método colorimétrico. Las vacas fueron categorizadas según el número de lactancia: segunda lactancia (n=17), tercera lactancia (n=12), cuarta lactancia (n=11) y quinta lactancia (n=9). Se realizó estadística descriptiva y la Prueba de Kruskal Wallis para detectar diferencias entre lactancias.

La incidencia de hipocalcemia clínica encontrada en este estudio fue del 8% lo que se alinea con los datos obtenidos por otros autores (Degaris & Lean, 2009; Jesse P Goff, 2008; Mulligan & Doherty, 2008).

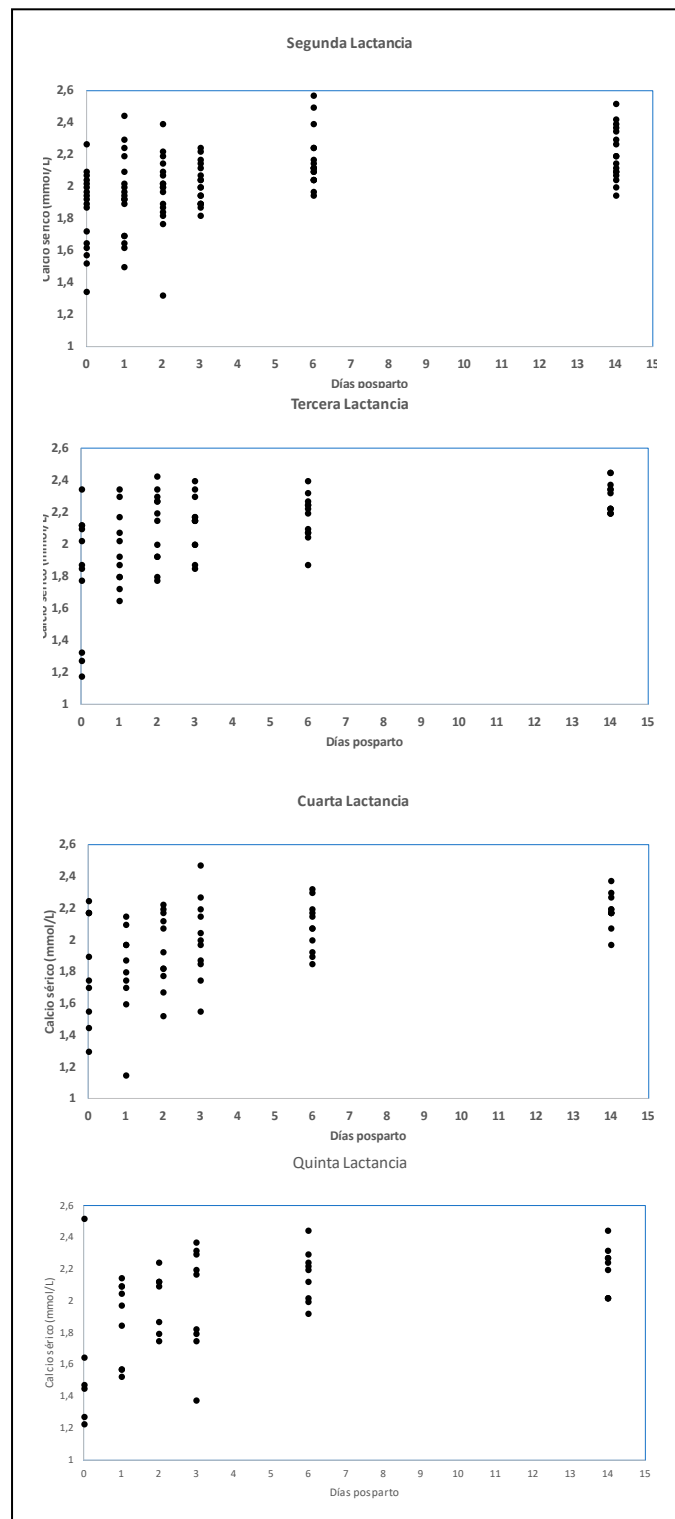


Figura 1. Concentraciones de Ca sérico de vacas en diferentes momentos de muestreo posparto agrupados según lactancia (segunda, tercera, cuarta y quinta)

La figura 1 presenta las concentraciones de Ca sérico de vacas lecheras en diferentes momentos de muestreo (día 0, 1, 2, 3, 6 y 14 posparto) agrupados según número de lactancia. En la Figura 2 se presenta la distribución promedio de Ca sérico de vacas en días posparto según el número de lactancia. No se detectaron diferencias significativas en el Ca sérico entre lactancia, probablemente debido a la pequeña cantidad

de datos, sumado a que en este análisis no se incluyeron vacas de primera lactancia debido a la baja prevalencia de hipocalcemia que presentan. A su vez podemos ver que los niveles de calcio sérico comienzan a estabilizarse luego de las 72 horas, por lo cual sería conveniente tomar más de una muestra en este período para determinar la prevalencia real de hipocalcemia.

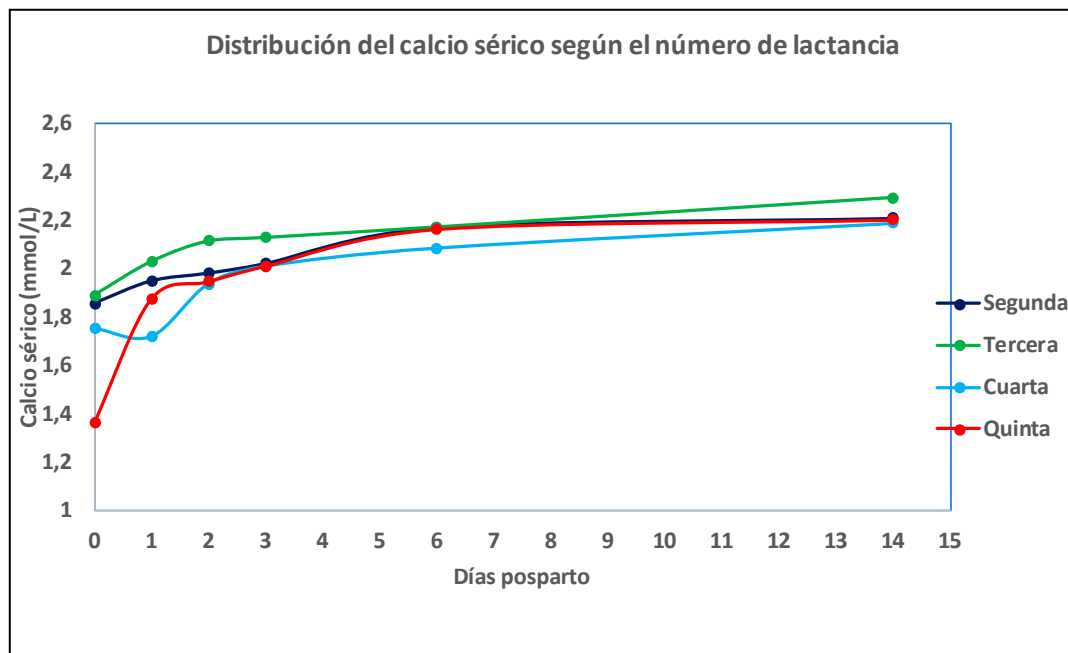


Figura 2. Distribución promedio de Ca sérico de vacas en días posparto según el número de lactancia

En este estudio no se encontraron relaciones entre concentración de Ca sérico y el número de lactancia. Consideramos que una sola muestra de sangre no es suficiente para determinar prevalencia de SCH en un rodeo, debido a la dispersión que muestran los valores. Es indudable que la prevención y control debe intensificar-

se en el parto a través de herramientas nutricionales y sanitarias que minimicen la prevalencia y fortalezcan los mecanismos de defensa antes del parto. Es necesario nuevas investigaciones para perfeccionar la comprensión de las implicaciones de los patrones de Ca en sangre en los días posteriores al parto.

Referencias bibliográficas

- Caixeta, L. S., Ospina, P. A., Capel, M. B., & Nydam, D. V. (2015). The association of subclinical hypocalcemia, negative energy balance and disease with bodyweight change during the first 30 days post-partum in dairy cows milked with automatic milking systems. *Veterinary Journal*, 204(2), 150-156. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.01.021>
- Caixeta, L. S., Ospina, P. A., Capel, M. B., & Nydam, D. V. (2017). Association between subclinical hypocalcemia in the first 3 days of lactation and reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology*, 94, 1-7. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.01.039>
- Curtis, S. E. (1983). Environmental management in animal agriculture. *Environmental management in animal agriculture*. Recuperado de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19842252009>
- Degarís, P. J., & Lean, I. J. (2009). and control principles. *The Veterinary Journal*, 176(1), 58-69. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.029>
- Goff, J. P. (2000). Pathophysiology of calcium and phosphorus disorders. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 16(2), 319-337. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30108-0](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30108-0)
- Goff, Jesse P. (2008). and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *The Veterinary Journal*, 176(1), 50-57. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.020>
- Horst, R. L., & Goff, J. P. (1936). Symposium: calcium metabolism and utilization Calcium and Vitamin D Metabolism in the Dairy Cowl vitamin D, 1936-1951. Recuperado de [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77140-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77140-X)
- Martínez, N., Risco, C. A., Lima, F. S., Bisinotto, R. S., Greco, L. F., Ribeiro, E. S., ... Santos, J. E. P. (2012). Evaluation of peripartal calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. *Journal of Dairy Science*, 95(12), 7158-7172. Recuperado de <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5812>

- Mcart, J. A. A. (2020). Association of transient , persistent , or delayed subclinical hypocalcemia with early lactation disease , removal , and milk yield in Holstein cows. *The Lancet*. Recuperado de <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17191>
- Mulligan, F. J., & Doherty, M. L. (2008). Production diseases of the transition cow. *The Veterinary Journal*, 176(1), 3-9. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.018>
- Oetzel, G. R. (2013). Oral Calcium Supplementation in Peripartum Dairy Cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 29(2), 447-455. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.03.006>
- Rajala-Schultz, P. J., Gröhn, Y. T., & McCulloch, C. E. (1999). Effects of Milk Fever, Ketosis, and Lameness on Milk Yield in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 82(2), 288-294. Recuperado de [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75235-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75235-5)
- RambergCF, Mayer, G., Kronfeld, D., Phang, J., & Berman, M. (1970). Calcium kinetics in cows during late pregnancy, parturition, and early lactation. *American Journal of Physiology-Legacy Content*, 219(5), 1166-1177. Recuperado de <https://doi.org/10.1152/ajplegacy.1970.219.5.1166>
- Reinhardt, T. A., Lippolis, J. D., McCluskey, B. J., Goff, J. P., & Horst, R. L. (2011). Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *The Veterinary Journal*, 188(1), 122-124. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.03.025>
- Venjakob, P. L., Borchardt, S., & Heuwieser, W. (2017). Hypocalcemia—Cow-level prevalence and preventive strategies in German dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 1-9. Recuperado de <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12494>

Impacto de la inoculación de un consorcio nativo de *Bacillus* en el rendimiento y la calidad del cultivo de trigo cristalino

Zepeda, M.A.¹, Parra Cota, F.I.², Itria Ibba, M.³,
de los Santos Villalobos, S.^{1*}

¹Instituto Tecnológico de Sonora. Cd. Obregón, Son., México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Cd. Obregón, Son., México. ³Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y de Trigo. Cd. Obregón, Son., México.

*sergio.delossantos@itson.edu.mx

Introducción

El incremento poblacional alcanzará casi 10 mil millones habitantes en 2050, por lo que se requerirá aumentar de forma sostenible la producción de alimentos en 70 a 100% y de cereales en 49% a nivel mundial (Valenzuela-Ruiz et al., 2018). Microbial communities play an important role in nutrient cycling, their availability and subsequent assimilation by vegetation, and consequently, in the maintenance of soil fertility, and also take part in the provision of numerous ecosystem services by this resource. Such is the case of plant growth promoting microorganisms (PGPM). El trigo es el segundo cereal más producido en México, donde el Valle del Yaqui, Sonora, al noroeste de México, es el productor principal de este cereal (SAGARPA, 2017). Diversos estudios han propuesto el uso de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) para aumentar la eficiencia en el uso de nutrientes por las plantas, la regulación del crecimiento, sanidad vege-

tal, y tolerancia al estrés biótico y abiótico, resultando en rendimientos agrícolas incrementados (Adesemoye et al., 2010; Valenzuela-Ruiz et al., 2018). Los estudios sobre la utilización de RPCV y fertilizantes químicos han demostrado que dichos microorganismos mejoran –entre otros aspectos- la absorción y eficiencia de éstos por los cultivos (Adesemoye & Kloepper, 2009; Kumar et al., 2017; Kumar et al., 2016). El presente trabajo tuvo como objetivo cuantificar el impacto de la inoculación de un consorcio nativo de *Bacillus*, bajo diferentes dosis de nitrógeno, sobre el rendimiento y calidad del trigo cristalino.

Metodología

El estudio se desarrolló durante el ciclo de invierno 2018-2019, en el Centro Experimental de Transferencia de Tecnología del Instituto Tecnológico de Sonora (CETT 910), en el Valle del Yaqui, Sonora (Latitud: 27°21'57.74" N, Longitud: 109°54'55.91"

O). Se sembró trigo variedad CIRNO C2008 (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*, 120 kg ha⁻¹). El experimento constó de parcelas anidadas, 3 tratamientos y sus controles, con 4 repeticiones cada uno: con y sin inoculación de un consorcio de *Bacillus* (CB) bajo 0, 120 y 240 kg N ha⁻¹ (0, 50 y 100% N, respectivamente), en forma de urea y 100 kg ha⁻¹ de fosfato monoamónico. El CB (*B. megaterium* TRQ8, *B. paralicheniformis* TRQ65 y *B. cabrialesii* TE3^T) conformado por dos bacterias rizosféricas (TRQ8 y TRQ65) y una endófito (TE3^T), fue aplicado en tres ocasiones directamente al suelo (TRQ8 y TRQ65) y de manera foliar (TE3^T), en el momento de la siembra, a los 45 y a los 80 días después de la siembra (dds), 1x10⁶ células planta⁻¹.

Se midieron los componentes del rendimiento (plantas por metro cuadrado, altura de la planta, espigas por metro cuadrado, tamaño de la espiga, número de granos por espiga, peso de la paja, rendimiento del grano e índice de cosecha) y de calidad del cultivo [peso hectolítrico, peso de mil granos, calidad del gluten de trigo duro con la prueba de volumen de sedimentación-SDS de acuerdo a Peña et al. (1990), porcentaje de proteína al 12.5% de humedad por espectroscopía del infrarrojo cercano (NIR Systems 65000, Foss Denmark), cuya calibración fue basada en los métodos oficiales AACC 39-10 y 46-11A (AACC, 2020), índice de SDS/proteína y análisis de coloración amarilla a través de un colorímetro Minolta (Konica Minolta, Japan), cuyo valor depende de la reflectancia de la luz].

Resultados y discusión

Considerando que el suelo tenía un contenido de N elevado, de 123 kg N ha⁻¹, el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento con 0% N + CB, seguido por 50% N + CB y 100% N (7.08, 6.73 y 6.65 ton ha⁻¹, respectivamente, sin diferencia significativa entre ellos, $p < 0.05$). Un efecto positivo y significativo de la inoculación sobre el rendimiento, a la misma dosis de N, sólo se observó en el de 0% N (1 ton ha⁻¹ ó 20% más, con respecto al tratamiento no inoculado, Cuadro 1). Lo anterior corresponde a lo reportado en la literatura para dosis similares a las reportadas en este trabajo en cultivos inoculados, donde a dosis mayores a 150 kg N ha⁻¹ no se presentó un efecto de mejora en el rendimiento por la inoculación microbiana en trigo durante dos años consecutivos según Galindo et al. (2017). Así, se infiere que los efectos positivos en el rendimiento del tratamiento con 0 kg N ha⁻¹ + CB, con respecto al tratamiento no inoculado, son resultado de la acción de los mecanismos de promoción de crecimiento del CB. Se ha reportado que *B. cabrialesii* TE3^T, *B. megaterium* TRQ8 y *B. paralicheniformis* TRQ65 solubilizan fósforo (P) y este nutriente es indispensable para el desarrollo vegetal; además, ha sido reportado que estas tres cepas producen indoles, los cuales inducen al alargamiento y división celular, y, en consecuencia, crecimiento de las raíces, las cuales permiten una mayor superficie de absorción de nutrientes y agua (Robles Montoya et al., 2019; Rojas Padilla et al., 2020; Valenzuela-Aragon et al., 2018; Valenzuela-Ruiz et al., 2019).

Cuadro 1. Rasgos cuantitativos (componentes del rendimiento) e índice de cosecha, en los tratamientos estudiados.

Tratamiento	Altura de la planta (cm)*	Plantas m ²	Espigas m ²	Granos espiga ⁻¹	Tamaño de la espiga (cm)	Rendimiento del grano (ton ha ⁻¹)	Rendimiento de la paja (ton ha ⁻¹)	Índice de cosecha
0 kg N ha ⁻¹	28.1 ± 2.5 a	157 ± 19 a	264 ± 33 a	55 ± 12 a	7.1 ± 0.5 c	5.90 ± 0.29 a	10.47 ± 1.38 a	0.32 ± 0.03 a
0 kg N ha ⁻¹ + CB	29.3 ± 2.9 abc	196 ± 14 c	337 ± 38 c	50 ± 7 a	6.7 ± 0.7 ab	7.08 ± 0.13 c	10.23 ± 0.96 a	0.41 ± 0.02 b
120 kg N ha ⁻¹	28.3 ± 2.1 ab	163 ± 4 ab	315 ± 13 bc	53 ± 8 a	6.7 ± 0.5 ab	6.33 ± 0.05 ab	10.72 ± 0.45 a	0.37 ± 0.01 a
120 kg N ha ⁻¹ + CB	29.5 ± 1.9 bc	180 ± 26 abc	317 ± 30 bc	52 ± 6 a	6.6 ± 0.4 a	6.73 ± 0.05 bc	9.64 ± 0.18 a	0.41 ± 0.00 b
240 kg N ha ⁻¹	29.8 ± 2.8 cd	192 ± 10 bc	268 ± 38 a	53 ± 5 a	6.7 ± 0.5 ab	6.65 ± 0.62 bc	10.44 ± 0.79 a	0.39 ± 0.02 ab
240 kg N ha ⁻¹ + CB	30.8 ± 2.5 d	230 ± 16 d	288 ± 46 ab	51 ± 9 a	6.8 ± 0.3 bc	6.50 ± 0.14 b	9.54 ± 0.53 a	0.41 ± 0.02 b

Los valores indican media ± desviación estándar. Las medias con diferente letra en la misma columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$). CB corresponde a los tratamientos inoculados con el consorcio de *Bacillus*.

*Medida en etapa de macollaje.

Por otro lado, en el rasgo de peso hectolítrico y peso de 1000 granos (Cuadro 2), los mayores valores y que no presentaron diferencia significativa entre ellos fueron los de 0% N + CB, 50% N y 50% N + CB; mientras que el resto tampoco presentó diferencia significativa entre ellos en estos dos parámetros. Todos los valores de proteína encontrados en los diferentes tratamientos superan el porcentaje míni-

mo requerido para la variedad estudiada (Cuadro 2), valores que pueden variar entre 12.8 y 15.6% (Felix-Fuentes et al., 2010; Figueroa López et al., 2010), lo cual indica que en este estudio las plantas que no recibieron fertilización y que fueron inoculadas con el CB, mejoraron la absorción de N residual del suelo, y generaron el mejor rendimiento con las características deseadas de calidad.

Cuadro 2. Rasgos de calidad en los tratamientos estudiados

Tratamiento	Peso hectolítrico (kg/hL)	Peso de mil granos (g)	Proteína (%)	Volumen de sedimentación SDS (mL)	Índice SDS/ Proteína	Análisis de coloración amarilla (Minolta, b)
0 kg N ha ⁻¹	74.4 a	32.4 a	15.1 b	15.4 b	1.02 a	16.48 a
0 kg N ha ⁻¹ + CB	76.8 c	38.1 c	13.4 a	14.0 a	1.05 a	16.43 a
120 kg N ha ⁻¹	76.4 bc	36.2 bc	14.5 b	15.3 b	1.06 ab	16.28 a
120 kg N ha ⁻¹ + CB	76.6 bc	35.8 bc	14.6 b	16.4 c	1.12 b	16.30 a
240 kg N ha ⁻¹	75.4 ab	34.1 ab	15.3 b	16.0 bc	1.05 a	16.50 a
240 kg N ha ⁻¹ + CB	75.4 ab	34.3 ab	15.1 b	15.5 b	1.04 a	16.43 a

Los valores indican la media. Las medias con diferente letra en la misma columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$). CB corresponde a los tratamientos inoculados con el consorcio de *Bacillus*.

Conclusión

La inoculación de un consorcio nativo de *Bacillus* al cultivo de trigo, sin añadir urea, en presencia de ≤ 140 kg de N total ha^{-1} incrementa la productividad y la calidad del grano de la variedad CIRNO C2008 en comparación a lo obtenido con ≥ 240 kg N ha^{-1} .

Referencias bibliográficas

- Adesemoye, A. O., Torbert, H. A., & Kloepper, J. W. (2010). Increased plant uptake of nitrogen from 15N-depleted fertilizer using plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied Soil Ecology*, 46(1), 54–58. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.06.010>
- Adesemoye, A. O., & Kloepper, J. W. (2009). Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(1), 1–12. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2196-0>
- AACC (American Association of Cereal Chemists). (2020). AACC Approved methods of analysis (11th ed.). Recuperado de <http://methods.aaccnet.org/toc.aspx>
- Felix-Fuentes, J. L., Figueroa-López, P., Fuentes-Davila, G., Valenzuela-Herrera, V., Chavez-Villalba, G., & Mendoza-Lugo, J. A. (2010). Cirno C2008, variedad de trigo cristalino para el noroeste de México. México: INIEAP-CENEB.
- Figueroa López, P., Félix Fuentes, J., Fuentes Dávila, G., Valenzuela Herrera, V., Chávez Villalba, G., & Mendoza Lugo, J. (2010). Cirno C2008, nueva variedad de trigo cristalino con alto rendimiento potencial para el estado de Sonora. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(5), 745–749.
- Galindo, F. S., Filho, M. C. M. T., Buzetti, S., Santini, J. M. K., Alves, C. J., & Ludkiewicz, M. G. Z. (2017). Wheat yield in the Cerrado as affected by nitrogen fertilization and inoculation with *Azospirillum brasilense*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 52(9), 794–805. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017000900012>
- Kumar, A., Maurya, B. R., Raghuwanshi, R., Meena, V. S., & Tofazzal Islam, M. (2017). Co-inoculation with *Enterobacter* and *Rhizobacteria* on Yield and Nutrient Uptake by Wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Alluvial Soil Under Indo-Gangetic Plain of India. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36(3), 608–617. Recuperado <https://doi.org/10.1007/s00344-016-9663-5>
- Kumar, M., Singh, D. P., Prabha, R., Rai, A. K., & L., S. (2016). Role of microbial inoculants in nutrient use efficiency. En D. P. Singh, H. B. Singh, & R. Prabha (Eds.), *Microbial inoculants in sustainable agricultural productivity: Vol. 2: Functional Applications* (pp. 1–308). Springer. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2644-4>
- Peña, R. J., Amaya, A., Rajaram, S., & Mujeeb-Kazi, A. (1990). Variation in quality characteristics associated with some spring 1B/1R translocation wheats. *Journal of Cereal Science*, 12(2), 105–112. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0733-5210\(09\)80092-1](https://doi.org/10.1016/S0733-5210(09)80092-1)

- Robles Montoya, R. I., Parra Cota, F. I., & de los Santos Villalobos, S. (2019). Draft genome sequence of *Bacillus megaterium* TRQ8, a plant growth-promoting bacterium isolated from wheat (*Triticum turgidum* subsp. *durum*) rhizosphere in the Yaqui Valley, Mexico. *3 Biotech*, 9(5), 1–5. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s13205-019-1726-4>
- Rojas Padilla, J., Chaparro Encinas, L. A., Robles Montoya, R. I., & De los Santos Villalobos, S. (2020). Promoción de crecimiento en trigo (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*) por la co-inoculación de cepas nativas de *Bacillus* aisladas del Valle del Yaqui, México. *Nova Scientia*, 12(24), 1–27. Recuperado de <https://doi.org/10.21640/ns.v12i24.2136>
- SAGARPA. (2017). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación: Trigo grano cristalino y harinero: Planeación Agrícola Nacional 2017-2030., 28. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256434/B_sico-Trigo_Cristalino_y_Harinero.pdf
- Valenzuela-Aragon, B., Parra-Cota, F. I., Santoyo, G., Arellano-Wattenbarger, G. L., & de los Santos-Villalobos, S. (2018). Plant-assisted selection: a promising alternative for in vivo identification of wheat (*Triticum turgidum* L. subsp. *Durum*) growth promoting bacteria. *Plant and Soil*, 435(1–2), 367–384. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s11104-018-03901-1>
- Valenzuela-Ruiz, V., Ayala-Zepeda, M., Arellano-Wattenbarger, G. L., Parra-Cota, F. I., García-Pereyra, G., Aviña-Martínez, G. N., & de los Santos-Villalobos, S. (2018). Las colecciones microbianas y su potencial contribución a la seguridad alimentaria actual y futura. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 14(1), 18–25.
- Valenzuela-Ruiz, V., Robles-Montoya, R. I., Parra-Cota, F. I., Santoyo, G., del Carmen Orozco-Mosqueda, M., Rodríguez-Ramírez, R., & de los Santos-Villalobos, S. (2019). Draft genome sequence of *Bacillus paralicheniformis* TRQ65, a biological control agent and plant growth-promoting bacterium isolated from wheat (*Triticum turgidum* subsp. *durum*) rhizosphere in the Yaqui Valley, Mexico. *3 Biotech*, 9(11). Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s13205-019-1972-5>.

Conservação do Solo e Água: Metas e Resultados da Rede de Agropesquisa Paraná – Brasil

Pellegrini, A.^{1*}, Jonas Didoné, E.²

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos - Paraná -Brasil.

²Pós-Doutorado - Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná- IAPAR-EMATER

*andrepellegrini@utfpr.edu.br

Introdução

O Estado do Paraná foi o local de criação do Plantio Direto na América Latina, na década de 70. O objetivo principal foi a redução da erosão hídrica que assolava as lavouras, com grandes perdas de solo, o que limitava o aumento da produtividade. A partir de sua criação houve vários entraves por parte da mecanização agrícola, manejo de plantas daninhas, doenças e pragas, entre outros problemas que restringiu sua adoção.

Partindo dos problemas encontrados pelos agricultores, várias pesquisas foram desenvolvidas dentro de Universidades e Instituições de Pesquisas (IAPAR, EMBRAPA, entre outras) buscando resolver cada situação que limitava sua adoção pelos agricultores. Hoje, somente no Brasil, estima que há mais de 33 milhões de hectares sob plantio direto segundo a Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha e Irrigação (<https://febrapdp.org.br/area-de-pd>).

As premissas básicas do plantio direto baseavam-se no não revolvimento do solo (somente em linha), cobertura permanente do solo (palha e plantas) e a rotação de culturas. Com a evolução nos estudos foi observado muitas outras limitações decorrentes à atributos químicos e físicos do solo. As limitações químicas principais eram a acidez em profundidade e adsorção de fósforo, características dos solos tropicais.

A acidez ganhou importância pela falta de correção em profundidade, que era recomendada a incorporação de calcário no momento da instalação do plantio direto. Já a correção de fósforo no solo passou por recomendações errôneas de aplicações em superfície, onde a pesquisa já apontava sua baixa mobilidade em solos argilosos, sugerindo a aplicação na linha de plantio, visando também reduzir as perdas por escoamento superficial.

Já as limitações físicas ganharam importância no plantio direto devido ao não revolvimento do solo. A compactação do solo foi o principal problema que muitos agricultores identificavam como sendo limitante ao aumento da produção. Esta fase de adoção do plantio direto ocorreu principalmente na década de 80 e 90, em que muitas áreas eram subsoladas ou até mesmo aradas novamente, mas ainda há áreas que aderem a prática de subsolagem visando reduzir a compactação.

A partir dessas problemáticas, as pesquisas apontavam que era necessário um período de no mínimo 10 anos para consolidação do Sistema. Esta palavra foi incluída na nomenclatura passando a se chamar Sistema Plantio Direto, incluindo várias outras práticas essenciais, como: plantio em nível, terraceamento, manejo integrado de pragas e doenças, grande

aporte de massa seca com rotação de cultura, que permite o incremento de matéria orgânica, entre outras.

A assistência técnica e a pesquisa já identificavam que muitas áreas agrícolas do Paraná não adotavam todas as práticas essenciais para que o Sistema Plantio Direto atingisse à consolidação. Os problemas foram ressaltados no ano de 2014, que pela ocorrência do Fenômeno El Niño na região Sul do Brasil aumentou o volume de chuvas e a ocorrência de precipitações extremas de alta intensidade, situação que expôs as feridas da erosão hídrica nas áreas de plantio direto mal manejadas do Paraná.

Partindo deste fato e pela cobrança da sociedade organizada (FAEP, Ocepar, NEPAR, FBPDI, etc.) em 2015, o poder público uniu esforços e lançou o Programa PROSOLO Paraná. Os eixos temáticos e de ação do programa foram a CAPACITAÇÃO de técnicos e a CONCIÊNCIA de agricultores, por meio de cursos e dias de campo visando o manejo adequado do solo. Outro eixo ficou direcionado para a PESQUISA, responsável por estudos e experimentos que busquem o manejo adequado do solo e que reduzam os problemas da erosão hídrica. E por fim, a ADEQUAÇÃO DA LEGISLAÇÃO que visará através dos estudos aprimorar as leis de conservação do solo e água para o estado do Paraná.

Buscando maior interação entre o setor produtivo e as Instituições de Pesquisa foi criada a Rede de Agropesquisa e Formação Aplicada Paraná (Decreto Estadual nº 2475, 28/09/2015), que por meio do Comitê Gestor e pelas demandas da sociedade, selecionou a conservação do solo e água como prioridade, instalando unidades ex-

perimentais nos diferentes sistemas produtivos paranaenses. (<http://www.redeagropesquisa.pr.gov.br/>)

Metodologia

A Fundação Araucária em parceria com a Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do Estado do Paraná (Senar-PR-FAEP) lançou no ano de 2017, a chamada pública com aporte de recurso financeiro (R\$ 12.000.000,00) para seis mesorregiões do estado, unindo 19 Instituições de Pesquisa para realizar experimentos em Rede. O Edital seguiu algumas premissas buscando direcionar os experimentos à serem instalados na escala de Bacia Hidrográfica, com área entre 50 e 200 hectares e também em áreas de lavoura de aproximadamente 2 hectares (megaparcelsas) com e sem terraços, isso para detalhar as características de solo e as influências na hidrossedimentologia de cada local. Além disso, foram aprovados 29 subprojetos com foco em minimizar os efeitos da compactação, aumento da infiltração de água no solo e alternativas para a rotação de cultura, todos com foco em reduzir os efeitos da erosão hídrica.

O Edital previa a instalação de seções de monitoramento em encosta agrícola, agrades de megaparcelsas e a instalação de calhas H para o monitoramento dos eventos climáticos. Outra seção de monitoramento foi instalada no rio de primeira ordem através da calha Parshall, na mesma bacia de estudo onde estavam instaladas as megaparcelsas (figura 1). Os estudos foram implantados em seis Mesorregiões do Paraná, com o objetivo de abranger diferentes solos, climas e culturas adaptadas a cada região.

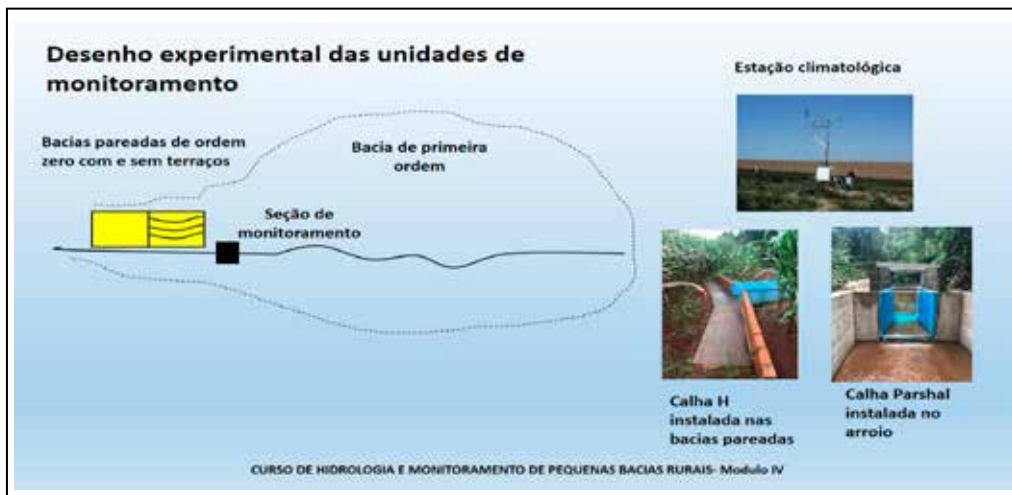


Figura 1 - Desenho experimental e monitoramento hidrossedimentológico instalado nas seis Mesorregiões do Paraná (Autor: Merten, et al., 2020).

Na Mesorregião Norte o projeto está localizado no município de Cambé sendo coordenado pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR – EMATER (IDR-Paraná), com a colaboração da Universidade Estadual de Londrina (UEL) e a Embrapa Soja. O local de estudo possui cultivos agrícolas de soja e milho segunda safra. Essa região é composta por solos argilosos (78 % de argila) com relevo suave a ondulado com grandes comprimentos de rampa.

Na Mesorregião Noroeste, os estudos são realizados sob a coordenação da UniCesumar Maringá que conduz o experimento em dois locais diferentes: um apresenta o manejo de cana-de-açúcar em Atalaia e o outro é manejado com pastagem e mandioca em Cianorte. Nesses locais temos solos frágeis com altos teores de areia e elevado potencial de degradação.

Na Mesorregião Oeste do Paraná, o projeto está localizado no município de Toledo, sendo coordenado pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR - EMATER (IDR-Paraná). O manejo da área de estudo é cultivado com soja e milho segunda safra ou soja no verão e aveia/trigo

no inverno. Possui solos argilosos (80 % de argila) com encostas com grande comprimento de rampa.

A Mesorregião Sudoeste está sendo conduzida pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Campus Dois Vizinhos) no município de Dois Vizinhos. Essa região tem predomínio de solos argilosos. O manejo da bacia hidrográfica apresenta de cultivo de soja no verão e milho e/ou feijão em safrinha.

Na Mesorregião Central, o estudo está sendo desenvolvido no município de Guaruapuava, sob a coordenação da Universidade Central do Centro-Oeste (UNICENTRO) com a colaboração da Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA). O manejo da área de estudo contempla soja no verão e cevada no inverno.

Na região dos Campos Gerais, as unidades de monitoramento estão instaladas no município de Ponta Grossa e a pesquisa está sendo conduzida pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), com o manejo alternado de milho, soja e cereais de inverno.

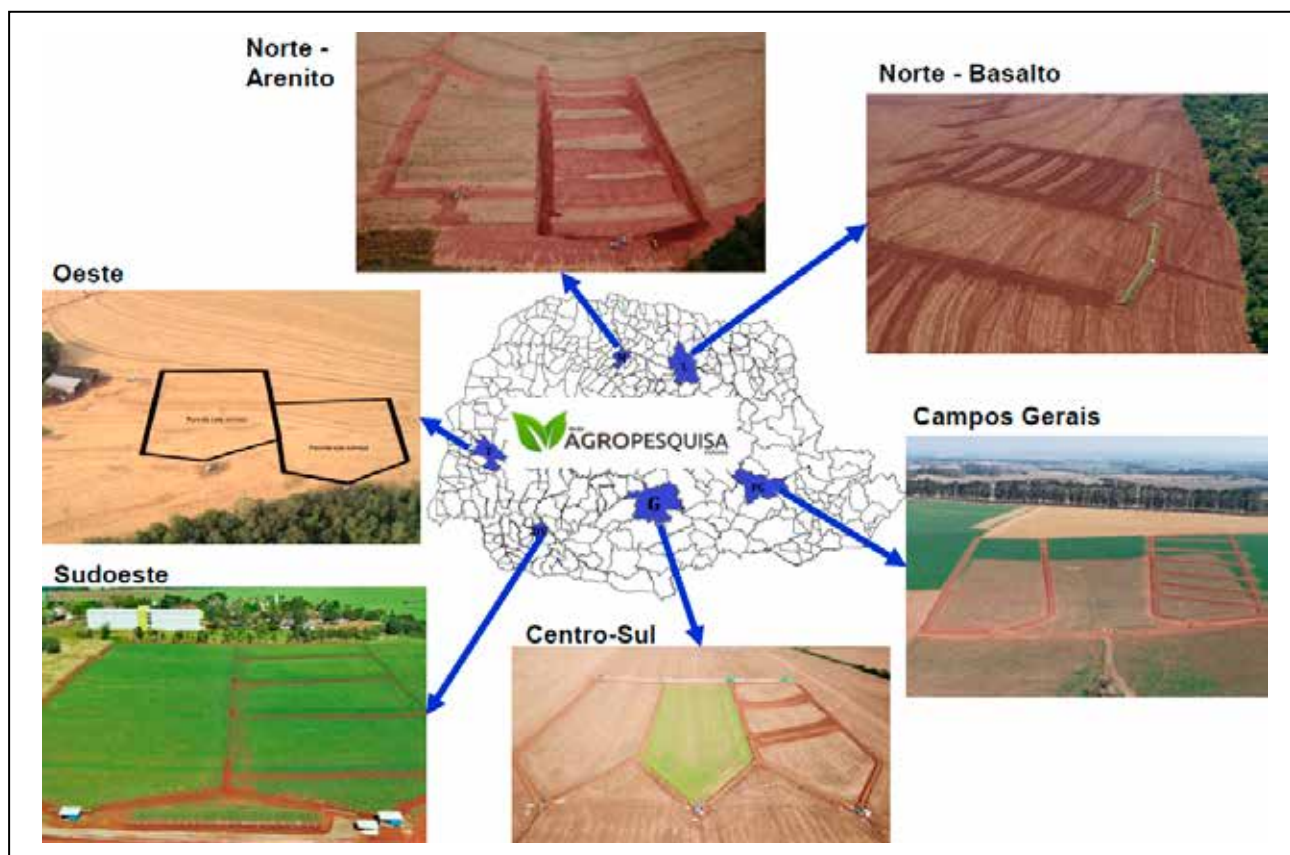


Figura 2 - Megaparcelas de monitoramento hidrossedimentológico e distribuição nas Mesorregiões do Paraná, Brasil.
(Autor: Pott, C. A., 2020)

Resultados preliminares

Os dados a seguir foram obtidos em um evento de 68 mm de precipitação ocorrido no dia 30/05/2019 na Mesorregião de Dois Vizinhos (Figura 3). Os resultados no pico de escoamento superficial na parcela sem terraço (ST) foi de 40 L/s e de um pouco mais de 6 L/s na área com terraço (CT). Ao integrar o volume escoado de cada parcela resultou em 45 m³ da ST e 11 m³ na CT, em termos relativos ao volume precipitado

chegou a 3,4% de escoamento superficial na ST e 0,8% na CT. Os pontos em vermelho são os resultados de amostras coletadas do escoamento superficial, que foi determinado no laboratório a Concentração de Sedimentos em Suspensão (CSS – g/L - Shreve & Downs, 2005). Através do produto da vazão pela CSS obteve-se a descarga sólida (g/s), que ao integrar no tempo de escoamento resultou na perda total de solo de 305 Kg na ST e 27 Kg na CT.

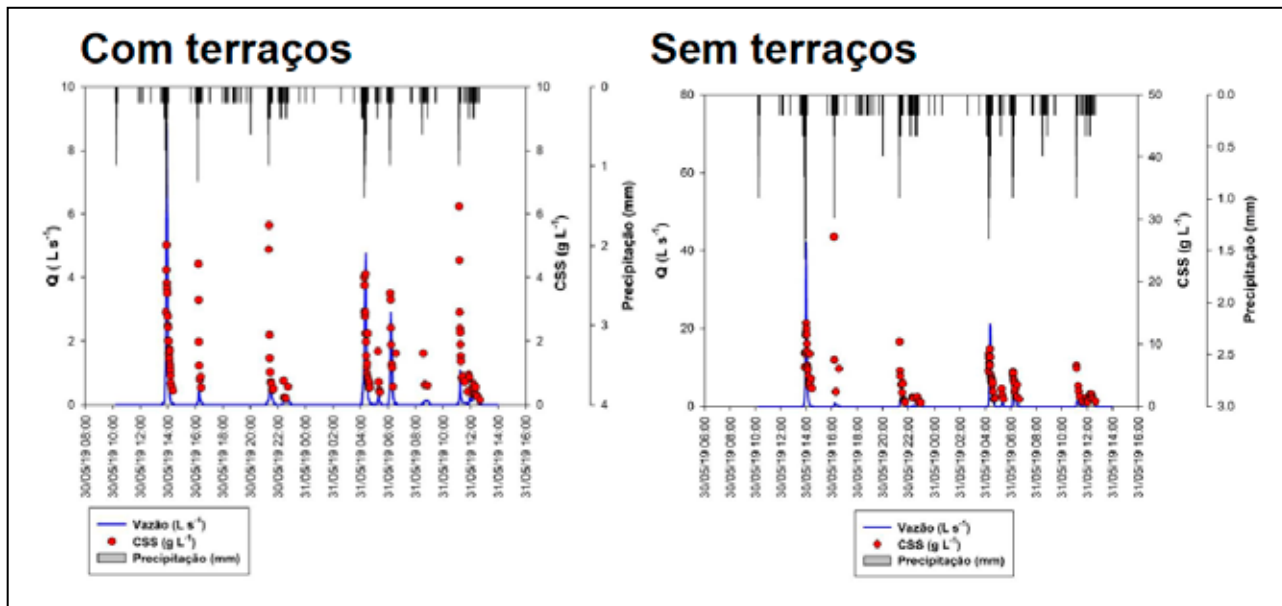


Figura 3 - Hidrossedimentograma das megaparcelas com e sem terraços, em um evento de 68 mm, na Região Sudoeste do Paraná no município de Dois Vizinhos.

Considerações finais

Com base nos dados hidrossedimentológicos obtidos nas Megaparcelas buscará definir critérios técnicos mais adequados para determinar o espaçamento e dimensionamento de terraços a partir das perdas de água para diferentes magnitudes de eventos climáticos. Além disso, outros estudos que caracterizam as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo permitirão adequar o manejo de solo das áreas agrícolas para atingir patamares melhores de sustentabilidade. Com redução da compactação, maior infiltração de água no solo, menor perda de nutrientes e maior atividade biológica além disso, busca-se maior produtividade aliado a sustentabilidade.

As informações obtidas na escala de Bacias Hidrográficas permitirão analisar os benefícios das práticas mecânicas de conservação do solo e também, aplicar a modelagem matemática para adequar os diferentes usos do solo na paisagem, visando

melhorar a qualidade e a quantidade da água disponível as culturas e a sociedade. Os resultados serão compilados e publicados em um manual de “Manejo e conservação do solo e água para o Estado do Paraná” acessível e interpretável por técnicos extensionistas, visando melhorar a conservação do solo e água no Paraná.

Referências bibliográficas

- Merten, G. H., Barbosa, G. M. C., Minella, J. P. G., Oliveira, J. F., Didoné, E. J., Londero A. L., & Oliverira, J. C. S. (2020). *Hydro-sedimentologic monitoring as a tool for natural resource management in Paraná, Brazil*. En XIV ENES – Encontro nacional de engenharia de sedimentos.
- Shreve, E. A., & Downs, A. C. (2005). *Quality-assurance plan for the analysis of fluvial sediment by the U.S. geological survey*. Kentucky, USA: Kentucky Water Science Center Sediment Laborator.

Manejo sostenible del nitrógeno en sistemas agropecuarios

Salazar, O.^{1,2*}

¹Departamento de Ingeniería y Suelos, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

²International Nitrogen Initiative Latin America Centre Director

*osalazar@uchile.cl

Introducción

El nitrógeno (N) es un elemento esencial para la vida, es parte de la molécula de clorofila en las plantas y de los aminoácidos, ácidos nucleicos y trifosfato de adenosina (ATP) en plantas, animales y seres humanos. Por lo tanto, desde el punto de vista de la vida en el planeta y de la seguridad alimentaria el N es un elemento clave para asegurar la disponibilidad de agroalimentos para una población mundial creciente. Aunque desde sus orígenes, la humanidad siempre ha dependido del N, el rápido crecimiento de la población mundial en el último siglo ha generado una demanda por formas de N en cantidades que simplemente no podían sostenerse con los suministros naturales bajos de N disponibles en los agroecosistemas. Así, la producción de N reactivo para fertilizantes y usos industriales se expandió con rapidez, especialmente desde el 1950 en adelante. Las estadísticas actuales indican que a nivel global un número importante de países desarrollados mostraron durante el siglo pasado un incremento en las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados en sistemas agropecuarios hasta fines del siglo, llegando en muchos casos a superar las aplicaciones promedio de 250 kg N ha⁻¹ año⁻¹. Sin embargo, en los últimos veinte años debido al aumento en las regulaciones ambientales en el uso de los fertilizantes en países del primer mundo, estas aplicaciones comenzaron a disminuir (Lassaletta et al. 2014). Por el contrario, en

muchos países en vías al desarrollo esta tendencia en el uso de fertilizantes nitrogenados se ha mantenido al alza, incluidos algunos países latinoamericanos.

Es importante destacar que ha sido ampliamente demostrado en investigaciones en las últimas décadas que las plantas tienen una capacidad limitada de absorber N relacionado a su rendimiento potencial, lo que además está directamente asociado a su potencial genético, condiciones edafoclimáticas y prácticas de manejo entre otras. Por el contrario, en muchas ocasiones los/as agricultores consideran válida como estrategia aplicar dosis de fertilizantes nitrogenados superiores a las recomendadas, con el supuesto de asegurar un rendimiento esperado. Lo anterior ha llevado que a nivel global la eficiencia del uso de fertilizantes nitrogenados se encuentra en un rango de no más de un 40 a 65%, e incluso algunos estudios reportan valores inferiores. Además, desde el punto de vista económico el uso excesivo de N tiene un impacto negativo en los/as agricultores/as, al aumentar de forma innecesaria sus costos de producción y en consecuencia reduciendo sus utilidades.

De esta forma, todas las aplicaciones de N en sistemas agropecuarios que superen la demanda de la(s) especies vegetales presentes, son susceptibles de contribuir a los procesos de contaminación del ambiente (Erisman et al., 2013). Dentro de estos pro-

cesos se distinguen aquellos que contribuyen al movimiento de formas reactivas del N hacia los cuerpos de agua, como aquellos que contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero desde el suelo entre otros. En particular, los procesos de transporte del N están directamente asociados al movimiento del agua en el suelo, donde el proceso de lixiviación de nitratos (NO_3^-) hacia las napas subterráneas, y la escorrentía superficial y el flujo lateral de agua genera el movimiento de formas nitrogenadas contaminando cuerpos de agua superficiales. Así el exceso de N que se pierde desde los sistemas agropecuarios ha contribuido significativamente a los procesos de contaminación difusa de aguas, lo que ha generado una degradación de la calidad de los cuerpos de agua y en consecuencia procesos avanzados de eutrofización de aguas en muchas regiones del planeta. De igual forma, el exceso de N ha llevado a la contaminación por NO_3^- de napas subterráneas (acuíferos), muchas de las cuales son utilizadas para el consumo humano principalmente en zonas rurales. Lo anterior, ha generado una alerta desde el punto de vista de la salud humana, cuando el consumo de esta agua contaminada con NO_3^- ha sido asociadas en algunos estudios a la mayor prevalencia de ciertas enfermedades, tanto en infantes como en adultos (Ward et al., 2018). Por otra parte, diversas investigaciones han demostrado que la presencia excesiva de formas reactivas de N en suelos con uso agropecuario ha sido relacionada también a una mayor emisión de gases de efecto invernadero como óxido nitroso (N_2O).

Por lo tanto, ante este nuevo paradigma donde la comunidad demanda una producción de agroalimentos de una forma más sostenible y menos contaminante con el ambiente, es que las nuevas estrategias del manejo del N en los sistemas agropecuarias deben integrar aspectos relaciona-

dos a la seguridad alimentaria, degradación ambiental y cambio climático (Zhang et al., 2015). Este resumen extendido tiene por objetivo discutir las distintas alternativas que existen para un manejo sostenible del N en distintos sistemas agropecuarios.

Manejo sostenible del nitrógeno en sistemas agropecuarios

Es importante señalar que cualquier estrategia que se proponga debe basarse en la dinámica del N en los suelos y en el conocimiento de los procesos que ahí ocurren. Lo anterior permitirá establecer con claridad el balance del N en cada sistema agropecuario, a una escala de trabajo sitio específico, identificando en cada predio/finca cuales son las principales entradas y salidas de N del sistema suelo-planta-atmósfera. Aunque el modelo racional de cálculo de dosis de N basado en los conceptos de demanda de la planta, suministro (o adiciones) y un factor de eficiencia se publicó hace más de 40 años siguen siendo válidos en la actualidad. La cuantificación de la demanda de N de la planta ha tenido mayor certidumbre en su estimación a partir de la aplicación de técnicas convencionales de determinación de masa y concentración de N del tejido, y en las últimas décadas a partir de la aplicación del uso de la teledetección y equipos portátiles basados en técnicas ópticas. Por otra parte, el suministro de N desde el suelo sigue teniendo un grado alto de incertidumbre dado, principalmente, por la variabilidad espacial de los niveles de N orgánico en los suelos y la complejidad asociadas a la dinámica de las variables ambientales (temperatura y contenido de agua) y otras propiedades de suelo que afectan la mineralización del N en los suelos (Salazar et al., 2020a). Sin embargo, la aplicación en las últimas dos décadas de la espectrometría está generando avances significativos en la estimación *in situ* de propiedades del suelo a través de equipos portátiles, inclui-

das las formas N disponibles para las plantas en el suelo (Vizcarra et al., 2006). Por último, la eficiencia de uso del N (EUN), entendida como el porcentaje del fertilizante aplicado que fue absorbido por el cultivo, es difícil de estimar en campo, dado que se requieren de mediciones complejas para poder cuantificar los procesos de absorción y de pérdidas por lixiviación, desnitrificación y volatilización de N, donde en muchos casos las estimaciones que se puedan hacer pueden llevar a una sub o sobreestimación de la EUN. Sin embargo, a partir de la aplicación de técnicas químicas (ejemplo: uso de isótopos estables como N15), sumada al uso de sensores y modelos computacionales están ayudando a tener estimaciones más precisas de este indicador.

Hoy en día hay una diversidad de sistemas agropecuarios que buscan un manejo sostenible del uso del N. Para los sistemas de agricultura convencional, que permiten el uso de fertilizante nitrogenados, una de las estrategias que se ha propuesto es el manejo responsable de nutrientes (4R). La estrategia 4R considera dimensiones económicas, sociales y ambientales del manejo de nutrientes y considera cuatro principios usar: la dosis correcta, con la fuente correcta, en el momento correcto y en el lugar correcto (IPNI, 2013). La aplicación de esta estrategia al manejo del N se podría expresar como la *dosis correcta* que busca estimar el suministro/adiciones de N de todas las fuentes y evaluar la demanda de N del cultivo; mientras que desde el punto de vista práctico se plantea analizar la disponibilidad del N en el suelo, realizar cálculos económicos y balancear la remoción de N. Definir una *fuentes correcta* tiene por objetivo asegurar una oferta balanceada de N y otros nutrientes para las plantas, la que debe adaptarse además a las propiedades del suelo; mientras que desde el punto de vista práctico se debe tomar la decisión si aplicar fertilizantes químicos, enmienda

de origen animal, compost y/o residuos de cultivos entre otras fuentes posibles de N. Establecer el *momento correcto* debe considerar la evaluación de la curva de demanda del N del cultivo, la disponibilidad de N en el suelo y la determinación de los momentos de mayor riesgo de pérdidas de N; para que del punto de vista práctico se le pueda informar al agricultor cuando es el momento más adecuado para aplicar el fertilizante nitrogenado, por ejemplo: previo a la siembra, a la siembra, en floración y/o en fructificación. Por último, definir el *lugar correcto* debe considerar el reconocimiento de los patrones de distribución de raíces y el manejo de la variabilidad espacial de las propiedades del suelo; para de esta forma desde el punto de vista práctico informar al agricultor donde aplicar el fertilizante N, por ejemplo: en superficie, en bandas superficiales o en bandas incorporadas. Otra alternativa de manejo de la fertilización N en sistemas de agricultura convencional es avanzar a una fertilización balanceada, que considere el aporte de fuentes minerales y orgánicas de N, donde las fuentes orgánicas permitirán aumentar los niveles de N orgánico y en consecuencia la mineralización de N en el suelo. También la aplicación de herramientas de la llamada agricultura digital puede ayudar en el proceso de toma de decisiones de prácticas de manejo que permitan mejorar la EUN, como por ejemplo la incorporación en los sistemas de manejo del N en los predios/fincas de sistemas de información geográfica (SIG), modelos computacionales, sensores suelo y planta, aplicaciones de Smartphone, Big data, Machine learning, automatización y robótica.

Por otra parte, los sistemas de producción orgánica son aquellos que buscan un sistema holístico de gestión de la producción en el ámbito agropecuario, que fomentan y mejoran la salud del agroecosistema y, en particular, la biodiversidad, los ciclos y la actividad biológicos del suelo. En éstos

se permite la incorporación de fertilizantes y/o acondicionadores de suelo, que deben estar presentes en un listado autorizado por una empresa certificadora o en la legislación local del país. Además, cuando una nutrición adecuada de N de los cultivos no es posible a través de la rotación de cultivos o el acondicionamiento del suelo, se permite por ejemplo el uso de algas marinas, minerales, compost, u otras enmiendas orgánicas lo que implica en cierta medida una dependencia alta de entradas externas de N orgánico al suelo para incrementar los procesos de mineralización de N. Sin embargo, en estos sistemas de producción orgánica es importante mantener los balances de N que consideren el potencial alto de mineralización de N que se genera al incorporar grandes cantidades de enmiendas orgánicas al suelo. En particular, se recomienda tener una cubierta vegetal continua, evitando los periodos de barbecho, ya que en muchos casos los procesos de mineralización de N continúan más allá del ciclo del cultivo bajo manejo orgánico comercial, lo que puede favorecer los procesos de pérdida de N hacia el ambiente.

Para los sistemas de producción que siguen los principios de la agroecología, se considera al suelo como el sustento principal de la producción de alimentos, donde su capacidad de suministrar elementos esenciales como el N para las plantas son fundamentales. El manejo de la fertilidad de suelos y en particular del N se basa en los principios de ecología (ciclos), el conocimiento local (social) y el desarrollo de sistemas agrícolas sostenibles (bajo impacto ambiental). Las prácticas agroecológicas favorecen los procesos biológicos que impulsan el reciclaje de los nutrientes, la biomasa y el agua de los sistemas de producción, con lo que se aumenta la eficiencia en el uso de los recursos y se reduce al mínimo el desperdicio y la contaminación ambiental. Aquí el

principal desafío es cumplir con la premisa que postula la agroecología, de forma de mantener una cierta economía circular del N en un predio/finca evitando las pérdidas al ambiente (Salazar et al., 2020b).

En cualquiera de los sistemas de producción antes mencionados hay estrategias para mejorar la sostenibilidad del N en los sistemas agropecuarios que son transversales, como el uso de especies leguminosas, y sus simbiontes asociados, que permiten la fijación biológica de N del nitrógeno atmosférico (N_2). En particular, el uso de leguminosas debe ser fundamental para reintroducir en algunas regiones como cultivos intercalados o en las rotaciones de cultivos, que han sido reemplazadas por los monocultivos, donde se ha demostrado que la incorporación de leguminosas mejora la EUN (Lithourgidis et al., 2022; Lassaletta et al. 2014). Otra estrategia apunta a la aplicación de enmiendas orgánicas sólidas o líquidas de origen vegetal, animal o mixto obtenidos de procesos de fermentación aeróbica o anaeróbica, las que permiten aumentar los niveles de N orgánico en los suelos y/o incrementar la biodiversidad de los microorganismos que participan de los procesos de la mineralización de N en el suelo.

Es importante destacar, como se mencionó en esta revisión, que los conocimientos de algunas de las estrategias de manejo sostenible del N son conocidas hace muchas décadas, entonces la pregunta es ¿Por qué los/as agricultores/as no las han incorporado en sus prácticas habituales? las respuestas pueden ser distintas dependiendo del país en que uno se encuentre, sin embargo, hay un factor común en la mayor parte de los casos y que se relaciona a la falta de capacitación o una falla en el proceso de transferencia tecnológica de distintos aspectos de prácticas de manejo sostenible del N hacia los/as agricultores,

cuando o no son capacitados de forma adecuada o no se logra alcanzar un grado alto de convencimiento (confianza) que aseguren una adopción permanente de la práctica propuesta. Aquí se abren diversas alternativas de colaboración para compartir experiencias locales que puedan tener alguna aplicación dentro de un contexto Latinoamericano.

Claramente el manejo sostenible del N en sistemas agropecuarios requiere de la colaboración internacional para poder cumplir con los desafíos antes mencionados, en particular para aumentar la EUN de los fertilizantes a una escala Global (Gu et al., 2019). En este sentido, una de las organizaciones más activas es la Iniciativa Internacional por el Nitrógeno (INI), que agrupa a la comunidad científica a escala global que estudia la dinámica del N en los ecosistemas, y tiene como objetivos principales optimizar el papel beneficioso del N en la producción sostenible de alimentos, y minimizar los efectos negativos del N en la salud humana y el medio ambiente como resultado de la producción de alimentos.

Agradecimientos

Algunos de los resultados presentados en este trabajo fueron financiados por el Proyecto Fondecyt Regular 2020 N° 1201497 de la ANID del Gobierno de Chile.

Referencias bibliográficas

- Erisman, J. W., Galloway, J. N., Seitzinger, S., Bleeker, A., Dise, N. B., Roxana Petrescu, A. M., Leach, A. M. & de Vries, W. (2013). Consequences of human modification of the global nitrogen cycle. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368 (1621).
- Gu, B., Lam, S. K., Reis, S., Van Grinsven, H., Ju, X., Yan, X. .. & Chen, D. (2019). Toward a generic analytical framework for sustainable nitrogen management: application for China. *Environmental Science and Technology*, 53 (3), 1109-1118.
- IPNI (2013). *Manual de nutrición de plantas 4R: un manual para mejorar el manejo de la nutrición de plantas*. GA, EEUU: International Plant Nutrition Institute (IPNI),.
- Lithourgidis, A. S., Dordas, C. A., Damalas, C. A., & Vlachostergios, D. N. (2011). Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agricultura. *Australian Journal of Crop Science*, 5(4), 396-410.
- Salazar, O., Casanova, M., Nájera, F., Contreras, A. & Tapia, Y. (2020a). Net nitrogen mineralisation in maize-cover crop rotations in mediterranean central Chile. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20(3), 1042–1050. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42729-020-00191-4>

- Salazar O., Rojas, C., Baginsky C., Boza, S., Lankin, G, Muñoz-Sáez, A... & Altieri, M. (2020b). Challenges for agroecology development for the building of sustainable agri-food systems. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 47(3), 152-158. Recuperado de <https://rcia.uc.cl/index.php/ijanr/article/view/2308>
- Viscarra Rossel, R. A., Walvoort, D. J. J., McBratney, A. B., Janik, L. J., & Skjemstad, J .O. (2006). Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. *Geoderma*, 131 (1-2), 59-75.
- Ward, M. H., Jones, R. R., Brender, J. D., de Kok, T. M., Weyer, P. J., Nolan, B. T., Villanueva, C. M. & van Breda, S. G. (2018). Drinking water nitrate and human health: An updated review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), N°1557.
- Zhang, X., Davidson, E. A., Mauzerall, D. L., Searchinger, T. D., Dumas, P., & Shen, Y. (2015). Managing nitrogen for sustainable development. *Nature*, 528 (7580), 51-59.

Las frutas y semillas de especies nativas para la restauración, producción y conservación en áreas del Bosque Atlántico en la Provincia de Misiones, Argentina

Eibl.B.I.^{1*}

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Nodo Mesopotamia Red Argentina de Jardines Botánicos RAJB. Nodo Misiones Red Argentina de Viveros de Nativas REVINA. Eldorado, Misiones, Argentina.

*eiblbeatriz@gmail.com

El Bosque Atlántico Interior, considerado un sitio de alta biodiversidad amenazada, se extiende en su extremo sur hasta el Noreste de Argentina en la Provincia de Misiones (Galindo & Cámara, 2003). La ley n° 26331, de presupuesto mínimos de los bosques, establece para la Argentina, áreas de conservación y uso sustentable en las que se deberá mantener la cobertura con árboles nativos a perpetuidad. Diversas leyes nacionales y provinciales promueven la restauración a nivel predial, de los bosques en las áreas que fueron degradadas. Este es un proceso crucial para el establecimiento de islas de biodiversidad que generan la conectividad necesaria para la mitigación ambiental regional. La declaración de la década de la restauración para el periodo 2021 -2030 (FAO, 2020), es una oportunidad que se presenta para generar recursos económicos y una mejor calidad de vida desde las áreas restauradas, como el aprovechamiento de recursos no maderables, o la implementación de sistemas agroforestales (SAF), entre otros. La disponibilidad del material de propagación, de las especies específicas requeridas, en la cantidad necesaria y de calidad certificada en todas sus etapas, fue identificado como uno de los aspectos de mayor preocupación para el logro de estos objetivos. El registro de

las áreas productoras de semillas de especies nativas (APSEN) que pueden ser con instituciones, organizaciones o empresas, públicas o privadas y el Operador de semillas (que es el técnico o profesional que entiende de las especies) se formaliza con la inscripción del área en el Registro Nacional de Comercio y Fiscalización de Semillas (RNCyFS) del Instituto Nacional de Semillas (INASE) por medio de la Resolución n°318/18 (INASE 2000, 2018), que fuera elaborado en colaboración científica / técnica con la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. El material de propagación (semillas, yemas, polen, estacas, otros, según se especifica en la ley de semillas) que proviene de estas áreas registradas, corresponde a material certificado de la categoría identificada. Se propicia el registro de la mayor cantidad de especies y en todos los sitios en las que las misma aparezcan, a los fines de contener la mayor variabilidad genética y específica, con un especial énfasis en especies raras, endémicas, amenazadas y/o vulnerables como el caso de *Araucaria angustifolia*, *Aspidosperma polyneuron*, *Myrocarpus frondosus*, *Maclura tinctoria*, *Aralia warminiana*, *Aspidosperma australe*, entre otras (Eibl et al, 2017; Eibl et al, 2019a, IUCN, 2020a). Aunque el registro contempla las

especies de porte arbóreo que ocupan el estrato medio y superior que para la región comprende 336 especies representados en 67 familias botánicas (Gartland & Bohren, 2008), la certificación del área incluye el listado de diversidad vegetal debidamente identificado según establecido en Flora del Conosur (2020), que toda el área registrada contiene (árboles, arbustos, lianas, epifitas, helechos, musgos). La certificación del material de propagación, establece un protocolo que permite que las especies nativas desde los fruto y semillas (indicadores de origen / procedencia, identidad, poder germinativo, pureza) hasta las plantas en vivero (indicadores de identidad, altura, índice de esbeltez, consistencia del cepellón), sean incluidas con la trazabilidad de cada una de las etapas, en proyectos de restauración con un fin productivo y/o de conservación y/o de uso múltiple sustentable. Actualmente con más de 54 has de APSEN, con casi 1000 ejemplares arbóreos registrados en diferentes áreas de la provincia, con los protocolos definidos para las cosechas en el momento óptimo, el acondicionamiento y los tratamientos requeridos en vivero para la producción de plantas para las especies de mayor demanda (Eibl et al. 2012).

Los arboles semilleros registrados facilitan la restauración de las mismas áreas APSEN, así como incrementan la diversidad de los sitios de la región, por regeneración natural desde el banco de semillas por el aporte por la dispersión por aves, viento y/o pequeños animales. Como fuera reportado en un estudio de caso, luego de una plantación inicial con especies maderables heliófilas provenientes de vivero,

en un área degradada que presentaba una sucesión natural estancada, pasados 19 años se relevaron 62 especies arbóreas diferentes, con 28 familias representadas, de las cuales 11 especies fueron plantadas inicialmente (Eibl et al, 2019b). El 60% del aporte al banco de semillas correspondió a la dispersión por aves, el 30 % al viento y 10% a pequeños animales, propiciando la restauración por la vía de las Soluciones Basadas en Naturaleza (SBN) como se plantea en IUCN (2020b) mientras se espera que esta diversidad continúe aumentando en el tiempo.

La disponibilidad de material de propagación para el uso masivo y productivo de especies nativas facilita la planificación de las actividades con la diversidad de plantas para fines múltiples, es una contribución a la producción y restauración, que permiten al propietario conservar, mientras genera recursos económicos, en los espacios destinados para la biodiversidad local.

Referencias bibliográficas

- Eibl, B. I., González, C., Otegui, M., & Dreyer, N. (2012) *Protocolos tentativos para la propagación de 20 especies nativas de interés productivo de la selva misionera*. En 15as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA . Eldorado, Misiones, Argentina: INTA. Recuperado de: <http://www.facfor.unam.edu.ar/la-facultad/secretarias/ciencia-tecnica-y-posgrado/jornadas-tecnicas-forestales-y-ambientales/>

- Eibl, B. I., González, C., Lecanda Prado, A., Ortega, M. N., Rodríguez, G.A., & Kiefl, J. M. (2019a) *Germinación de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., luego del secado y el almacenamiento de las semillas*. En Actas de las XVIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales (pp. 319-321). Eldorado, Misiones. Recuperado de <http://www.facfor.unam.edu.ar/la-facultad/secretarias/ciencia-tecnica-y-posgrado/jornadas-tecnicas-forestales-y-ambientales/>
- Eibl, B. I., López, M. A., Montagnini, F., Suárez, S., Dohman, R., Dummel, C.,J., & Robledo, L. (2019b). *Diversidad de especies arbóreas luego de 29 años de la plantación de especies nativas en un área de restauración en la Provincia de Misiones, Argentina*. En Actas de las XVIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales (pp 307-309). Eldorado, Misiones. Recuperado de <http://www.facfor.unam.edu.ar/la-facultad/secretarias/ciencia-tecnica-y-posgrado/jornadas-tecnicas-forestales-y-ambientales/>
- Eibl, B. I., López, M. A., Stadler, N., López, M., & González, C. (2017). *Plantaciones productivas de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze utilizando progénies de dos orígenes de la Provincia de Misiones*. En Actas del IV Congreso Nacional de Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Asunción (pp. 469-472) [CD]. San Lorenzo, Paraguay,
- FAO. (2020). *Integrating the SDGs: showing contributions by forests and trees to the 2030: Agenda. Sustainable Forest Management (SFM) Toolbox*. Recuperado de <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/sfm-home/detail-events/en/c/1145494/>
- Flora del Conosur. (2020). *Instituto de Botánica Darwinion*. Recuperado de <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/BuscarEspecies.asp>.
- Galindo-Leal, C., & Câmara, I.D.G. (2003). *Atlantic Forest hotspot status: an overview*. En Conservation International/Center for Applied Biodiversity Science, Galindo-Leal C, & I. D. G. Câmara (Eds) *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook* (pp. 3-11). Washington, D. C.: Island press
- Gartland, H.M.; Bohren, A.V. (2008). Consideraciones sobre la biodiversidad forestal a nivel de especies arbóreas, en la selva paranaense de Misiones, Argentina. *Revista Forestal Yvyrareta*, 15, 39-49
- INASE. (2000). *Resolución n°42/2000: Inscripción en el Registro Nacional de Comercio y Fiscalización de semillas y proceso de rotulación de semillas*. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resolucion42-2000>
- INASE. (2018). *Resolución n°318/18: Registro de Área Productora de Semillas de Especies Nativas (APSEN)*. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resolucion318-2018>
- IUCN. (2020a). *Red List of Threatened Species*. Recuperado de https://www.iucn.org/resources/conservation-tools/iucn-red-list-threatened-species#RL_categories. Acceso febrero 2020
- IUCN. (2020b). *Soluciones basada en naturaleza. UICN Sur*. Recuperado de <https://www.iucn.org/es/comisiones/commission-ecosystem-management/soluciones-basadas-en-la-naturaleza> Acceso enero 2020

Mecanização na silvicultura: Principais inovações tecnológicas

Krulikowski Rodrigues Pelissari, K.^{1*}

¹Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais, Curitiba, Paraná, Brasil.

*carlakr@gmail.com

Histórico do desenvolvimento dos tratores

Historicamente, os tratores tiveram início em 1776, quando James Watt patenteou o motor a vapor, seguido do registro da patente de um motor de combustão interna por Nikolaus Otto, em 1876. Logo, em 1950 comercializavam-se motores a vapor estacionários e portáteis e, em seguida passaram a configuração de veículos primeiramente dedicados à tração. Entretanto, em 1890, surgiram os primeiros concorrentes dos veículos a vapor de apenas um operador, tornando esses veículos concorrentes competitivos devido à redução de custos com mão de obra (GOERING e HANSEN, 2004).

Quanto a evolução do trator, em 1919 surgiu a incorporação de uma extensão da árvore manivelas do motor, seguida do desenvolvimento do sistema de levantamento hidráulico e o engate de três pontos, em 1935. Entre os anos 1940 e 1950 surgiram inovações e padronizações e apesar dos automóveis terem surgido no mesmo período, foi nessa evolução que o trator foi se diferenciando. Portanto, graças a essa evolução tornou-se possível

aproveitar a potência dos tratores por meio do sistema de levante hidráulico (A), barra de tração (B) e tomada de potência (C) (Figura 1).

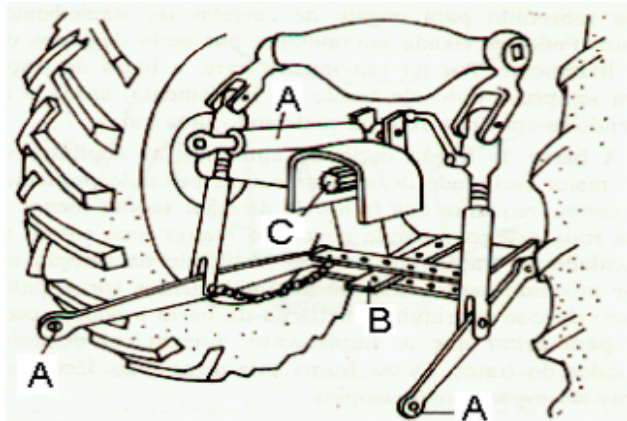


Figura 1. Meios de Aproveitamento de potência dos tratores.

Fonte: Silveira (2001).

Tipos de tratores

Segundo Silveira (2001), os tratores podem ser classificados da seguinte maneira: triciclo que atualmente não é mais fabricado, 4x2 que possui 4 pneus sendo os traseiros maiores e responsáveis pela tração, 4x4

com tração nos quatro pneus e 4x2 com TDA, ou seja, tração dianteira auxiliar. Os tratores podem possuir rodados de esteira de metal ou borracha e, também, podem empregar semiesteiras para recobrir os pneus, auxiliando na trafegabilidade da máquina, aumentando a área de contato entre rodados e solo e mitigando os efeitos negativos na física do solo. Além disso, pode-se mencionar os tratores especiais, como o pulverizador que apresenta o implemento na estrutura da máquina e, também, os tratores especiais florestais, como: harvesters, feller buncher, forwarder e skidder, podendo esses apresentar tração 6x6 ou 8x8.

Panorama dos tratores e implementos utilizados na silvicultura no Brasil

A mecanização na silvicultura apresenta baixo investimento em tecnologias e falta de empresas para o desenvolvimento de máquinas e implementos, sendo esses os fatores limitantes para a mecanização. Além

disso, historicamente são empregados tratores agrícolas adaptados no setor florestal, entretanto, o uso dessas máquinas eleva os custos das operações, pois elas não foram projetadas para situações usuais no setor florestal, como: presença de resíduos da colheita de madeira e alta declividade do terreno, sendo necessárias adaptações de chassi, vidros, iluminação, tipo de pneus e outras (Rodrigues, 2018).

Uma forma das empresas florestais brasileiras mitigarem essas adversidades da mecanização da silvicultura é o uso de máquinas da colheita de madeira ou da construção civil, sendo o uso da primeira justificada pela questão de projetos adaptados às adversidades do setor florestal e a segunda pela facilidade de revenda após o fim da vida útil. Nesse contexto, alguns autores, como Bortolas et al. (2013), Curti e Costa (2013) e Giunti Neto et al. (2013) apresentam alguns exemplos de uso de máquinas da colheita de madeira e construção civil em atividades de silvicultura (Figura 2).



Figura 2. Preparo de solo com trator de esteira equipada com subsolador Savannah Bio Force, Mounted Plow (Arado Eco till - Bio Force) e V-Shear (Lâmina em forma de V para rebaixamento de tocos) (A); Aplicação de herbicida de longo alcance com polywarder (B); e, preparo do solo em áreas declivosas com escavadeira hidráulica com coveador Rotree (C).

Fonte: Bortolas et al. (2012); Curti e Costa (2013) e Giunti Neto et al. (2013).

O futuro da mecanização na silvicultura

As máquinas e os implementos das operações silviculturais se encontram em desenvolvimento no Brasil. Embora, muito se fala sobre silvicultura de precisão, ainda são necessárias novas tecnologias para que se torne realidade no setor florestal. Nesse contexto, destaca-se a necessidade de investimentos em pesquisas e desenvolvimento de máquinas e demais tecnologias, embora existam equipamentos projetados para silvicultura, como subsoladoras, destocadores e pulverizadores, ainda existe uma lacuna tecnológica para ser superada.

Os tratores agrícolas adaptados para uso na silvicultura enfrentam desafios, como tráfego sobre tocos, características e dimensionamento da cabine e ergonomia inadequadas para o setor florestal. Dessa

forma, ainda são necessários estudos para desenvolvimento de máquinas para serem usadas no plantio e irrigação pós-plantio, que na grande maioria das empresas é realizada de forma manual ou semimecanizada, com grande quantidade de mão de obra e desperdício de recursos (Curti e Costa, 2013; Vieira et al., 2016).

O fato de ter muito o que fazer, não significa que não haja tecnologia disponível ou em fase de desenvolvimento. Um exemplo de máquina é a JAV (*Jacto Autonomous Vehicle*), ou seja, veículo não tripulado que realiza a aplicação de herbicida (Figura 3a) e a Bracke Planter que utiliza o conceito de preparo do solo por meio de inversão de camadas do solo e posterior plantio sobre o monte formado, sendo realizada a irrigação e adubação no momento do plantio (Figura 3b).



Figura 3. Trator autônomo na aplicação de herbicida (A) e Conjunto plantador adaptado para operação de plantio mecanizado (B).

Fonte: Fundação Shunji Hishimura de Tecnologia (2013) e Sohler (2016).

Referências bibliográficas

- Bortolas, E. P., StahL, J., & Minatel, R. (2013). Preparo de solo em áreas de reforma de *Pinus* e *Eucalyptus* com idade superior a 20 ano. *IPEF*, 17(38), 93-98.
- Curtl, L. S. P., & Costa, M. R. (2013). Desenvolvimento e desafios da mecanização e da automação na CENIBRA. *IPEF*, 17(38), 29-37.
- Fundação Shunji Hishimura de Tecnologia. (2018). *Jacto lança o JAV II. 2013*. Recuperado de <http://www.fsnt.com.br/eventos/jacto-lanca-o-jav-ii/>.
- Giunti Neto, C. J., Bizon, J. M. C., Zanardo, C. E., Patrocínio, D. D., Silva, C. R., Grassi, M. H. F., Mattos, E. M., & Gonçalves, J. L. M. (2013). Avaliação do preparo de solo realizado pelo cabeçote coveador sobre a produtividade e uniformidade do povoamento. *IPEF*, 17(38), 43-51.
- Goering, C. E., & Hansen, A. C. (2004). *Introduction*. En American Society of Agricultural and Biological Engineers [ASABE]. Engine and Tractor Power (4 ed.). St. Joseph, Michigan: ASAE.
- Rodrigues, C. (2018). *Introdução ao estudo da mecanização da silvicultura*. Curitiba: a autora.
- Silveira, G. M. (2001). *Os cuidados com o trator*. Viçosa: Aprenda Fácil.
- Soler, R. R. (2016). *Influência do relevo e da presença de resíduos da colheita florestal no rendimento e na qualidade silvicultural de um sistema de plantio mecanizado*. (Dissertação Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu.
- Vieira, C. G., Dornelas, G. V., Deus Junior, J., Silva, J. F., Borges, M. P., Brunheroto, V., & Silva, V. E. (2016). Mecanização e silvicultura de precisão na Eldorado. *IPEF*, 24(45), 51-58.

La ergonomía en el trabajo forestal

Martins de Oliveira, F.^{1*}

¹Universidad Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Recife, Brasil.

*felipe.moliveira@ufrpe.br

El desarrollo de la actividad forestal implicó la necesidad del perfeccionamiento de las técnicas y las operaciones para la mejoría de los procesos productivos, seguridad y salud de los trabajadores, así como la sustentabilidad de la producción forestal. La modernización de las operaciones forestales impactó tanto en los modelos de negocio como en la propia naturaleza del trabajo, pues los trabajadores forestales necesitaron aprender a trabajar en nuevos sistemas mecanizados.

La ergonomía puede ser entendida como la “adaptación del trabajo al trabajador”, con la finalidad de optimizar el bienestar humano y el desempeño global de los sistemas productivos. En el área forestal existen diversos estudios ergonómicos relacionados al exceso de esfuerzos físicos donde los trabajadores están sometidos durante la realización de las actividades, resaltando que muchas de ellas son realizadas en ambientes abiertos y por medio de métodos manuales y semi mecanizados. Como ejemplo de esto, son los estudios sobre carga de trabajo físico, postura y biomecánica y los factores ambientales como la luz, el calor y el ruido.

Con el aumento del grado de mecanización de las operaciones, puede citarse los estudios en la ergonomía de las máquinas, relacionados a las dimensiones de las

cabinas, posturas, repetitividad y los factores ambientales. De esta forma, se disminuyó el uso de la fuerza física, sin embargo, han surgido nuevas preocupaciones relacionadas a los puestos de trabajo de las máquinas forestales, tales como movimientos repetitivos, posturas inadecuadas, aumento en los niveles de ruido y la vibración, trastornos de sueño, problemas en la columna, entre otros.

El problema radica en que los métodos de evaluación ergonómica del trabajo generalmente son utilizados de forma puntual, abordando las variables ergonómicas de forma aislada, con una o pocas de ellas evaluadas, no existiendo una correlación entre sí. Otro aspecto importante es la necesidad de evaluación de más variables ergonómicas para un análisis conjunto, debiendo ser realizados en un mismo lenguaje (escala de resultados) para facilitar las interpretaciones; pues alguna variable puede estar en una disconformidad ergonómica, dificultando la toma de decisiones.

A pesar de su relevancia, diagnósticos realizados de forma aislada pueden dificultar la gestión sobre cuál de las áreas debe ser priorizadas en un determinado tratamiento ergonómico, siendo, por lo tanto, necesarios métodos alternativos que posibiliten correlacionar las diversas

variables ergonómicas de forma simultánea en una misma unidad de medida e interpretación de los resultados.

Una forma de realizar el análisis integrado de diversas variables ergonómicas es con el uso de indicadores (oriundo del *latín* *indicare* que significa descubrir, apuntar, anunciar, estimar), que son modelos simplificados de la realidad con la capacidad de facilitar la comprensión de los fenómenos, eventos o repercusiones, de modo a aumentar la capacidad de la comunicación de los datos brutos y de adaptar las informaciones a diferentes lenguajes e intereses. Así es posible tornar más perceptible una tendencia o fenómeno no inmediatamente detectable en los datos ergonómicos brutos aislados.

Al estudiar diversas herramientas y máquinas de cosecha de madera, desde diferentes tipos de motosierras hasta *feller buncher*, *skidder*, *harvesters* y *forwarders*; Gerasimov & Sokolov (2014) propusieron una forma de evaluación integrada por medio de un indicador denominado Tasa de Severidad del Trabajo. Otra propuesta de evaluación integrada fue la correspondiente a Marzano, Souza & Minette (2017) con el Índice de Conformidad Ergonómica (ICE). Tanto Gerasimov y Sokolov (2014) como Marzano et al. (2017) utilizaron inferencias cuantitativas y cualitativas en sus evaluaciones. Por un lado, Gerasimov y Sokolov (2014), además de las mediciones *in loco*, aplicaron cuestionarios a los operadores con temas relacionados a la interacción hombre-máquina, ingeniería de la máquina, intensidad del trabajo, confort, capacitación y *design*, utilizando tales resultados en los cálculos de la Tasa de Severidad. De otro modo, Marzano et

al. (2017) utilizaron parámetros cualitativos en forma de *check list* para las variables: ambiente térmico y calidad del aire.

Los otros dos modelos para análisis ergonómicos integrados son la Escala de Colores (Oliveira, Lopes, Fiedler & Koehler, 2020) y el Indicador Ergonómico Integrado (Oliveira, 2019). La aplicación de ambos, será demostrada a continuación.

Escala de Colores

Para la composición de la Escala de Colores, es necesario utilizar el grado de conformidad (V) (Frumkin, Zinchenko & Vinokurov, 1999) como el propio indicador ergonómico calculado, presentando un valor entre 0 y 1, donde cuanto mayor es el valor, mayor será la conformidad ergonómica de la actividad con las efectivas normas y directrices. En el caso de que el valor sea igual a 1, la variable ergonómica es considerada en conformidad, en cuanto los valores negativos deben ser igualados a cero.

Para clasificar la conformidad ergonómica en diferentes clases de urgencia en la intervención, es dividida la V, en más clases y para facilitar la identificación visual, se utiliza un color para representar cada necesidad de intervención ergonómica. Así el método posee la clasificación: 1,0 (verde) sin necesidad de intervención ergonómica correctiva; 0,9 (amarillo) poco urgente; 0,8 a 0,7 (naranja) urgente y abajo de 0,7 (rojo) emergencia. La escala de Colores es posible observar en el Cuadro 1, aplicada para la evaluación ergonómica en máquinas de cosecha forestal.

Cuadro 1. Aplicación del método de la Escala de Colores en la evaluación ergonómica de máquinas de cosecha de madera. Fuente: Oliveira et al. (2020).

Sistema	Máquina	Período	VM	DV	Ru	C	I	Re	P	VS	VL
Full tree	Feller buncher	Diurno	0,9	0,9	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0
		Nocturno	0,8	0,8	0,5	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0
	Skidder	Diurno	0,0	0,0	0,2	0,8	1,0	1,0	1,0	0,9	0,0
		Nocturno	0,0	0,1	0,2	0,9	0,6	1,0	1,0	1,0	0,0
	Procesador	Diurno	1,0	0,8	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		Nocturno	0,9	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
CTL	Harvester A (6x6)	Diurno	0,6	0,5	0,6	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0
		Nocturno	0,9	0,9	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0
	Harvester B (8x8)	Diurno	0,9	0,9	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
		Nocturno	1,0	0,9	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Forwarder	Diurno	0,7	0,5	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	0,9	0,2
		Nocturno	0,8	0,4	0,6	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,3

VM = vibración promedio; DV = dosis diaria de vibración; Ru = ruido; Re = repetitividad; P = postura; C = calor; I = iluminación; VS = ángulo de visibilidad en el plano sagital; VL = ángulo de visibilidad en el plano lateral; verde = sin necesidad; amarillo = poco urgente; naranja = urgente; y rojo = emergencia.

La clasificación de los resultados de las evaluaciones ergonómicas en la Escala de Colores posibilitó la interpretación de los indicadores ergonómicos, facilitando la comprensión e identificación de las variables prioritarias para una intervención ergonómica correctiva. Puede notarse que para las máquinas de cosecha evaluadas por Oliveira et al. (2020), las variables ruido fue la que más afectó el desempeño ergonómico, habiendo presentado emergencia o urgencia de la necesidad de intervención ergonómica. las variables postura y repetitividad fueron las únicas que no presentaron necesidad de intervención ergonómica, en ninguna de las máquinas evaluadas o períodos estudiados.

La Escala de Colores posibilitó rápidamente identificar al *skidder* como la máquina

de cosecha de madera con los mayores problemas ergonómicos en la ejecución de la operación, ocasionado por la ocurrencia de los elevados niveles observados de vibración, ruido y visibilidad en el plano lateral. Las máquinas de cosecha de madera con los mejores resultados ergonómicos en la ejecución de las operaciones fueron el *harvester* 8x8 y el procesador forestal, sin necesidad de emergencia en ambos turnos de trabajo.

Se resalta que la Escala de Colores ejemplificada en este texto fue aplicada para máquinas con características específicas, en condiciones de trabajo específicas y sus resultados no deben ser utilizados como líneas generales para la orientación de la selección de la mejor máquina para todas las situaciones.

Indicador Ergonómico Integrado (IEI)

El Indicador Ergonómico Integrado (IEI) es un método de evaluación ergonómica capaz de correlacionar las variables ergonómicas simultáneamente y utilizar la productividad en el análisis, además de identificar los principales problemas ergonómicos en las operaciones forestales, cuantificar los pesos de cada variable e integrar los resultados en un único indicador de fácil entendimiento y aplicación. Para los cálculos en este método se utiliza la estadística multivariada.

La integración de los indicadores de forma a obtener un único valor compuesto para la situación ergonómica de cada máquina es realizada con el uso de valores adimensionales normalizados para cada variable dentro de cada factor y de los pesos obtenidos en la matriz de componente rotada. Al ser realizado el análisis factorial con la determinación de los factores, cada valor promedio correspondiente a la variable dentro de cada factor es multiplicado por su respectivo peso y entonces sumando a las demás variables que componen el respectivo factor. El índice calculado como un indicador simple de ergonomía es un índice compuesto, que representa la combinación de los dos o más sub indicadores (factores).

Para la obtención del Indicador Ergonómico Integrado (IEI), se procede a multiplicar el índice por factor, por la variancia explicada para cada factor. Los indicadores de los factores son sumados y el resultado es dividido por la variancia total explicada.

Los valores que permanecen en torno a 0 (cero), pueden ser tanto positivos como negativos y su interpretación es que cuanto mayor es el indicador, peor es la condición ergonómica de la máquina.

Por tratarse de un análisis multivariado (con todas las variables al mismo tiempo) y como los datos medidos son analizados entre sí (y no con relación a los límites establecidos por alguna norma o legislación), los valores de IEI tienden a cambiar dependiendo del número de máquinas evaluadas o períodos de observación (tratamientos).

Para ejemplificar el método, el IEI fue aplicado en máquinas de cosecha forestal. Los indicadores ergonómicos determinados para todos los factores (sumatoria de los datos normalizados de cada variable ergonómica multiplicados por sus respectivos pesos) y respectivos IEIs para cada máquina están presentados en el Cuadro 2.

A partir del uso del IEI, se verificó que el *skidder* fue la máquina que presentó mayor cantidad de problemas ergonómicos en la ejecución de la extracción de madera, siendo, por lo tanto, aquella que requiere mayor atención de los fabricantes, ergonomistas, gestores y operadores forestales. El *skidder* y el *forwarder* fueron perjudiciales a los operadores en la extracción de madera, principalmente debido a los elevados niveles de vibración del cuerpo entero y las posturas inadecuadas causadas por las dificultades de visibilidad lateral durante el desplazamiento de la máquina y la carga de madera respectivamente.

El IEI demostró que las mejores máquinas desde el punto de vista ergonómico fueron el procesador forestal y el *harvester* de neumáticos 8x8, dadas las bajas incidencias de la vibración, ruido, postura inadecuada, con presencia de buena visibilidad.

La productividad fue satisfactoriamente utilizada como auxilio a la explicación de los datos de la evaluación ergonómica y en la determinación del IEI, para todos los grupos encontrados.

Cuadro 2. Indicador Ergonómico Integrado (IEI) de las máquinas de cosecha de madera. Los valores permanecen en torno a 0 (cero), pueden ser tanto positivos como negativos y cuanto mayor el indicador, peor es la condición ergonómica de la máquina. Fuente: Oliveira (2019).

Máquina	Período	Índice por Factor						IEI
		Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	
<i>Feller Buncher</i>	Diurno	-1,5562	0,2630	-0,2763	0,7046	1,9978	0,3364	-0,30
	Nocturno	-0,2037	-0,7341	-0,7138	-0,3938	1,8055	-0,3182	-0,20
<i>Skidder</i>	Diurno	5,4914	2,4056	1,0168	0,2421	0,4688	-0,5364	2,82
	Nocturno	4,5258	-1,3503	1,1869	-1,2465	0,5191	-0,4273	1,60
Procesador	Diurno	-1,7538	0,0918	-0,8596	-0,2782	-0,3836	0,9547	-0,80
	Nocturno	-1,9365	-0,7355	-0,4221	-0,2204	-0,3589	1,1001	-0,96
<i>Harvester A (6x6)</i>	Diurno	0,3784	0,3320	0,2487	0,6757	-0,9247	0,3364	0,25
	Nocturno	-1,7390	-1,1004	0,5793	0,8057	-0,9015	-0,1000	-0,83
<i>Harvester B (8x8)</i>	Diurno	-2,1524	0,5850	-0,3006	0,0108	-0,7280	-0,4273	-0,89
	Nocturno	-2,6659	-0,6523	-0,3443	-0,3505	-0,6348	-0,4273	-1,36
<i>Forwarder</i>	Diurno	0,8286	2,4480	-0,1304	0,1409	-0,4088	-0,6819	0,70
	Nocturno	0,7834	-1,5528	0,0154	-0,0903	-0,4508	0,1909	-0,02

IEI = Indicador Ergonómico Integrado.

Se resalta que el IEI ejemplificado en este texto fue aplicado a máquinas con características específicas, en condiciones de trabajo específicas y sus resultados no deben ser utilizados en líneas generales para la orientación de la selección de la mejor máquina para todas las situaciones.

Así se refuerza la necesidad de la evaluación conjunta de las diversas variables ergonómicas, más se orienta para que estas

sean correlacionadas y representadas por medio de indicadores ergonómicos. Con el aumento de las variables a ser estudiadas, es fundamental que la interpretación de los resultados alcance el trabajo forestal, pues es por él y para él que toda la concepción, análisis y corrección de problemas es realizado. Independientemente del grado de mecanización de las operaciones forestales, estos son los verdaderos actores de la ergonomía en el trabajo forestal.

Referencias bibliográficas

- Frumkin, A. A., Zinchenko, T. P. & Vinokurov, L. V. (1999). **Методы и Средства Эргономического Обеспечения Проектирования** (*Methods and means of ergonomics during design*). Saint-Petersburg: Transport University.
- Gerasimov, Y. & Sokolov, A. (2014). Ergonomic evaluation and comparison of wood harvesting systems in Northwest Russia. *Applied ergonomics*, 45 (2), 318-338.
- Marzano, F. L. C., Souza, A. P. & Minette, L. J. (2017) Proposal for an ergonomic conformity index for evaluation of harvesters and forwarders. *Revista Árvore*, 41 (4), e410401.
- Oliveira, F. M., Lopes, E. S., Fiedler, N. C. & Koehler, H. S. (2020) Indicator for urgency assessment in ergonomic intervention of wood harvesting machines. *Revista Árvore*, 44. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/1806-908820200000028>
- Oliveira, F. M. (2019) *Método integrado para avaliação ergonômica de máquinas na colheita de madeira*. (tese Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Estadual do Centro-Oeste - Unicentro, Irati.

Sistemas de colheita da madeira adequados no manejo de plantios florestais

da Silva Lopes, E.^{1*}; Bürguer Pagnussat, M.¹

¹Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Centro-Oeste. Irati, Paraná, Brasil.

*eslopes@unicentro.br

Introdução

As operações de colheita e logística possuem grande importância dentro do processo de formação dos plantios florestais, representando de 50 a 70% dos custos da madeira, sendo responsáveis pelo abastecimento das indústrias e afetadas por inúmeras variáveis técnicas, econômicas, ambientais e sociais, que influenciam na capacidade produtiva e nos custos de produção (Lopes, 2001; Machado, 2014).

Por isso, a mecanização das operações na colheita da madeira vem aumentando de forma significativa nas empresas florestais brasileiras, principalmente em função dos avanços tecnológicos apresentados pelas indústrias de máquinas, que tem disponibilizado ao mercado produtos cada vez mais modernos e de elevada capacidade produtiva. Tal fato tem possibilitado ainda uma maior ergonomia e segurança aos operadores, produção constante e com segurança de abastecimento da indústria, melhor remuneração salarial dos operadores, maiores ganhos de produtividade e redução dos custos de produção.

Entretanto, o uso de máquinas com elevada capacidade produtiva não garantem o

sucesso pleno das operações de colheita da madeira, pois as atividades são afetadas por inúmeras variáveis operacionais; executadas em povoamentos submetidos a diferentes regimes de manejo; em diferentes condições de declividade, espécie, volume e espaçamento; bem como os distintos produtos da madeira que exigem processos operacionais específicos para atender às aplicações do mercado. Neste contexto, diante das tecnologias disponíveis, modelos de manejo florestal e variáveis operacionais que afetam a capacidade produtiva das máquinas, nos deparamos constantemente com novos desafios a serem alcançados na colheita de madeira. E dentre estes desafios, destaca-se a busca por operadores capacitados com perfil adequado ao cargo, novos sistemas de controle e monitoramento das máquinas e novos modelos de gestão, garantindo assim, uma produção eficiente e sustentável.







Tecnologias Disponíveis na Colheita de Madeira

A colheita de madeira é composta pelas etapas de corte e extração, podendo as operações ser realizadas com diferentes combinações de máquinas e equipamentos,

que dependem, principalmente, do uso final da madeira (celulose, painéis, energia, etc.), do volume de produção mensal, das características do relevo e floresta e dos diferentes modelos de manejo florestal a serem aplicados pela empresa.

No Quadro 1 são apresentadas algumas das principais máquinas utilizadas na colheita de madeira, seus aspectos relevantes e restrições a serem considerados pelos gestores.

Quadro 1 – Principais máquinas de colheita da madeira com aspectos relevantes e restrições.

Máquina	Operação	Aspectos Relevantes	Restrições
 <i>Harvester</i>	Corte	<ul style="list-style-type: none"> - Máquina adaptada a floresta. - Velocidade de deslocamento. - Baixo consumo combustível. - Boa visibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valor de aquisição. - Especificidade operação. - Valor de revenda.
 <i>Feller Buncher</i>	Corte	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade de acúmulo. - Disco de corte. - Alcance da lança. - Capacidade de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valor de aquisição. - Elevado consumo.
 <i>Forwarder</i>	Extração (Baldeio)	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade de carga. - Alcance do braço. - Capacidade da grua. - Chassi articulado. - Capacidade de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valor de aquisição. - Especificidade operação. - Baixa velocidade. - Limitação em terrenos declivosos.
 <i>Skidder</i>	Extração (arraste)	<ul style="list-style-type: none"> - Área da garra. - Tipo de tração. - Chassi articulado. - Boa estabilidade. - Capacidade de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> - Especificidade operação. - Maior compactação. - Ergonomia.
 <i>Garra Traçadora</i>	Traçamento	<ul style="list-style-type: none"> - Alcance do braço. - Área da garra. - Corte de feixes de árvores. - Capacidade de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desgalhamento. - Perda de qualidade. - Não produz sortimentos.
 <i>Harvester Processador</i>	Processamento	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de sortimentos. - Baixo consumo combustível. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manuseio de árvores individuais. - Capacidade de produção.

Sistemas de Colheita da Madeira no Manejo de Florestas

No Brasil, o objetivo final da madeira é premissa essencial para a definição do modelo de manejo a ser aplicado nas florestas plantadas, podendo ser adotado o corte raso ou desbaste, e quando a colheita da madeira for mecanizada, poderá ser realizada basicamente por dois sistemas: toras curtas (*cut to length*) e árvores inteiras (*full tree*), conforme mostrado na Figura 1.

No sistema *cut to length*, as árvores são derrubadas e processadas no interior do talhão em toras, sendo posteriormente levadas às margens das estradas ou pátios intermediários para o posterior transporte até a indústria. Neste sistema o *harvester* e *forwarder* são as máquinas mais utilizadas nas operações de corte e extração, respectivamente. As principais vantagens do sistema é a facilidade no descascamento das toras no campo, principalmente quando há restrições de casca na indústria; menor exportação de nutrientes, pois a biomassa residual (galhos, folhas, acículas e cascas) permanece distribuída no talhão; maior eficiência no desbaste pela maior mobilidade das máquinas e facilidade na remoção da madeira da floresta; e maior eficiência operacional em pequenos blocos de colheita facilitado pelo uso de máquinas mais leves e versáteis. Todavia, existem algumas restrições deste sistema de colheita que são: maior dificuldade no aproveitamento da biomassa residual, pois os materiais permanecem distribuídos no talhão inviabilizando o aproveitamento; maiores dificuldades e elevados custos de preparo do solo

devido à presença da biomassa residual que permanecem no interior do talhão; e maior custo de produção pelo maior manuseio da madeira.



Figura 1. Sistema de colheita da madeira *cut to length* e *full tree*

No sistema *full tree*, as árvores são derrubadas e empilhadas em feixes que são posteriormente arrastadas para a margem do talhão, e em seguida, processadas em toras em sortimentos único ou múltiplo para o transporte até a indústria. Neste sistema de colheita, o *feller buncher*, *skidder* e *harvester processador* são as má-

quinas amplamente utilizados na execução da derrubada, extração e processamento, respectivamente. As principais vantagens deste sistema de colheita são: aproveitamento da biomassa residual da colheita de madeira para fins energéticos, viabilizado técnica e economicamente pelo fato das árvores estarem concentradas nas margens dos talhões; maior facilidade na produção de toras com diferentes sortimentos para atendimento ao mercado consumidor devido à concentração das árvores nas margens dos talhões; facilidade no preparo do solo com redução dos custos operacionais devido as áreas estarem sem a presença de biomassa residual; e menor custo de produção pela maior capacidade de produção das máquinas nas operações de corte, arraste e processamento. Todavia, existem algumas restrições deste sistema, que são: maior exportação de nutrientes originados da biomassa residual da colheita de madeira; maior compactação do solo pelo uso de máquinas de maior porte, principalmente próximo às margens dos talhões; e necessidade de maior planificação das operações quando há restrições de espaço nas margens das estradas para processamento da madeira em sortimentos.

Novos Desafios na Colheita de Madeira

A colheita de madeira evoluiu de forma significativa nos últimos anos com a disponibilidade de máquinas e equipamentos de elevada tecnologia, proporcionando expressivos ganhos de produtividade. Entretanto, ainda existem desafios a serem superados na colheita de madeira, com destaque para: “Pessoas”, “Máquinas e Sistemas” e “Gestão”.

Em relação às “Pessoas” é fundamental maiores investimentos na capacitação de operadores de máquinas com perfil adequado ao cargo, pois o fator humano poderá representar em até 80% da capacidade produtiva, além de afetar a qualidade das operações e a disponibilidade mecânica das máquinas (Purfurst and Erler, 2010; Pagnussat et al., 2021). Por isso, um grande desafio é a seleção de operadores com talentos individuais por meio de características cognitivas, memória, habilidade motora, atenção e comportamento.

Outro aspecto refere-se às “Máquinas e Sistemas”, necessitando do maior uso da telemetria e mobilidade dos dados; máquinas capazes de trazer a detecção da floresta para os computadores de bordo; informações de localização, horas, produção, consumo, deslocamento e alertas pelas máquinas de forma automática; sistemas de auxílio ao operador na autogestão; e maior conectividade das operações. Estes são os novos desafios para alcançar maiores índices de segurança, eficiência operacional, produtividade das operações (Figura 2).

Por fim, têm-se a “Gestão”, sendo um grande problema observado em muitas empresas, causados por falhas de relacionamento entre as pessoas envolvidas no processo ou por aplicação inadequada de aspectos que necessitam ser considerados nos diferentes níveis de planejamento. Com isso, a gestão integrada das informações, a tomada de decisões de forma rápida e assertiva, e principalmente as lideranças disruptivas com a participação integrada de todos os envolvidos no processo produtivo permitirá o sucesso das operações.

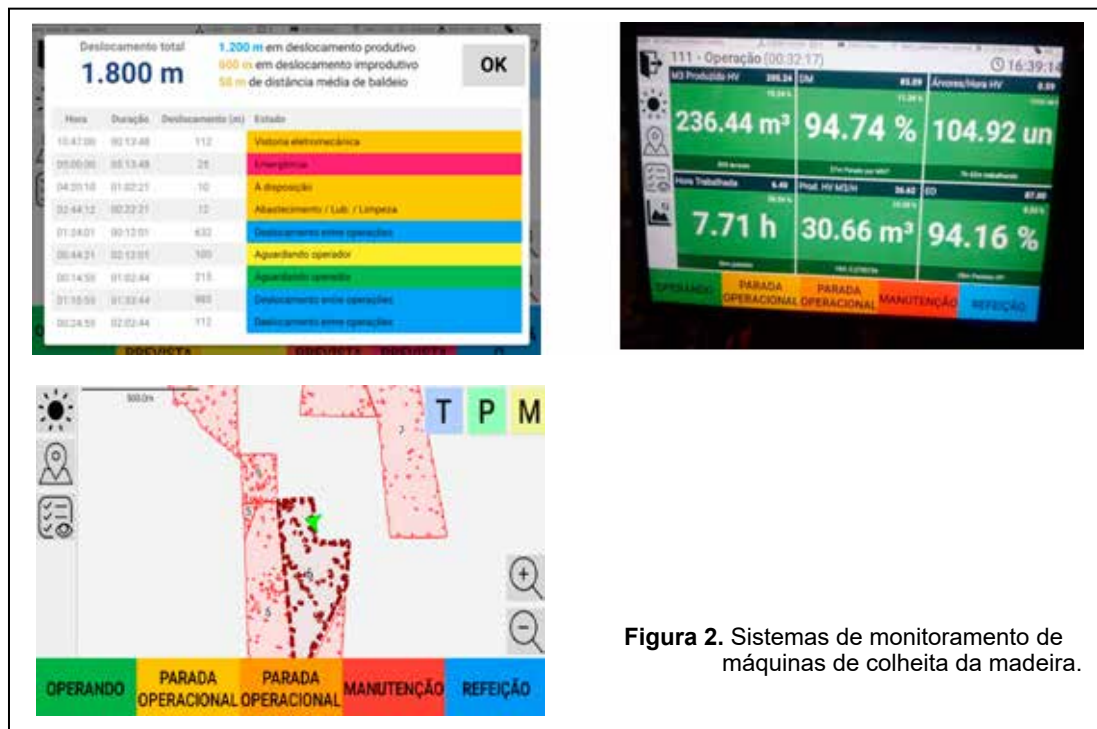


Figura 2. Sistemas de monitoramento de máquinas de colheita da madeira.

Considerações Finais

A colheita da madeira possui grande relevância dentro do empreendimento florestal, onde o uso de máquinas de elevada tecnologia tem garantido que as etapas sejam executadas com segurança, eficiência e produtividade. Entretanto, em função dos elevados custos e complexidade das operações executadas em situações diversas, existem novos desafios a serem enfrentados para alcançar o conceito de “Colheita 4.0”, como maiores investimentos e esforços nas “pessoas”, nas “máquinas/sistemas” e na “gestão”. Tais ações são importantes até que um dia tenhamos máquinas totalmente automatizadas com as operações sendo controladas remotamente a partir de um único local da floresta. Conseguir imaginar isso?

Referências Bibliográficas

- Lopes, E. S. (1991). *Aplicação do programa SNAP III (Scheduling and Network Analysis Program) no planejamento da colheita e do transporte florestal*. (tese Doutorado) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- Machado, C. C. (2014). *Colheita florestal* (3a ed.). Viçosa, MG: Ed. UFV.
- Pagnussat, M. P., Lopes, E. S., & Robert, R. C. G. (2021). Machine availability and productivity during timber harvester machine operator training. *Canadian Journal of Forest Research*, 51(3), 433-438.
- Purfürst, F.T. (2010). Learning curves of harvester operators. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 31(2), 89-97.

Uso de imágenes aéreas capturadas con un vant para determinar la superficie de suelo cubierto y descubierto en una parcela en reposo

Bonnin Acosta, J. J.¹, Chamorro Díaz, S. M.^{1*}, Franco Ibars, R.¹, Benitez Galeano, A.¹

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

*sergio.chamorro@agr.una.py

Introducción

La cobertura del suelo pasa a ser uno de los factores más eficientes en la minimización de los efectos indeseables, que se derivan de la exploración de los suelos agrícolas, debido, especialmente, a la acción protectora proporcionada por los residuos orgánicos dejados por los cultivos, los cuales, actúan interceptando las gotas de lluvia y disipando su energía cinética (Saturnino & Landers, 1997; Sánchez Sáenz, Menezes de Souza, Matsura & Salomão de Freitas, 2010). La cobertura es un factor para el éxito de la producción agrícola en la siembra directa, principalmente, en lo referente a la economía de agua. Dentro de las principales características buscadas, las plantas utilizadas deben proteger el suelo y mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas para el cultivo siguiente (Campos, Reinert, Nicolodi, Ruedell & Petre, 1995; Furlani, Gamero, Levien, Silva & Cortez, 2008; Sánchez Sáenz et. al., 2010).

La erosión comprende el desprendimiento, transporte y posterior depósito de materiales de suelo o roca por acción de la fuerza de un fluido en movimiento; puede ser generada tanto por el agua como por el viento (Suárez, 1998). La erosión del suelo es una forma severa de degradación física; se estima que cerca del 80% de la tierra agrícola en el mundo sufre erosión moderada a severa y el 10% erosión

ligera a moderada (Lal & Stewart, 1995; Díaz, 2011). El objetivo de este trabajo fue identificar y determinar la superficie de suelo cubierto y suelo descubierto con ayuda de las imágenes aéreas capturadas con un VANT (Vehículo Aéreo no Tripulado).

Metodología

Este trabajo se realizó en una parcela (área de estudio) en el distrito de Nueva Italia departamento Central ubicado con la proyección UTM (zona 21 J, x: 454993,38m; y: 7174068,19m), fue seleccionada una parcela en reposo con alrededor de 17 ha que normalmente se utilizaba para la producción de Soja en el verano y durante el invierno se deja reposar. El vuelo fue realizado el día 25 de Julio del 2020 con un VANT de la marca SenseFly modelo eBee Plus que posee una cámara RGB S.O.D.A. de 20 MP (megapíxeles) de resolución, para realizar la captura de las imágenes se procedió a planificar el plan de vuelo con el software eMotion, se planificó que el vuelo sea a una altura de 100 m y con sobreposición de las imágenes del 80%.

Una vez descargadas las imágenes capturadas por el VANT (imágenes que son georreferenciadas con el sistema de vuelo y receptor GNS incorporado en el VANT), se procedió a cargar las imágenes en el software Pix4D Mapper, con este

software se creó el mosaico RGB con color verdadero ya que la cámara solo captura imágenes en longitudes de ondas del espectro visible. Una vez con el mosaico, este se cargó en el software ENVI para realizar el recorte del mosaico, eliminando los bordes de la parcela que se utilizan para las maniobras de las máquinas como también una porción dentro de la parcela el que no se utiliza, y la clasificación automática (no supervisada) método K-Means con solo dos clases, que según MacQueen (1967) citado por Fernández Jiménez & Murillo Fernández (2009) es uno de los algoritmos de aprendizaje no supervisado más simples y conocidos para resolver el problema de la clasificación automática. Fernández Jiménez y Murillo

Fernández (2009) también mencionan que el procedimiento radica en clasificar un conjunto dado de datos en cierto número de grupos (clusters) fijados a priori (se asume k grupos). La idea principal es definir k centroides (núcleos), uno para cada grupo. Posteriormente se analiza cada individuo (punto en el conjunto de datos inicial) y se asocia con el núcleo más cercano.

Una vez terminado la clasificación se procedió a calcular la superficie de las dos clases, con ayuda de la herramienta de post clasificación "Estadística de clases", disponible en el mismo software utilizado para la clasificación. En la Figura 1 se puede entender mejor la secuencia de procedimientos realizados en este trabajo.

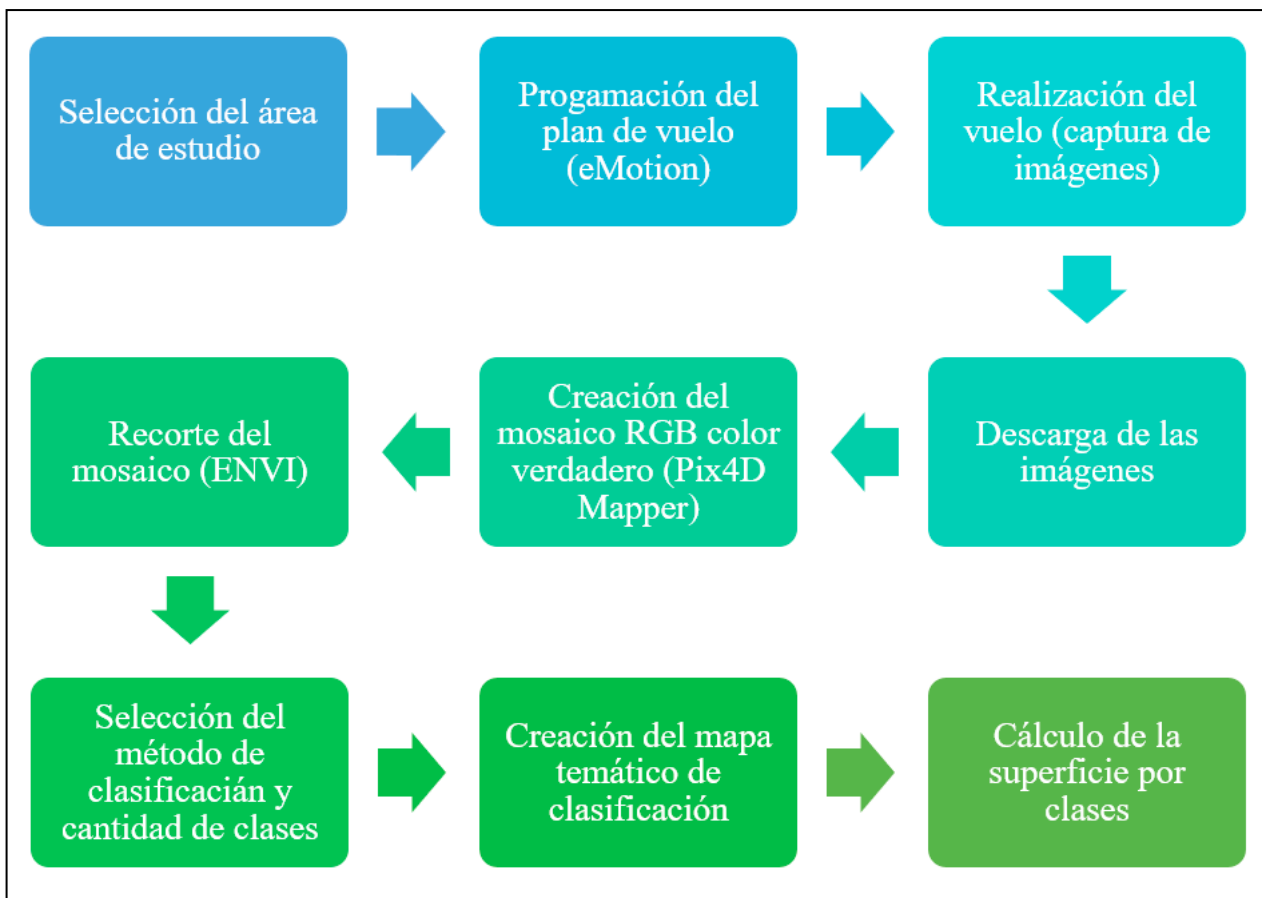


Figura 1: Esquema de procesos realizados en el estudio.

Resultados y discusión

La clasificación automática con dos clases obtenida es presentada en la Figura 2, siendo el color rojo suelo cubierto y el color verde suelo descubierto, se puede observar que gran parte del suelo descubierto se encuentra cerca del borde de la parcela donde siempre existe mayormente los errores. Posteriormente con el cálculo de la superficie de las clases, se pudo determinar que la clase de suelo cubierto equivale a 8,2133 ha que corresponde al 48,73% de la superficie total, y la clase de

suelo descubierto equivale a 8,6402 ha que corresponde a 51,27% de la superficie total. Un poco más del 48% de la superficie total está cubierta, que según Kohnke & Bertrand (1959) citado por FAO (2000) este porcentaje de superficie del suelo cubierto no es suficiente para proteger al suelo del impacto de las gotas de lluvias ya que para ellos una cobertura suficiente sería de 2/3 o 3/4 (66% o 75%), sin embargo, según FAO (2000) con el 40% de la superficie cubierta se puede reducir hasta un 88% la pérdida de suelo.

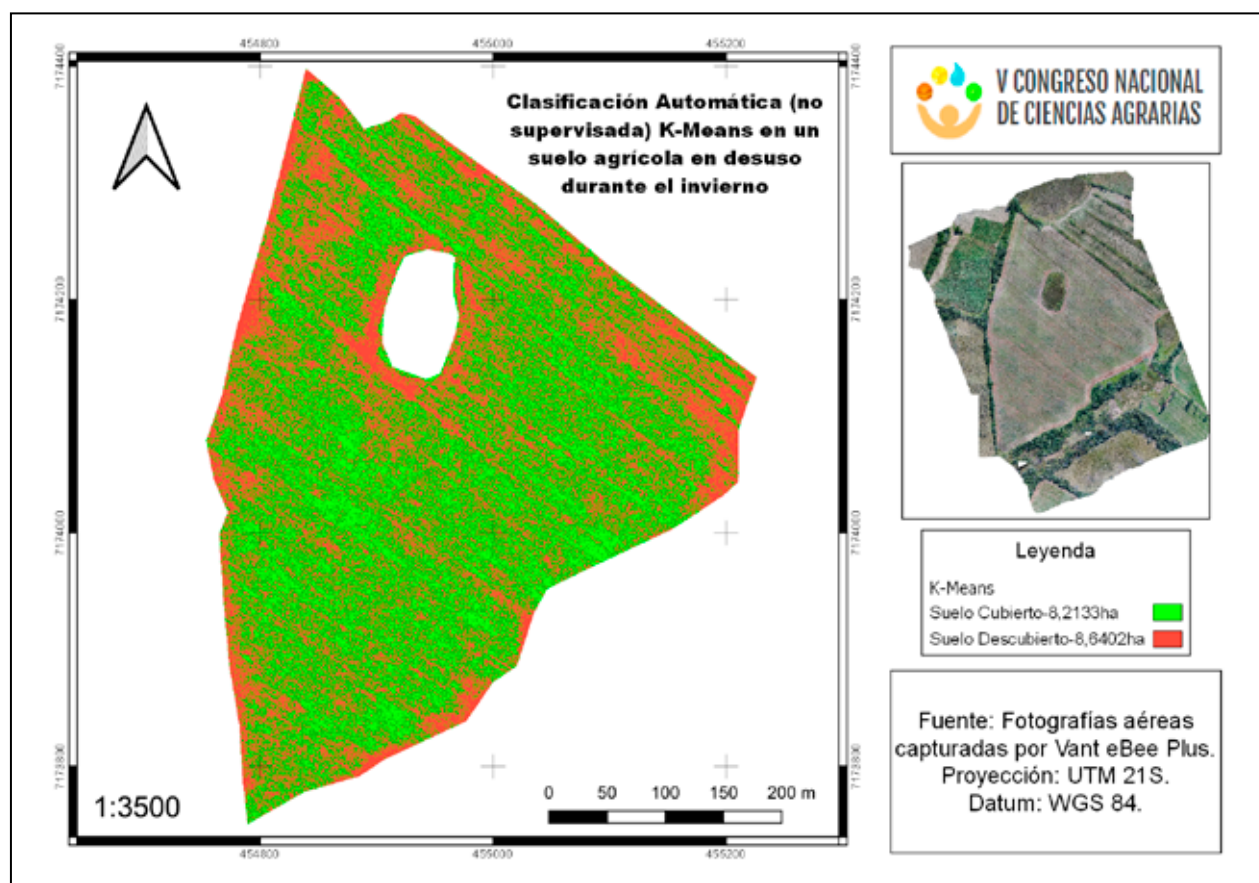


Figura 2: Mapa temático de la clasificación obtenida.

Conclusión

Con la clasificación realizada a las imágenes aéreas capturadas por el Vant eBee Plus fue posible identificar el suelo cubierto y descubierto de la parcela seleccionada y con el cálculo de las clases seleccionadas se pudo determinar que la superficie del suelo cubierto para esta parcela es insuficiente para reducir los problemas consecuentes del impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo, pero pudiendo llegar a reducir hasta un 88% la pérdida del suelo por otros factores como la escorrentía superficial. En síntesis, se puede identificar y calcular los suelos cubiertos como descubiertos con las imágenes aéreas, lo cual ayudará para un buen manejo y conservación de suelos agrícolas.

Referencias bibliográficas

- Campos, B. C., Reinert, D. J., Nicolodi, R., Ruedell, J., & Petreire, C. (1995). Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. *Rev Bras Ciência do Solo (Campinas)*, 19(1), 121-126.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación del suelo. *Boletín de Tierras y Aguas de la FAO*, (8), 220.
- Fernández Jiménez, F., Murillo Fernández, A. (2009). Clasificación automática simbólica por medio de algoritmos genéticos. *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 16(2), 283-292.
- Furlani, C. E. A., Gamero, C. A., Levien, R., Silva, R. P., & Cortez, J. W. (2008). Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. *Rev Bras Ciência do Solo (Viçosa)*, 32(1), 375-380.
- Kohnke, N., & Bertrand, A. R. (1959). *Soil Conservation*. New York: McGraw-Hill.
- MacQueen, J. (1967). *Some methods for classification and analysis of multivariate observations* (Proc. Fifth Berkeley Symp. on Math. Statist. and Prob.). Berkeley: University of California Press.
- Sánchez Sáenz, C. M., Menezes de Souza, Z., Matsura, E. E., & Salomão de Freitas, N. R. (2010). Efecto de la cobertura en las propiedades del suelo y en la producción de frijol irrigado. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 13(2), 41-50.
- Saturnino, H. M., & Landers, J. N. (1997). O meio ambiente e o plantio direto. Ed. APDC (Goiânia).

Métodos alternativos para determinar la disponibilidad de fósforo en suelos del Chaco Central

Candia Díaz, A. B.^{1*}, Rasche Álvarez, J. W.¹, Escobar Decoud, N. C.¹, Fatecha Fois, D. A.¹, Benítez Almeida, C. V.¹

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

*anacandia09@gmail.com

Introducción

El análisis de suelo que predice el nivel de disponibilidad de fósforo (P) es singular para cada cultivo y condición donde se desarrolla; por tanto, debe basarse en la relación entre el P extraído por la planta y el análisis de suelo realizado con una técnica apropiada (Borges, Soria, Casanova, Villanueva & Pereyda, 2008). Históricamente, han sido desarrollados diferentes métodos de análisis, con el objetivo de disponer de indicadores confiables de su disponibilidad en el suelo (Hernández, 2004). A pesar de ello, no hay un método universal para su estimación. (Carretero et al., 2015), ya que, aún, con los varios métodos de extracción de P, no siempre los resultados obtenidos en los análisis químicos se correlacionan con las cantidades de P absorbidas por las plantas (Arruda, Lana & Pereira, 2015).

Ningún método de análisis de P ha sido calibrado ni validado en los suelos de la Región Occidental. Es por ello, que el objetivo de este trabajo fue comparar cinco métodos de extracción de P en suelos del Chaco Central, de manera a distinguir si existen diferencias en la cuantificación de P entre cada método de análisis.

Metodología

El experimento se realizó en el Laboratorio del Área de Suelos y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Ciencias

Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), en la ciudad de San Lorenzo, Paraguay; durante los meses de agosto y septiembre de 2020.

Las muestras de suelo fueron colectadas del Chaco Central de la Región Occidental y extraídas de la camada 0 – 20 cm de profundidad. El diseño experimental utilizado fue bifactorial en bloques completos al azar, donde el factor A corresponde a los usos del suelo y el factor B corresponde a los métodos de análisis de P y 20 repeticiones.

Los tratamientos del factor A son los usos prístinos y antrópicos del suelo, y los tratamientos del factor B son los métodos Olsen, Mehlich 1, Mehlich 3, Bray y Kurtz N°1 y Resina de Intercambio Aniónico (RIA) empleados para el análisis de P.

En el laboratorio, las muestras se secaron al aire, tamizaron con malla de 2 mm y posteriormente se pesó y 1 g de suelo en tubos Falcon de 15 ml. Las extracciones de P disponible se realizaron de acuerdo con las siguientes metodologías:

- Olsen: extracción con NaHCO_3 0,5 M a pH 8,5, relación suelo-extractante (1:10), tiempo de agitación 1 h 30 minutos en agitador horizontal.
- Mehlich 1: extracción con 0,0125 M H_2SO_4 + 0,005 M HCl, relación suelo-extractante (1:10), tiempo de agitación 5 min en agitador horizontal.

- Mehlich 3: extracción con $0,2 \text{ mol L}^{-1} \text{CH}_3\text{COOH} + 0,25 \text{ mol L}^{-1} \text{NH}_4\text{NO}_3 + 0,015 \text{ mol L}^{-1} \text{NH}_4\text{F} + 0,013 \text{ mol L}^{-1} \text{HNO}_3 + 0,001 \text{ mol L}^{-1} \text{EDTA}$ (ácido etilendiaminotetraacético), relación suelo-extractante (1:10), tiempo de agitación 5 min en agitador horizontal.
- Bray y Kurtz N° 1: extracción con $0,025 \text{ M HCl} + 0,03 \text{ M NH}_4\text{F}$ ($\text{pH} < 2,9$), relación suelo-extractante (1:10), tiempo de agitación 1 min en agitador horizontal.
- Resina de intercambio aniónico (RIA): saturación de RIA con NaHCO_3 $0,5 \text{ M}$ a $\text{pH} 8,5$, posterior agitación de estas con 10 ml de agua destilada por 16 horas en agitador del tipo "end-over-end". Seguidamente, se extrajeron las resinas fueron colocadas en HCl $0,5 \text{ M}$, relación suelo-extractante (1:10), tiempo de reposo 1 h 30 min y agitación de 30 min en agitador horizontal.

El P extraído fue determinado con el espectrofotómetro colorímetro, mediante la lectura de la intensidad de color del complejo fosfomolibdato, producido por la reducción del molibdato por acción del ácido ascórbico.

Los resultados obtenidos fueron procesados y sometidos a análisis de varianza al 5% de probabilidad de error, con la utilización del programa estadístico Infostat, cuando se detectó diferencias estadísticas significativas se realizó la comparación de medias por el test de Tukey al 5%.

Resultados y discusión

No hubo interacción entre ambos factores. Entre los usos de suelo, no se presentó diferencias estadísticas significativas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Contenido de P (mg kg^{-1}) en diferentes usos de suelo. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, San Lorenzo, 2020.

Factor A: usos del suelo	
Usos	Contenido de P en mg kg^{-1}
Antrópicos	99,2 a
Prístinos	92,0 a

(a,b) Letras minúsculas diferentes en las columnas indican diferencias estadísticas entre sí ($p < 0,05$).

El contenido de P no varió con la intervención antrópica con relación a los suelos prístinos. Esto podría deberse a la adición de fertilizantes fosfatados que repongan lo exportado por los cultivos y a prácticas conservacionistas que eviten las pérdidas de este nutriente en el suelo. Resultados contrarios a este fueron encontrados por Henríquez (2015), en el que, el suelo con manejo agrícola presentaba mayores concentraciones de P, así como a los resultados obtenidos por Novello & Quintero

(2009), quienes mencionan que, en suelos con uso agrícola, es notoria la disminución de P en los horizontes superficiales.

Entre los diferentes métodos de extracción de P, se evidenció diferencias estadísticamente significativas entre algunos métodos, las mayores cantidades de P fueron extraídas por Bray y Kurtz N° 1 y Mehlich 1, seguido por el método Mehlich 3 y Olsen y por último por RIA (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cantidades de P (mg kg^{-1}) extraídas por los diferentes métodos empleados. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, San Lorenzo, 2020.

Factor B: métodos de análisis de P	
Métodos	Cantidad de P en mg kg^{-1}
Bray y Kurtz N° 1	183,1 a
Mehlich 1	155, 8 a
Mehlich 3	68, 1 b
Olsen	41, 5 bc
RIA	29, 4 c

(a,b,c) Letras minúsculas diferentes en las columnas indican diferencias estadísticas entre sí ($p < 0,05$).

Para Bray y Kurtz N°1 y Mehlich 1, no se observaron diferencias estadísticas significativas, siendo las extracciones por ambos métodos, superiores a las demás. Dichos métodos, en suelos neutros a alcalinos, como los del Chaco Central, tienden a sobre estimar las concentraciones de P, ya que los mismos solubilizan formas de P no disponibles para las plantas. Es así, que Bray & Kurtz (1945), mencionan que el método Bray solubiliza minerales apatíticos. A su vez, el método Mehlich 1, ha recibido críticas, debido a la excesiva extracción de P ligado al Ca (Kaminski & Peruzzo, 1997). Causando ambos métodos la sobre estimación de las concentraciones de P.

El método Mehlich 3, por su parte, presentó diferencias estadísticas significativas entre los métodos mencionados anteriormente, ya que extrajo menos P que los mismos y también con el método RIA, ya que este método extrajo más cantidad de P, en cambio, no presentó diferencias estadísticas con el método Olsen. Rodríguez, Lema, González & González Pimentel (2005), mencionan que este multiextractante puede ser empleado en un amplio rango de pH, desde suelos ácidos a suelos calcáreos y que se ha demostrado que las cantidades

extraídas con este método se correlaciona bien con la disponibilidad de este nutriente para las plantas.

La extracción con Olsen, presentó diferencias con Bray y Kurtz N°1 y Mehlich 1, pero no con los métodos Mehlich 3 y RIA, este método, tal vez sea uno de los más aptos para su uso en los suelos neutros o calcáreos, ya que, como mencionan Zalba, Bravo, Amiotti & Peinemann (2002), se basa en el control de la actividad de los iones calcio, durante la extracción de P en suelos calcáreos, y además, extrae algo de fosfato ligado al hierro y aluminio, siendo por ello, un buen extractante para un amplio rango de pH del suelo.

El método RIA, fue el que extrajo la menor cantidad de P, presentó diferencias estadísticas significativas con los métodos Bray y Kurtz N°1, Mehlich 1 y Mehlich 3, en cambio no presentó diferencias significativas con el método Olsen. Este método es considerado como el más apto para las determinaciones de P en los suelos, ya que, según van Raij, Cantarella, Quaggio & Prochnow (2010), el RIA es un indicador sensible de la disponibilidad de P en el suelo.

Todos los métodos empleados en el estudio extraen diferentes cantidades de P de los suelos, resultado similar fue encontrado por Moreno Resquín, Leguizamón Rojas, Zacarías Servín & Britos Benítez (2019), en el que, comparando diferentes métodos de extracción de P, no observaron buena correlación entre los mismos para los suelos de la Región Occidental.

Conclusión

Con estos resultados, se verifica, que los métodos extraen diferentes cantidades de P de los suelos, lo que evidencia la necesidad de estudios de correlación y calibración de los métodos de extracción de P para los suelos del Chaco.

Agradecimientos

Al PUBIABM (Programa Universitario de Becas para la Investigación “Andrés BorgognonMontero”) por el apoyo económico para el desarrollo de este experimento, y a la Cooperativa Colonizadora Multiactiva Fernheim Ltda. por la colecta y envío de las muestras de suelos.

Referencias bibliográficas

- Arruda, E., Lana, R., & Pereira, H. (2015). Fósforo extraído por Mehlich I e Resina de Troca Aniônica em solos submetidos à calagem. *Bioscience Journal*, 31 (4), 1107-1117.
- Borges, L., Soria, M., Casanova, V., Villanueva, E., & Pereyda, G. (2008). Calibración del análisis de fósforo en suelos de Yucatán, México, para el cultivo de Chile Habanero. *Agrociencia*, 42, 21-27.
- Bray, R., & Kurtz, L. (1945). Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, 59, 39-45.
- Carretero, A., Zambrano, A., Hernández, E., Contreras, F., Machado, D., Bianchi, G., ... Varela, R. (2015). Comparación de dos métodos de extracción de fósforo disponible en un suelo ácido. *Avances en Química*, 10, 29-33.
- Henríquez, C. (2015). Efecto del uso del suelo sobre las formas de fósforo de un Andisol. *Agronomía Costarricense*, 39 (3), 79-85.
- Hernández, J. (2004). Métodos para estimar la disponibilidad de fósforo en los suelos. En Raúl Bermúdez; Walter Ayala, Comunicación presentada en el *Seminario de actualización Técnica: Fertilización Fosfatada de Pasturas en la Región Este, 30 de abril*. Montevideo: Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA, pp. 11-19. Recuperado de <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429240309123740.pdf>
- Kaminsky, J., & Peruzzo, G. (1997). Eficacia de fosfatos naturales reativos em sistemas de cultivo. *Boletim Técnico Santa Maria*, 3, 1-10.
- Moreno Resquín, H., Leguizamón Rojas, C. A., Zacarías Servín, D., & Britos Benítez, C. (2019). Metodologías alternativas para la determinación de fósforo disponible en suelos de la Región Oriental y Occidental. En *III Congreso de Ciencias Agrarias y VI Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos, 3-5 de octubre*. Caaguazú: SOPACIS, pp. 432-434.

- Novello, O., & Quintero, E. (2009). Contenidos de fósforo total en suelos del distrito Villa Eloisa (Santa Fe). *Informaciones agronómicas*, 41, 11-15.
- Rodríguez, P., Lema, M., González, G., & González Pimentel, S. (2005). Evaluación del reactivo Mehlich 3 como extractante multielemental. En *V Congreso Ibérico de Ciências Hortícolas y IV Congreso Iberoamericano de Ciências Hortícolas, 22-27 de mayo*. Porto: Associação Portuguesa de Horticultura, pp. 449-455.
- van Raij, B., Cantarella, H., Quaggio, J., & Prochnow, L. (2010). Resina de intercambio iónico para determinar la disponibilidad de fósforo en el suelo. En *XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, 17-19 noviembre*. Santo Domingo: SecSuelo, pp.1-7.
- Zalba, P., Bravo, O., Amiotti, N., & Peinemann, N. (2002). Métodos alternativos para determinar las disponibilidades de fósforo en suelos agrícolas. *Ciencia del Suelo*, 20 (1), pp. 50-53.

Tiempo de propagación de ondas de impacto para la caracterización de árboles en pie de clones de *Eucalyptus*

Bulman Hartkopf, C. ^{1*}, Winck, R. A. ¹, Fassola, H. E. ¹, Aquino, D. R. ¹, Stefani, P. M. ¹

¹EEA. INTA. Montecarlo, Misiones, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET).

*bulman.christian@inta.gob.ar

Introducción

En un programa de mejoramiento los parámetros genotípicos son variables que no pueden ser observadas y por lo tanto deben ser medidas cuantitativa o cualitativamente por medio de ensayos a campo (López, 2016). Obtener estos parámetros genotípicos, implica un elevado costo que puede ser reducido utilizando instrumentos acústicos que permiten estimar la rigidez de los árboles en pie (Matheson, Gapare, Ilic & Wu, 2008; Farrell, Innes & Harwood, 2012). Estos son métodos no destructivos, rápidos y confiables que determinan las características de la madera sin modificarlas (Fathi, Nasir & Kazemirad, 2020). Estas técnicas de amplio desarrollo y difusión en el mundo, en Argentina se empezó a utilizar desde los últimos 12 años (Fassola et al., 2014). Se pueden establecer correlaciones entre la velocidad de la onda de impacto y las variables medidas sobre árboles en pie, en trozas y en madera aserrada (Dickson, Raymond, Joe & Wilkinson, 2003; Valencia, 2008). Existen antecedentes partir de diferentes métodos para evaluar la calidad estructural de la madera de *E. nitens* (Farrell, et al., 2012) y *E. grandis* sobre la correlación entre el módulo de elasticidad dinámico por vibraciones longitudinales y módulo estático por métodos destructivos (Mastrandrea, Dacoregio, Sbravati & Lovatell, 2016).

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar los árboles en pie de cinco clones de *Eucalyptus* por medio de sus propiedades físico mecánicas.

Metodología

El estudio fue realizado con 5 materiales genéticos (Tabla 1) obtenidos de un ensayo ubicado en Leandro Nicéforo Alem, Provincia de Misiones, Argentina. El área de la plantación se sitúa en una longitud de 55° 18' 4.27" O, latitud de 27° 37' 22.88" S y a una altitud de 335 m.s.n.m. De acuerdo a los datos de la estación meteorológica de la Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul cercana (14 km S), la precipitación media anual es de 1955 mm, la temperatura media anual de 20,9°C. El mes más cálido es enero y el más frío es julio, con una frecuencia media anual de 10 a 12 heladas meteorológicas.

El sitio posee un suelo rojo profundo, tipo Ultisol, en posición de media loma. La clasificación de Köppen-Geiger y el régimen termopluviométrico de Cerro Azul, se corresponde con el clima subtropical sin estación seca, designado como Cfa (Ramos, De Ruyver, Gattinoni, Garin & Garran, 2018).

Cuadro 1. Descripción de los materiales genéticos evaluados

Material Genético	Especie	n	DAP min.	DAP medio	DAP máx.	Desvío
EG INTA 157	Clon <i>E. grandis</i>	12	19,0	28,7	40,0	6,6
EG INTA 36	Clon <i>E. grandis</i>	12	23,4	33,7	41,9	5,8
GC INTA 24	Clon <i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	11	22,0	27,4	36,5	3,8
GC INTA 27	Clon <i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	11	22,6	32,0	40,1	5,6
GT INTA 31	Clon <i>E. grandis</i> x <i>E. tereticornis</i>	8	17,2	28,5	33,6	5,0

n: cantidad de árboles medidos. DAP: diámetro a la altura de pecho (cm)

El ensayo fue establecido en diciembre del año 2009 sobre un lote ex-yerbal, de suelo rojo profundo, con un espaciamiento de 4 x 2,5 m, resultando en una densidad de plantación de 1000 plantas/ha. El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar (BCA) con 5 repeticiones y parcelas de 4 plantas, con una bordura simple. La preparación del terreno consistió en un subsolado y rastra, el mantenimiento se realizó mediante carpida. No se observaron efectos de heladas ni problemas sanitarios durante su desarrollo. Anualmente se realizaron mediciones de diámetros a la altura de pecho (dap), altura total del árbol (h) y rectitud de fuste. Para evaluar la calidad estructural de la madera, a los 11 años de edad se eligieron 5 clones comerciales de potencial interés para la industria, 2

puros y 3 híbridos. Para ello se midieron los dap con forcípula, la h con Vertex y el tiempo de traslado de una onda de impacto de todos los árboles en pie mediante un dispositivo denominado *Tree Sonic (Fakopp®)*. Paralelamente se tomaron muestras de madera de 5 mm de diámetro y 70 mm de longitud con un barreno tipo "Presler". Los tarugos fueron identificados, envueltos en papel de aluminio y colocados en una conservadora para evitar pérdidas de humedad. Luego se procesaron en el laboratorio y se determinó: la densidad verde (DV), básica (DB), anhidra (DA), saturada (DS) y el contenido de humedad (CH) utilizando las ecuaciones (1), (2), (3), (4) y (5), respectivamente, según la norma americana ASTM D-2395-93 (ASTM International, 1997).

$$DV = P_v/V_v \quad (1)$$

$$DB = P_o/V_s \quad (2)$$

$$DA = P_o/V_o \quad (3)$$

$$DS = P_s/V_s \quad (4)$$

$$CH = ((P_v - P_o)/P_o) * 100 \quad (5)$$

Dónde: P_v : peso en verde, V_v : volumen en verde, P_o : peso anhidro, V_o : volumen anhidro, P_s : peso saturado, V_s : volumen saturado.

Para medir el tiempo de traslado de una onda de impacto se introdujeron los terminales del Tree Sonic aproximadamente a 50 mm dentro del tronco, separados una distancia de 1 metro sobre eje vertical, de esta manera fue posible calcular la velocidad

del sonido (VS) (ecuación 6) (Proto, Macri, Bernardini, Russo & Zimbalatti, 2017; Wang, 2013), aplicando 3 golpes de martillo que luego fueron promediados. El módulo de elasticidad dinámico (MOEd) de cada clon se obtuvo por medio de la ecuación (7).

$$VS \left(\frac{m}{s} \right) = \frac{(1000 * distancia conocida (mm))}{(tiempo Fakopp (\mu m) + 2,8)} \quad (6)$$

$$MOEd = DV \times VS^2 \quad (7)$$

Donde 2,8 es un factor de corrección estipulada por el fabricante del equipo.

Las variables fueron sometidas a un análisis de variancia, con un nivel de significancia $<0,05$ y comparado con un test de análisis de medias (Di Rienzo, Guzman & Casanoves, 2002) y un test de correlación de Pearson con el programa estadístico Infostat.

Resultados y discusión

El DAP medio fue de 30,4 cm y la HT media de 33,6 m para todo el ensayo. En cuanto a la altura total de los árboles se

observó una menor variación que en el diámetro. Entre los resultados obtenidos de las cuatro variables analizadas MOEd, VS, DB y DV para cada clon se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas (p -valor $<0,0001$) con un nivel de confianza del 95% (Figura 1). Donde el clon híbrido GC-INTA-27 presentó los mayores valores de MOEd, VS, DB y DV y el clon puro EG-INTA-157 los menores valores de las cuatro variables. Los otros clones EG-INTA-36, GC-INTA-24 y GT-INTA-31 exhibieron valores intermedios para todas las variables, aunque con diferentes agrupamientos.

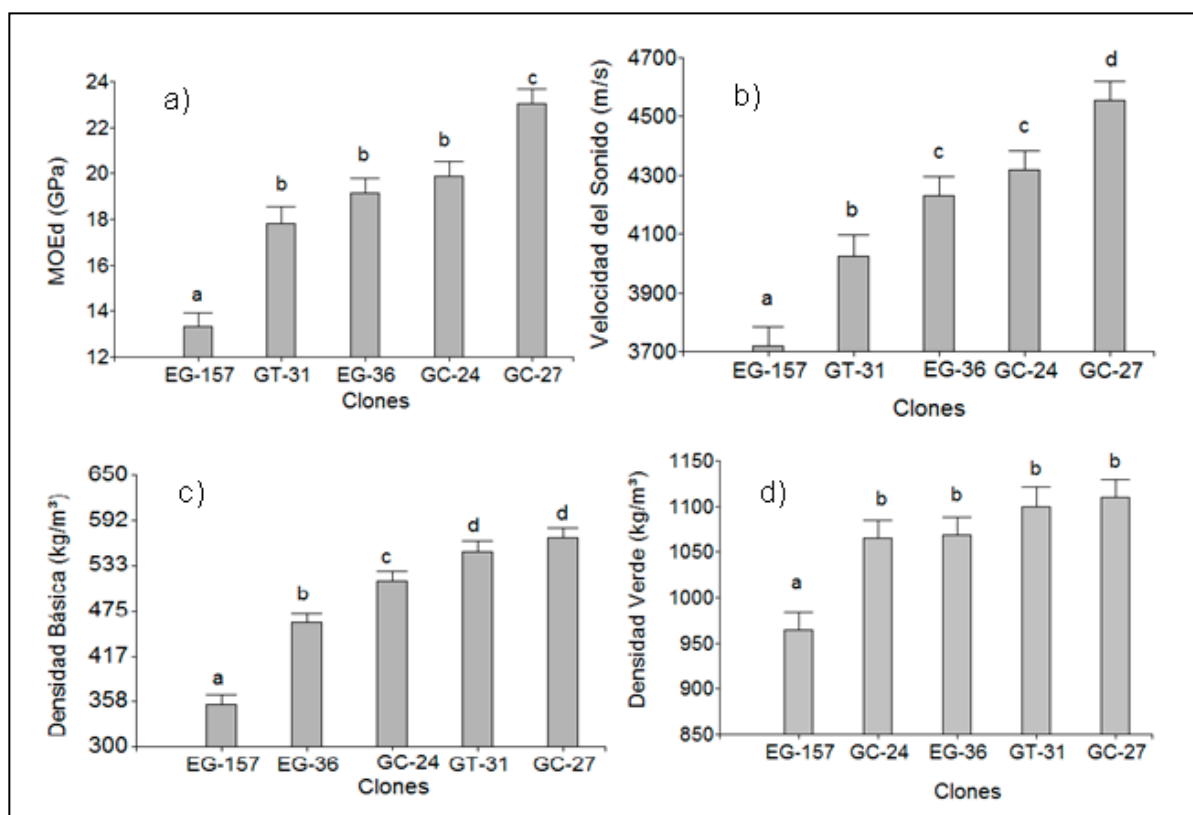


Figura 1. Variación entre clones para las variables a) MOEd, b) VS, c) DB y d) DV

Dickson et al., (2003) encontró para *E. dunnii* de 9 y 25 años, valores de MOE 14-15,5 GPa y VS de 1800-1600 m/s, respectivamente. Sin embargo, obtuvo valores de DV y DB superiores a las obtenidas en este estudio. Se observó una gran homogeneidad en los valores de la DV dentro del rodal e incluso

entre distintos materiales genéticos (Figura 1d). Con el test de correlación de Pearson se observó que la VS explica las variables de interés, MOEd, DB, DV, DA y DS (Tabla 2), los p-valores fueron altamente significativos (< 0,05).

Cuadro 2. Correlación entre las variables VS, MOEd, DB, DV, DA y DS.

	VS (m/s)	MOEd (GPa)	DB (kg/m³)	DV (kg/m³)	DA (kg/m³)	DS (kg/m³)
VS (m/s)	1	0,0000	0,0001	0,0039	0,0001	0,0006
MOEd (GPa)	0,97	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DB (kg/m³)	0,72	0,82	1	0,0000	0,0000	0,0000
DV (kg/m³)	0,57	0,74	0,84	1	0,0000	0,0000
DA (kg/m³)	0,72	0,82	0,99	0,82	1	0,0000
DS (kg/m³)	0,65	0,74	0,90	0,79	0,88	1

Omote & Valenzuela-Hurtado (2020) encontraron que la VS tiene correlación con la DB y no con la DV en ensayos de *E. nitens* de 18 años y 40 cm de DAP en Chile. Sin embargo, afirmaron que los resultados fueron no significativos. La VS tiene mayor variación dentro de un rodal y por eso resulta un mejor indicador del MOEd que la densidad (Chauhan & Walker, 2006). El conocimiento de estas propiedades permitirá a los productores forestales y foresto industriales, orientar de forma más adecuada el destino de sus bosques y los productos posibles a obtener de este material. Estos resultados aún deben ser contrastados con otros métodos acústicos y ensayos destructivos.

Para conocer las propiedades de la madera en reproducción se requiere un gran número de árboles en pie (clones) para ser evaluados de forma no destructiva, para que los individuos superiores puedan ser seleccionados como padres (Dungey, Matheson, Kain & Evans, 2006). Según nuestros resultados, recomendamos el uso del *Tree Sonic* como una herramienta acústica adecuada para determinar la velocidad del sonido y junto con la densidad poder predecir la rigidez de la madera en pie.

Conclusión

El clon híbrido de *Eucalyptus*, GC-INTA-27, presentó mayores valores de módulo de elasticidad dinámico, velocidad del sonido, densidad básica y densidad verde, esto podría indicar un mejor comportamiento físico-mecánico respecto a los clones puros, especialmente el EG-INTA-157. Este último, podría ser recomendado como madera para usos de “apariencia”.

La velocidad del sonido es un buen estimador de la rigidez de la madera lateral y puede ser utilizado de manera confiable para caracterizar la madera en pie.

Agradecimientos

Los autores agradecen a ANPCyT por el financiamiento (PICT 2016 0445), al propietario del terreno Sr. Ricardo Schesani, a los Ing. Javier Oberschelp y Leonel Harrand de EEA-INTA Concordia quienes instalaron el ensayo y a los técnicos de EEA-INTA Montecarlo, Diego Bogado y Tomás J. Haberle por el apoyo en las actividades de campo.

Referencias bibliográficas

- ASTM International. (1997). ASTM-D2395-93 1997 e1: Standard Test Methods for Specific Gravity of Wood-Based Materials. West Conshohocken, PA, USA: ASTM International.
- Chauhan, S. S., & Walker, J. C. F. (2006). Variations in acoustic velocity and density with age, and their interrelationships in radiata pine. *Forest Ecology and Management*, 229(1–3), 388–394. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.04.019>
- Dickson, R. L., Raymond, C. A., Joe, W., & Wilkinson, C. A. (2003). Segregation of *Eucalyptus dunnii* logs using acoustics. *Forest Ecol and Manag*, 179(1-3), 243-251.
- Di Rienzo, J. A., Guzman, A. W., & Casanoves, F. (2002). A multiple comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree obtained by average linkage of the matrix of euclidean distances between treatment means. *JABES*, 7(2), 129-142.

- Dungey, H. S., Matheson, A. C., Kain, D., & Evans, R. (2006). Genetics of wood stiffness and its component traits in *Pinus radiata*. *Can J For Res*, 36, 1165-1178.
- Farrell, R., Innes, T. C., Harwood, C. E. (2012). Sorting *Eucalyptus nitens* plantation logs using acoustic wave velocity. *Australian Forestry*, 75(1), 22-30. <https://doi.org/10.1080/00049158.2012.10676382>
- Fassola, H. E., Videla Galaret, D., Winck, R. A., Area, M. C., Crechi, E. H., Keller, A. E., Maestri, G., & Mastropaolo, J. (2014). Relación entre métodos acústicos con propiedades anatómicas y físico mecánicas de *Pinus taeda* L. sometido a raleos. En Actas XVI Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales de Eldorado Productos e Industrias Forestales (pp. 611- 618). Argentina.
- Fathi, H., Nasir, V., & Kazemirad, S. (2020). Prediction of the mechanical properties of wood using guided wave propagation and machine learning. *Construction and Building Materials* 262. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120848>
- López, J. A. (2016). Variación genética de propiedades físicas y organolépticas de importancia para usos sólidos de alto valor de clones híbridos de *Eucalyptus* en Entre Ríos. En XXX Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia.
- Mastrandrea, C. A., Dacoregio, H. M., Sbravati, M., & Lovatell, Q. C. (2016). Utilización de métodos no destructivos por vibración para evaluar el módulo de elasticidad en tablas aserradas de *Eucalyptus grandis*. En XXX Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia.
- Matheson, A. C., Gapare, W. J., Ilic, J., Wu, H. X. (2008). Inheritance and genetic gain in wood stiffness in radiata pine assessed acoustically in young standing trees. *Silvae Genet*, 57, 56-64.
- Proto, A. R, Macri, G., Bernardini, V., Russo, D., & Zimbalatti, G. (2017). Acoustic evaluation of wood quality with a non-destructive method in standing trees: A first survey in Italy. *iForest*, 10, 700-706. doi: 10.3832/ifor2065-010
- Omonte, M., & Valenzuela Hurtado, L. (2020). Relación entre la velocidad de la onda acústica y distintas características de la madera, en arboles de *Eucalyptus nitens* con dimensiones aserrables. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 22(4), 559-568. doi: 10.4067/S0718221X2020005000414
- Ramos, S., De Ruyver, R., Gattinoni, N., Garin, R., & Garran, S. (2018). Estación agrometeorológica del INTA Concordia. 50 años de servicio a la comunidad. INTA Ediciones. Recuperado de https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_concordia_50_anos_estacion_agrometeorologica_eea_concordia_inta.pdf
- Valencia, J. (2008). Application of non-destructive evaluation techniques to the prediction of solid-wood suitability of plantation grown *Eucalyptus nitens* logs. MSc Thesis, University of Tasmania, Australia. <https://eprints.utas.edu.au/22211/>.
- Wang, X. (2013). Acoustic measurements on trees and logs: A review and analysis. *Wood Science and Technology*, 47(5), 965-975. <https://doi.org/10.1007/s00226-013-0552-9>.



**Trabajos Presentados
en la Sesión de Póster**



Escenarios de valoración económica de bienes de uso directo del Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay

Peralta Kulik, N.C.^{1*}; Amarilla, S.¹, Pérez de Molas¹, L., González, J. D.¹

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

*natalia.peralta@agr.una.py

Introducción

En el Paraguay aún son necesarios esfuerzos adicionales de valoración económica de los servicios ecosistémicos que brindan los bosques con el fin de contar con aproximaciones útiles para justificar económicamente el manejo sostenible de los ecosistemas forestales y esquemas de conservación eficiente. En economía ambiental se utiliza el concepto de Valor Económico Total (VET) de ecosistemas forestales, el cual se refiere a la suma de los diversos tipos de valores del bosque. En el VET se distinguen los valores de uso y de no uso, mientras que entre los valores de uso se diferencian los de uso directo y de uso indirecto. Cada vez que se hable del valor económico de la biodiversidad o de los bosques, se estará hablando de alguno de los valores mencionados o de la suma de algunos de ellos (Amarilla, 2009). El objetivo de la investigación fue estimar valores económicos de bienes de uso directo (madera en pie y productos no maderables) del Bosque Atlántico del Alto Paraná del Paraguay, en distintos escenarios. Se debe resaltar que el valor total del bosque será siempre mayor que el valor económico obtenido en los estudios, sin embargo, incluso una valoración que no abarque la totalidad de los servicios ecosistémicos puede ofrecer información útil a los tomadores de decisiones.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en el año 2017 en una Parcela Permanente de Monitoreo de la Biodiversidad (PPMB) ubicada en el Departamento Alto Paraná, Paraguay con coordenadas 25°30'35,41" S y 54°43'15,33" W (Figura 1). De acuerdo con Dinerstein, Olson, Graham, Webster & Primm (1995), el sitio corresponde a la ecorregión Bosque Atlántico del Alto Paraná. La parcela bajo estudio mide 100 m x 100 m totalizando 1 ha, siguiendo el diseño descrito por Contreras et al. (1999), donde se registraron 470 individuos con DAP \geq 10 cm, pertenecientes a 24 familias botánicas, 53 géneros y 72 especies (Peralta-Kulik, Pérez de Molas & Amarilla Rodríguez, 2018).

En la PPMB bajo estudio, el valor de uso directo (VUD) expresado a través de la madera en pie fue estimado por Peralta-Kulik, Ayala, Amarilla, Pérez de Molas y González (2018), a través de la técnica indirecta de precio de mercado, específicamente el método de valor residual propuesto por Rideout & Hesseln (1997). El valor de uso directo expresado a través de los Productos Forestales No Maderables (PFNM) se estimó utilizando el método directo de precios de mercado (Peralta-Kulik, Amarilla, Pérez de Molas & González, 2020).

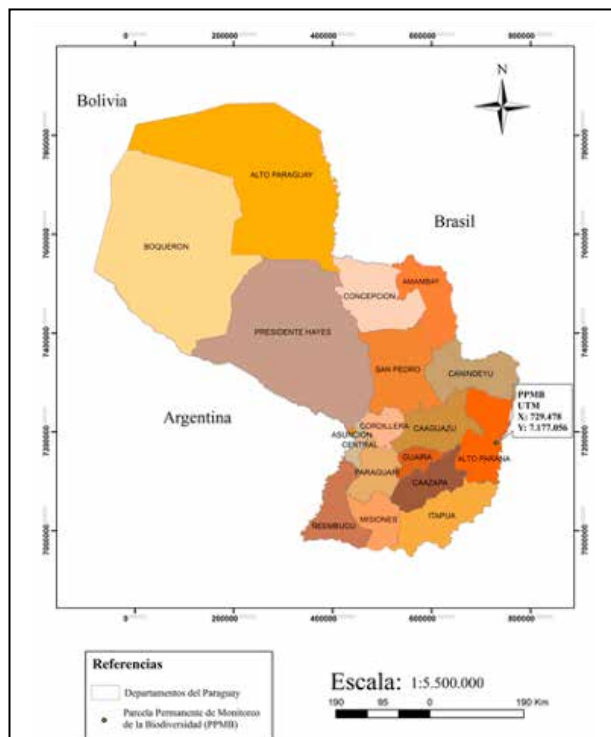


Figura 1. Mapa de localización de la investigación.

El valor de uso directo del bosque bajo estudio fue presentado en distintos escenarios, obtenidos a partir de la

sumatoria de los valores de uso directo estimados y disponibles en la literatura (Figura 2).

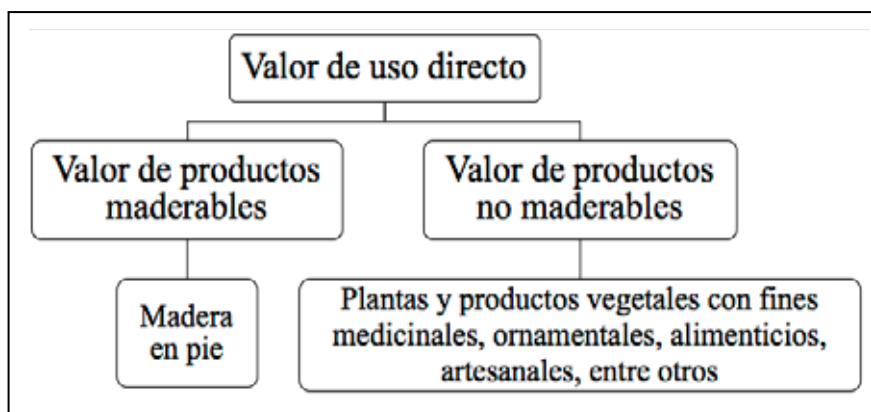


Figura 2. Esquema de aproximación a los valores económicos de bienes de uso directo.



Resultados y discusión

Los valores económicos de bienes de uso directo del Bosque Atlántico del Alto Paraná del Paraguay se presentan en la Figura 3 considerando distintos escenarios, donde se incluyen diferentes valores aproximados por Peralta-Kulik et al. (2018) y Peralta-

Kulik et al. (2020); así como el valor de productos maderables que no cuentan con un precio de mercado nacional pero que tienen potencial para comercialización (utilizando costos y precios sustitutos), y el valor de PFNM de usos medicinales según el estudio realizado por Zambrini (2016).

VALOR ECONÓMICO DE BIENES DE USO DIRECTO			
	VEm (Gs/ha)	VEpfnm (Gs/ha)	VET de bienes de uso directo VEm+VEpfnm (Gs/ha)
<p>A Escenario A</p> <p>Considerando, por un lado, las especies maderables con precios de mercado, y por otro lado, las especies priorizadas con características de PFNM.</p>	4.269.622	12.350.000	16.619.622 (3.056 USD ha ⁻¹)
<p>B Escenario B</p> <p>Considerando, por un lado, las especies maderables con precios de mercado e incluyendo las que no cuentan con un precio específico pero que tienen potencial para comercialización (utilizando costos y precios sustitutos), y por otro lado, las especies priorizadas con características de PFNM.</p>	5.308.492	12.350.000	17.658.492 (3.247 USD ha ⁻¹)
<p>C Escenario C</p> <p>Considerando, por un lado, las especies maderables con precios de mercado incluyendo las que no cuentan con un precio específico pero que tienen potencial para comercialización (utilizando precios sustitutos), y por otro lado, las especies priorizadas con características de PFNM e incluyendo el valor de PFNM de usos medicinales según referencia bibliográfica.</p>	5.308.492	18.490.260	23.798.752 (4.375 USD ha ⁻¹)

Figura 3. Escenarios de valoración económica de bienes de uso directo del Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay. Facultad de Ciencias Agrarias - UNA, San Lorenzo, 2020. VEm: valor económico total de madera en pie; VEpfnm: valor económico total de PFNM; VET: valor económico total. Tasa de cambio del año 2017.

De acuerdo con el escenario A, el valor económico total de los bienes de uso directo expresado a través de la madera en pie y PFNM fue de 16.619.622 Gs. ha⁻¹. De acuerdo con el escenario B fue de 17.658.492 Gs. ha⁻¹; y según el escenario C fue de 23.798.752 Gs. ha⁻¹. Se debe tener en cuenta que, aunque estos resultados reflejan importantes valores monetarios, se espera que sean aún mayores en un

mejor estado de conservación; debido a que el bosque estudiado presenta posibles intervenciones antrópicas.

Conclusión

La valoración económica de los bienes de uso directo fue presentada en distintos escenarios que expresan importantes



valores monetarios, y se espera que sean aún mayores en un mejor estado de conservación. Estas aproximaciones permiten reconocer los valores económicos del Bosque Atlántico del Alto Paraná del Paraguay, lo cual constituye una importante contribución en la captura del valor de los ecosistemas forestales, buscando soluciones que superen la infravaloración de los mismos.

Referencias bibliográficas

- Amarilla, S. (2009). Guía para elaboración de proyectos MDL forestales: estudio de valoración económica de ecosistemas forestales de la Región Oriental del Paraguay. Asunción, Paraguay: FAO/SEAM/IDEA.
- Contreras, F., Leño, C., Licon, J., Dauber, E., Gunnar, L., Hager, N., & Caba, C. (1999). Guía para la instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreo. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR, PROMABOSQUE. 59 p.
- Dinerstein, E., Olson, D., Graham, A., Webster, S., & Primm, M. (1995). A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of America and the Caribbean. Washington, DC: The World Bank. 135 p.
- Peralta-Kulik, N., Amarilla, S., Pérez de Molas, L., & González, J. (2020). Aproximaciones a la valoración económica de productos no maderables del Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. (en proceso de revisión).
- Peralta-Kulik, N., Ayala, L., Amarilla, S., Pérez de Molas, L., & González, J. (2018). Valoración económica de bienes de uso directo e indirecto de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay. *Paraquaria Natural*, 6(2): 8-13.
- Peralta-Kulik, N., Pérez de Molas, L., & Amarilla Rodríguez, S. (2018). Análisis estructural de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay. *Investigación Agraria*, 20(2): 127-135.
- Rideout, D., & Hessel, H. (1997). *Principle of forest and environmental economics*. Fort Collins, Colo: Resource & Environmental Management. 285 p.
- Zambrini, P. (2016). Aproximación a los valores de uso directo e indirecto del Parque Carlos Antonio López, Paraguay (Tesis de grado). Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay. 92 p.



Patrones de distribución espacial de especies arbóreas en el Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay

Peralta Kulik, N.^{1*}, Pérez de Molas, L.¹, Amarilla Rodríguez, S.¹

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

*natalia.peralta@agr.una.py

Introducción

El Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA) es una de las ecorregiones con mayores prioridades mundiales para conservación, sin embargo, aún existe escasa disponibilidad de datos que ofrezcan información detallada sobre la estructura y los patrones de distribución espacial de masas forestales. La estructura horizontal en una masa forestal está determinada por la distribución en el espacio de los individuos arbóreos o patrón espacial. El índice de Morisita (1959) permite identificar los patrones de distribución en términos del grado de aleatoriedad, uniformidad, o de gregarismo de las especies arbóreas. El objetivo de esta investigación fue identificar los patrones de distribución de las especies arbóreas en el BAAPA, Paraguay, en una Parcela Permanente de Monitoreo de la Biodiversidad (PPMB). Se resalta que a través de este tipo de investigaciones, analizando los cambios de los bosques en cronosecuencia, mediante remediciones de parcelas permanentes; es posible comprender la dinámica de los bosques, aspecto clave para garantizar la conservación y sostenibilidad de los ecosistemas forestales.

Metodología

La PPMB bajo estudio, ubicada en el Centro de Formación de Técnico Superior Forestal del Departamento Alto Paraná, con coordenadas 25°30'35,41" S y 54°43'15,33"

W, corresponde a la ecorregión BAAPA, donde el clima se caracteriza por lluvias frecuentes que fluctúan entre 1300 y 1800 mm por año; la temperatura puede aumentar hasta 42°C en los meses de verano (diciembre-marzo), mientras que durante el invierno (mayo-agosto) puede disminuir hasta 0°C (Da Ponte et al., 2017). De acuerdo con Spichiger et al. (1992) el bosque corresponde a la clasificación bosques con suelos bien drenados de Lauraceae, *Cedrela fissilis*, *Chrysophyllum gonocarpum*. El diseño de parcela corresponde al descrito por Contreras et al. (1999) de 1 ha (100 m x 100 m) dividida en 25 subparcelas de 20 m x 20 m cada una; donde se midieron todos los individuos arbóreos con DAP ≥ 10 cm. Para el análisis de los patrones de distribución espacial se consideraron 5 transectos de 100 m x 20 m. Se utilizaron los datos registrados en la PPMB en tres años de mediciones distintas; 2010, 2014 y 2017. Se aplicó el índice de Morisita (1959), el cual responde a la siguiente fórmula:

$$I_{\delta} = q \sum_{i=1}^q n_i \frac{(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde I_{δ} = índice de Morisita, q = número de transectos, n_i = número de individuos en el i -ésimo transecto, N = número total de individuos en todos los q transectos.



La distribución espacial de todos los individuos inventariados en la PPMB fue representada en un mapa de puntos, considerando como base los datos de las distancias (en metros) X e Y de cada árbol registrado en las tres mediciones.

Resultados y discusión

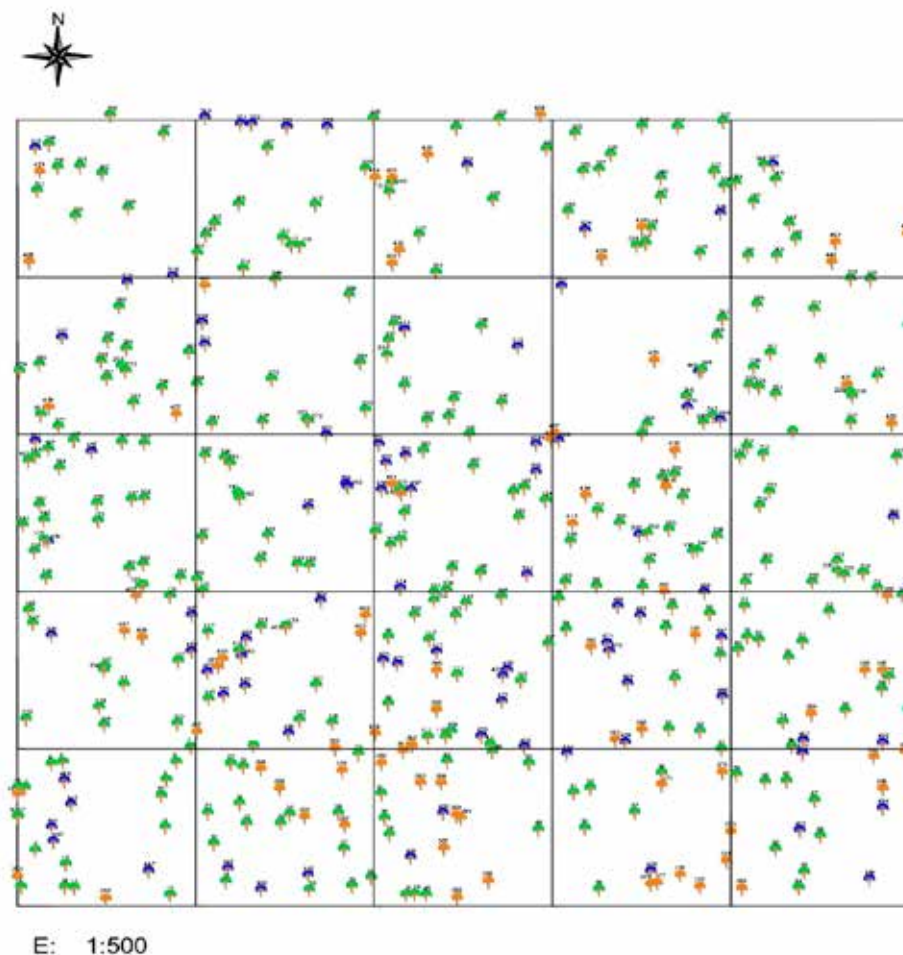
En el año 2010 se registró un total de 350 individuos arbóreos con $DAP \geq 10$ cm (Ferreira citado por Núñez, 2014). De acuerdo al índice de Morisita, el patrón de distribución espacial de las especies arbóreas en la primera medición de la PPMB tuvo un comportamiento aleatorio ($I_s = 1$). En el año 2014 se registraron 418 individuos con $DAP \geq 10$ cm (Núñez, 2014), donde la distribución espacial cambió a un patrón agregado por registrar un índice de Morisita mayor a la unidad. En el año 2017 se registraron 470 individuos arbóreos con $DAP \geq 10$ cm (Peralta-Kulik et al., 2018), manteniendo el patrón de distribución espacial agregado.

Lo anterior puede explicarse con lo señalado por Dale y Fortin (2014), quienes indican que la evolución lógica del patrón espacial al aumentar la edad de los individuos responde al efecto acumulado de los disturbios, la competencia y el ataque de

patógenos. Por lo tanto, un patrón aleatorio puede cambiar a uno agregado o a uniforme, en función de las características ambientales y antrópicas del medio.

Los patrones de distribución espacial identificados con el índice de Morisita son similares a los encontrados en la representación gráfica (Figura 1). Donde además es posible identificar claros importantes en las subparcelas números 15, 17, 19 y 25, los cuales responden a los producidos por causas naturales y/o antrópicas en el bosque estudiado. Por otro lado, en campo se notó que en las subparcelas números 18 y 23 también existe presencia de claros, donde probablemente se realizaron actividades de limpieza para recolección de semillas.

La presencia de ambos patrones espaciales (aleatorio y agregado) registrados en el periodo estudiado además pueden explicarse por el resultado de las actividades humanas que han modificado el hábitat y afectado de manera directa la sobrevivencia, reproducción y establecimiento de las especies, como lo demostraron Pavón-Hernández y Rico-Gray (2004).



E: 1:500

Figura 1. Mapa de puntos correspondientes a la distribución espacial de especies arbóreas. Individuos registrados desde el año 2010 (en verde), individuos registrados desde el año 2014 (en naranja), individuos reclutados en el año 2017 (en azul).

Conclusiones

Los patrones de distribución de las especies arbóreas en el BAAPA del Paraguay presentan, en general, un comportamiento aleatorio y agregado, influenciado por disturbios naturales y antrópicos. Dada a la escasez de estudios disponibles en el país sobre la dinámica del bosque a través de mediciones periódicas en parcelas permanentes, se necesita de investigaciones similares que permitan identificar herramientas y oportunidades de conservación en los bosques tropicales.

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*. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR, PROMABOSQUE. 59 p.
- Dale, M. & Fortin, M. (2014). *Spatial analysis: a guide for ecologists*. Cambridge: University Press. 438 p.
- Da Ponte, E., Mack, B., Wohlfart, C., Rodas, O., Fleckenstein, M., Oppelt,



- N., Dech, S., & Kuenzer, C. (2017). Assessing forest cover dynamics and forest perception in the Atlantic Forest of Paraguay, combining remote sensing and household level data. *Forests*, 8(10): 1-21. doi: 10.3390/f8100389
- Núñez, P. (2014). *Cambios en la estructura de un bosque de la Selva Paranaense en parcela permanente de monitoreo de la biodiversidad, Departamento Alto Paraná* (tesis de grado). Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay. 107 p.
- Morisita, M. (1959). Measuring of the dispersion and analysis of distribution patterns. *Memories of the Faculty of Science, Kyushu University. Biology*, 2: 215-235.
- Pavón-Hernández, N. & Rico-Gray, V. (2004). Distribución especial de *Tilia mexicana schlecht.* (tiliaceae) en el paisaje del centro del estado de Veracruz, México. *Universidad y Ciencia*, 20(39): 29-32.
- Peralta-Kulik, N., Pérez de Molas, L. & Amarilla Rodríguez, S. (2018). Análisis estructural de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay. *Investigación Agraria*, 20(2): 127-135.



Caracterización de los residuos sólidos urbanos del municipio de Itauguá, Paraguay

Mendoza, F.L.¹, Frutos, O.D.¹

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

*osvaldo.frutos@agr.una.py

Introducción

La acumulación de residuos es una consecuencia directa de la vida cotidiana y en tiempos remotos, la evacuación de los residuos humanos no planteaba un problema significativo, ya que la población era pequeña y la cantidad de terreno disponible para la asimilación de los residuos era más que suficiente. Estos problemas aparecieron cuando los seres humanos comenzaron a congregarse en las ciudades, y la acumulación de residuos se convirtió en una consecuencia de la vida urbana (Peña, 2011). En este sentido, la ciudad de Itauguá es una de las ciudades de mayor índice de crecimiento demográfico y expansión urbana del departamento Central del Paraguay, siendo una de las ciudades más pobladas del departamento (Plan Municipal de Niñez y Adolescencia de Itauguá [PLAN-NNA-ITAUGUA], 2016).

En este contexto, para un adecuado manejo y gestión de los residuos sólidos (RS) es indispensable una cuantificación de los mismos en cuanto a su generación, composición y características físicas. Esto se lleva a cabo mediante una caracterización de los RS producidos en la zona, información fundamental para la toma de decisiones sobre su posterior aprovechamiento, tratamiento y disposición final. En este sentido, este trabajo tuvo como principal objetivo la caracterización de los residuos sólidos urbanos generados en el municipio de Itauguá.

Metodología

La caracterización de los residuos se llevó a cabo en el depósito municipal de la ciudad de Itauguá, ubicado a 300 m de la Ruta N° 2 Mariscal José Félix Estigarribia. La zona de estudio constituyó el centro de la ciudad, dividida en cuatro sectores: centro norte, centro sur, Guazuvirá y el tramo de recolección de residuos de la ruta N° 2 Mariscal José Félix Estigarribia que atraviesa la ciudad, desde el km 25 al km 34.

La caracterización se realizó con muestras de residuos extraídos de los dos camiones recolectores de la ciudad antes de que estos sean compactados; no se tuvieron en cuenta los residuos de plazas y calles, mercado municipal ni grandes generadores (supermercados, fábricas) que se encontraban dentro del área de estudio ya que estos residuos son retirados por otros camiones. Se debe tener en cuenta que cada camión recolectó dos zonas por día de manera aleatoria, es por tal motivo que se escogieron dichas zonas. Se analizaron dos muestras por cada día de recolección, uno por cada camión recolector durante cuatro meses intercalados (enero, marzo, mayo y julio del 2019), dos veces al mes. Los parámetros analizados fueron la generación diaria de RS (kg d^{-1}), producción per cápita ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$), composición de los RS (%) y la densidad (kg L^{-1}).

Para establecer la masa de RS generada se utilizó el ticket otorgado a los camiones



luego de su pesaje en la báscula del sitio de disposición final de los residuos. Como los residuos depositados corresponden a tres días de generación y almacenamiento, el peso por camión se dividió entre estos días para obtener la generación por día en kg d^{-1} . En cuanto a la producción per cápita se dividió la cantidad de residuos generados por día entre la cantidad de usuarios (1.238 en total) y el promedio de habitantes por casa (3,8) según proyecciones realizadas por la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos [DGEEC] (2017).

La composición de los RS se obtuvo mediante el método de cuarteo propuesto por Sakurai (2000). Los residuos luego fueron separados en las categorías propuestas por el mismo autor en papel y cartón, trapos, restos de poda y jardinería, restos de alimentos, plástico, caucho y cuero, metales, vidrios, suelo y otros. Finalmente se determinó el porcentaje en peso de cada uno de los componentes.

Para obtener la densidad se siguió la metodología propuesta por la Organización Panamericana de la Salud y el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente [OPS & CEPIS] (2004). Se preparó un recipiente de aproximadamente 100 litros que sirvió como depósito estándar para definir el volumen del residuo, se pesó el recipiente vacío, luego se colocaron los residuos que fueron utilizados en el cuarteo dentro del recipiente, sin hacer presión y removiéndolo de manera a llenar los espacios vacíos. Seguidamente se pesó el recipiente con residuos y por diferencia se obtuvo el peso total para finalmente dividir el peso del residuo entre el volumen del recipiente. Para obtener el volumen de los residuos en los casos en que no se llenó el recipiente se utilizó la ecuación siguiente, donde (h) es la altura y (d) el diámetro:

$$V = 0,7854 \times d^2 \times h$$

Para la validación y control de los datos se utilizó el programa InfoStat para el análisis de los datos mediante la prueba de normalidad Shapiro-Wilks modificado y posterior análisis de varianza con comparación de medias.

Resultados y discusión

El estudio demuestra que en la zona investigada se generan aproximadamente 7.013 kg d^{-1} de RS, cada camión del servicio de recolección recoge un promedio de 3.507 kg d^{-1} . La generación per cápita promedio resulta en $1,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, mientras que la densidad promedio de los residuos es de $0,182 \text{ kg L}^{-1}$. De forma similar, un estudio hecho en la ciudad de Asunción del Paraguay presenta una generación de RS per cápita de $1,113 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ con un índice de incremento del 1,15% anual (Casati, 2010). Por otra parte, en el Plan Nacional de Desarrollo 2030 [PND] (2014) se estableció que el índice de generación de RS en Paraguay es alrededor de $1,2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, variando entre $0,5$ a $1,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, situando así a Itauguá dentro del límite superior (alta generación per cápita). De acuerdo con estos datos, en la actualidad, tanto en la ciudad de Itauguá como en la ciudad de Asunción se estarían produciendo la misma cantidad de residuos por persona por día. Esto podría estar influenciado por factores económicos, sociales y culturales propios del país como el consumo de bienes y servicios. Sin embargo, teniendo en cuenta que para el análisis de generación de este estudio no se tuvo en cuenta los residuos generados en el mercado y otros grandes productores (ver Metodología), se puede estimar que la generación per cápita podría reducirse significativamente.

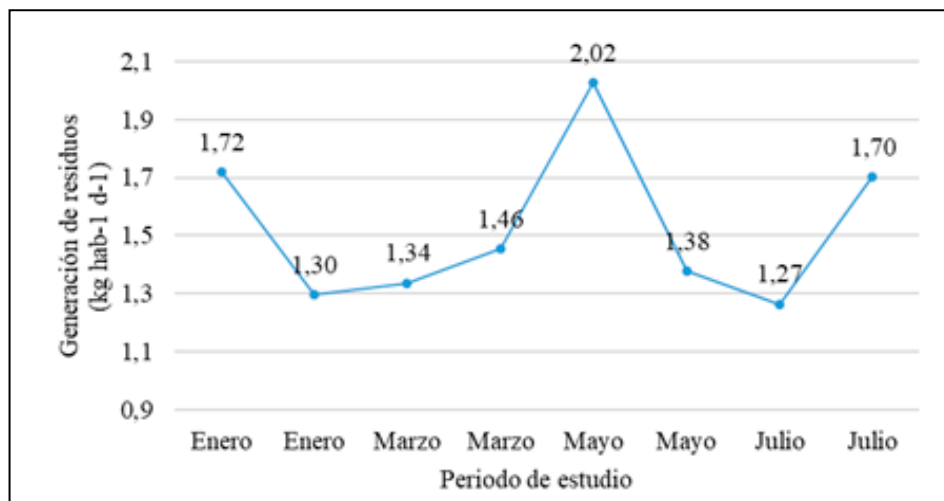


Figura 1. Variación de la generación de RS durante el periodo de estudio.

En la Figura 1 se puede observar el comportamiento de la generación per cápita de los residuos con el cambio de estaciones. Según el análisis estadístico realizado no se observaron diferencias significativas de generación de residuos bajo las condiciones de estudio. En contrapartida, Ojeda, Lozano, Quintero, Whiti & Smith (2008) encontraron potencial influencia de las estaciones del año sobre la generación de residuos en un estudio realizado a lo largo de un año con frecuencia muestral mayor a la de este estudio. Con respecto a lo anterior, la causa de no encontrar diferencias puede deberse al clima tan cambiante propio del país, independiente a la estación del año, llegando a temperaturas de 35°C en pleno otoño o en invierno, coincidentes con las fechas de caracterización.

En cuanto a la composición de los RS, la Figura 2 muestra los diferentes componentes con sus proporciones en función a la masa

total analizada. En esta caracterización se encontró que los componentes mayoritarios constituyen los de naturaleza orgánica con un total de 56%, dentro de los cuales los de mayor proporción son los restos de poda y jardinería con 25%, seguidos de los restos de alimento, papel-cartón y textiles con 18%, 9% y 4% respectivamente. Los componentes de la fracción inorgánica conforman el 44%, dentro de los cuales el más generado es el plástico con un 14%.

En este contexto, Saez, Urdaneta & Joheni (2014) mencionan que la mayor parte de los países (70% de los estudiados) de América Latina y el Caribe tienen una generación de RS orgánicos similar a lo observado en este estudio (>50%). Por otro lado, en países desarrollados como China, EEUU e Italia, la generación de materia orgánica es inferior al 45% (Bustos Flores, 2009), lo que demuestra que la composición de los residuos puede ser dependiente de los hábitos de consumo de los habitantes.

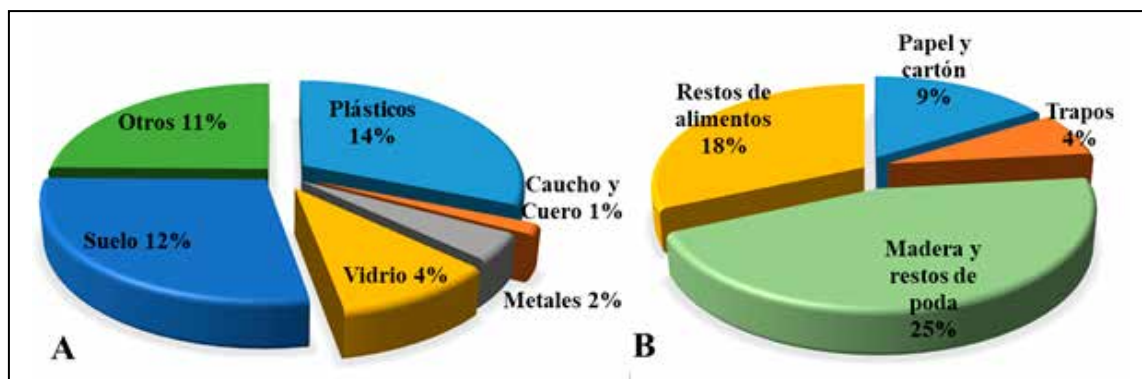


Figura 2. Composición de residuos sólidos inorgánicos (A) y orgánicos (B) de la ciudad de Itauguá.

Se puede observar que la cantidad de metales que llegaría al vertedero (~2%) es relativamente baja (Figura 2). Esta situación podría deberse a la práctica de reciclaje para con estos productos (plásticos, aluminio, cobre, hierro, bronce), ya que los mismos tienen potencial de comercialización en la ciudad y en el país. En el caso del vidrio también puede considerarse bajo, pero se debe tener en cuenta que existe una cultura de reutilización de este tipo de residuos, especialmente las botellas de vidrio para artículos decorativos y en el mercado de las bebidas.

La composición de los RS sufrió variaciones a medida que fueron variando las condiciones climáticas en el periodo de

estudio. En la Tabla 1 puede observarse que los restos de poda y jardinería aumentan de 18,63% (enero) a un 33,65% (julio) como consecuencia de la entrada del otoño-invierno. Por otro lado, puede verse que la densidad va disminuyendo de enero a julio debido a lo voluminoso y ligero que resulta este tipo de residuos. Los componentes que también aumentan son el caucho y el cuero de 0,25% en el mes de marzo a 1,22% en julio, si bien la cantidad generada no es significativa, el aumento en la composición podría deberse a la actividad comercial propia de estaciones frescas, donde existe mayor venta de productos derivados del cuero, por ende, mayor producción de los mismos y un aumento de residuos de este tipo.

Cuadro 1. Composición y densidad de los RS en los meses de estudio

Composición	Enero	Marzo	Mayo	Julio
Papel y cartón	8,16%	13,30%	7,95%	6,74%
Trapos	3,73%	9,29%	1,17%	2,11%
Restos de poda y jardinería	19,01%	22,42%	26,58%	33,65%
Restos de alimentos	18,63%	11,81%	18,13%	22,86%
Plásticos	12,58%	13,85%	13,51%	14,56%
Caucho y Cuero	0,90%	0,25%	0,51%	1,22%
Metales	2,24%	0,92%	2,73%	1,42%
Vidrio	3,70%	6,31%	4,48%	3,13%
Suelo	20,79%	10,73%	15,13%	2,33%
Otros	10,30%	11,10%	9,80%	11,97%
Densidad (kg/l)	0,18	0,17	0,13	0,14



Conclusión

Con el estudio se lograron obtener datos sobre la generación y las características de los RS de la ciudad de Itauguá que pueden ser utilizados para un sistema de gestión adecuado. Se observó que la generación per cápita y la composición se encuentran en rangos similares a lo generado en América Latina y el Caribe. Por otro lado, se puede observar que la generación de RS no se ve afectada por la variación estacional del país, pero sí la composición.

Referencias bibliográficas

- Bustos Flores, C. (2009). La problemática de los desechos sólidos. *Economía*, 27, 121-144.
- Casati, R. (2010). Evolución y tendencia de la cantidad, generación y composición de los residuos sólidos en Asunción (Tesis de Maestría). Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Asunción, Paraguay.
- DGEEC (Dirección General de Estadística, Encuestas y Censo). (2017). *Paraguay: Proyección de hogares por sexo y edad, período 2010-2025*. Asunción, Paraguay: DGEEC Publicaciones.
- Ojeda, S., Lozano, G., Quintero, M., Whiti, K., & Smith, G. (2008). Generación de residuos sólidos domiciliarios por período estacional: El caso de una ciudad mexicana. Recuperado de <http://www.redisa.net>.
- OPS (Organización Panamericana de la salud) & CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Medio Ambiente). (2004). Guía para caracterización de residuos sólidos domiciliarios: Anexo 2. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org>
- Peña, D. C. (2011). Importancia del manejo de los residuos sólidos. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/residuos-solidos-urbanos-importancia-y-necesidad-de-su-manejo/>
- PLAN NNA-ITAUGUA (Plan municipal de niñez y adolescencia de Itauguá). (2016). Itauguá, Paraguay.
- PND (Plan Nacional de Desarrollo 2030). (2014). Recuperado de <http://www.stp.gov.py/pnd.pdf.2014/12>
- Sáez, A., Urdaneta, G., Joheni, A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), 121-135.
- Sakurai, K. (2000). Guía para caracterización de residuos sólidos domiciliarios. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/evaluacion/anexo2.pdf>



Análisis del movimiento de las aguas en los humedales del Ñeembucú

Mora Stanley, C.R.^{1*}, Portillo Sosa, V.², Delpino, M.²

¹Facultad de Ciencias, Tecnología y Arte, Universidad Nacional de Pilar. Pilar, Paraguay.

²Facultad de Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Pilar. Pilar, Paraguay.

*cmorastanley@gmail.com

Introducción

El estudio fue realizado en el ámbito de la investigación de la Gestión del Agua en los Humedales del Ñeembucú, actividad encarada por parte de la Facultad de Ciencias Tecnológicas y Artes de la Universidad Nacional de Pilar.

Los humedales, caracterizados por zonas llanas y la presencia de un complejo sistema hídrico entrelazado, resultan sensibles a los efectos del comportamiento pulsátil de diversos fenómenos climáticos, como el régimen de precipitaciones pluviales, así como los niveles de desbordes y estiajes de los cursos potámicos, responsables de las inundaciones o sequías. El comportamiento de la mayor o menor disponibilidad de agua en los humedales, se haya fuertemente condicionado por los mencionados fenómenos, cuyo complejo funcionamiento e interrelaciones permanecen aún carentes de una clara comprensión sistémica.

Debido al nivel de complejidad de los humedales, los mismos han recibido diversas acepciones, alcances y conceptualizaciones dependiendo de la perspectiva del análisis de su funcionamiento y las particularidades de cada sistema analizado (Neiff, 2001). Una perspectiva de estudio, es el abordaje que parte del análisis de la influencia del agua en un humedal considerando el aspecto vinculado con hidropereodo, el periodo de las aguas, al propósito de identificar

los regímenes, el comportamiento, la intensidad, la periodicidad, la frecuencia, la duración, la estacionalidad, así como las posibles variaciones de los pulsos de inundaciones y estiajes interanuales (Brinson, 2004:1; Malvaez *et al.*, 2004, cit. por Ginzburg, Adámoli, Herrera, & Torrella, 2005). Debido a lo complejo del funcionamiento de los humedales, hace que la misma sea sensible a alteraciones hidrológicas tanto superficial como sub superficial Neiff (2004).

El objetivo de este trabajo es contribuir al logro de un mejor conocimiento del comportamiento del movimiento de las aguas en los humedales y sus efectos en el territorio.

Metodología

Para el análisis del movimiento de las aguas en los humedales del Ñeembucú, y la determinación de los cambios, se ha realizado el análisis de tres cuencas ubicadas al sur del río Tebicuary, correspondientes a las cuencas de los arroyos: Yacaré, Ñeembucú y Hondo.

Las mismas fueron delimitadas mediante la aplicación del software informático SWAT (Soil & Water Assessment Tool – Herramienta de evaluación de Suelo y Agua), herramienta especializada para el modelado a escala de un cuenca fluvial, a fin de delimitar, caracterizar y cuantificar



impactos en la cuenca, derivados de las prácticas de gestión de la tierra (SWAT, 2020). La delimitación de las cuencas, se realizó aplicando el uso de datos SRTM (Shuttle Radar Topography Mission - Misión Topográfica Shuttle Radar) (SRTM, 2020).

En el análisis de cuencas, se identificaron y delimitaron áreas de seguimiento (polígonos), destinados a su análisis multi temporal de acuerdo con el propósito del objetivo propuesto.

En cada polígono, se ha analizado el comportamiento del índice espectral multitemporal denominado NDWI (Normalized Difference Water Index - Índice de Agua de Diferencia Normalizada). La determinación de los valores del índice NDWI se realizó a través del procesamiento de las bandas espectrales proveídas por los diversos sensores disponibles en diferentes satélites, entre las que se mencionan: Landsat 8, Landsat 4-5 TM, Landsat 4 - MSS, CBERS - 4 WFI, CBERS 4 MUX, CBERS 4 PAN 10 y Sentinel 2.

El mencionado procesamiento de bandas espectrales, se realizó a través de la aplicación de las fórmulas, con Raster calculator del programa QGIS. Los datos procesados corresponden al periodo interanual 2010 a 2019.

La fórmula aplicada para determinar el NDWI, que nos indica el contenido de humedad del suelo y las plantas es:

$$NDWI = (NIR - SIWR) / (NIR + SWIR)$$

En donde el NIR, está referido a las bandas del infrarrojo cercano, en tanto el SWIR, al infrarrojo corto (Gao, 1996).

El procesamiento de datos ha permitido la obtención de diversos registros correspondientes a valores mensuales de niveles máximos de NDWI, para cada ubicación o área de muestreo, en los que

se identificaron variaciones temporales, los cuales coinciden con el desarrollo de eventos climáticos extremos registrados; teniendo presente que los valores extremos para el NDWI se halla en el rango de entre 1 y -1. Los valores bajos de dicho índice, hace referencia a la predominancia de suelos libre de saturación de agua; en tanto que los valores superiores, se refieren a zonas con predominancia de suelos saturados hídricamente, a suelos inundado o la presencia de cuerpos o cursos de agua (T.H. *et al.*, 2010).

En cuanto se refiere al procesamiento y análisis de datos relacionados con las precipitaciones pluviales, la misma se realizó a partir del procesamiento de datos proveídos a través de la GPM (Global Precipitation Measurement - Mediciones de Precipitación Global), resultante de la misión entre JAXA y NASA y otras agencias espaciales internacionales para la realización de observaciones frecuentes de alta cadencia (cada 2hs a 3 hs) de la precipitación, y disponibilizada mediante el IMERG (Integrated Multi-satelliE Retrievals - Recuperaciones integradas de satélites múltiples) (GPM-IMERG, 2020).

Resultados y discusión

La cuenca del Arroyo Yacaré constituye una de las áreas más afectadas por el cambio en la intensidad del uso del suelo; el cual contribuye con las alteraciones hidrológicas, traducido en el aumento del escurrimiento superficial y la disminución del tiempo de concentración de las aguas, favoreciendo de esta forma, a una rápida acumulación de las aguas en determinados sectores.

La modificación en el patrón de escurrimiento de las aguas, tiene como resultado la alteración del caudal pico a ser transportado por los canales, el cual



excede por mucho la capacidad de los mismos, desembocando en escenarios de desbordes e inundaciones de zonas aledañas otrora libre de dichos escenarios. Para el periodo 2012 a 2015, se observa un escenario de variaciones relativamente

poco pronunciadas en cuanto a los valores del NDWI. A partir de finales del año 2015, se aprecian variaciones significativas en los valores de NDWI, dicha situación podría ser indicativa de un rápido drenaje del área analizada.

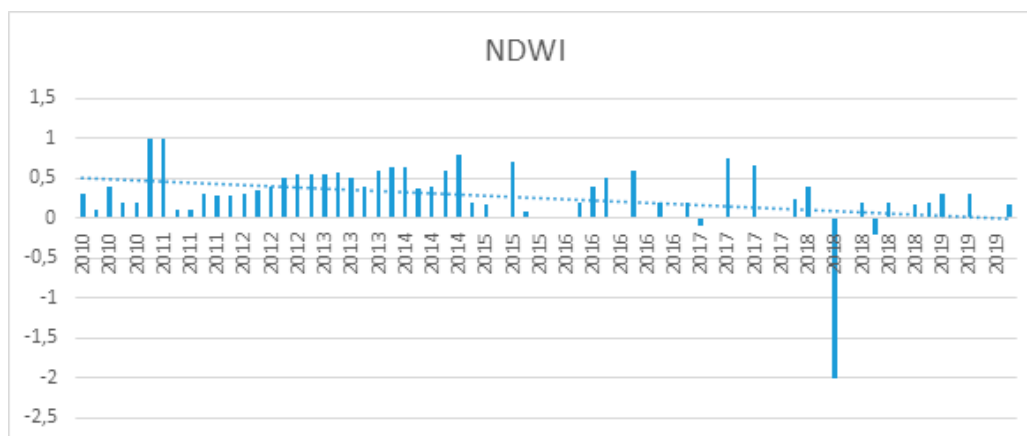


Imagen 1. Fluctuación del NDWI en la cuenca del arroyo Yacaré (Puente Yacaré) para el periodo 2010 a 2019. Qué significa ese pico negativo -2 en 2018?

Con relación a la cuenca del arroyo Ñeembucú (Imagen 2), considerando el espejo de agua del mencionado curso potámico, en el sector sur de la ciudad de Pilar, se ha identificado variaciones importantes en los valores NDWI, correspondiente a los últimos años del

periodo analizado; ello sería indicativo de que el área de afectación por inundaciones sería de importancia al punto de evidenciar su grado de afectación, el cual ha estado condicionado por la manifestación de ciclos cortos de inundaciones y sequías (bajantes).

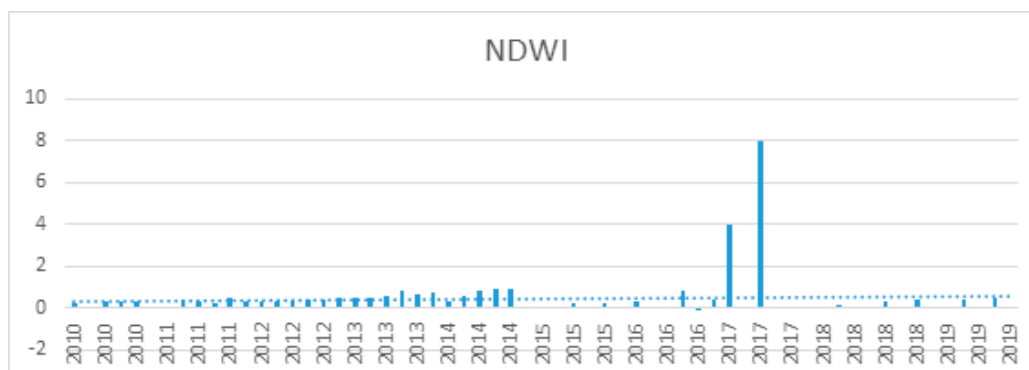


Imagen 2. Fluctuación del NDWI en la cuenca del arroyo Ñeembucú (Paso Alambre), para el periodo 2010 a 2019.



En relación a la cuenca del arroyo Hondo (Imagen 3), en un tramo importante de su curso principal se excavó un canal (JICA, 1997, 1999), que trasvasa la misma cuenca, acelerando el drenaje de las aguas de zonas alejadas, y que durante las inundaciones sufren modificaciones en el patrón de drenaje. Dicha situación contribuiría a producir alteraciones hidrológicas en el entorno, agravando

escenarios de inundaciones debido a la alteración del régimen de escorrentía y al transporte de agua de otras áreas, hacia zonas más bajas. Considerando las fluctuaciones registradas en los últimos años, se ha observado variaciones en los valores de NDWI. En la zona de estudios, se han observado variaciones con picos máximos de NDWI para el año 2011.

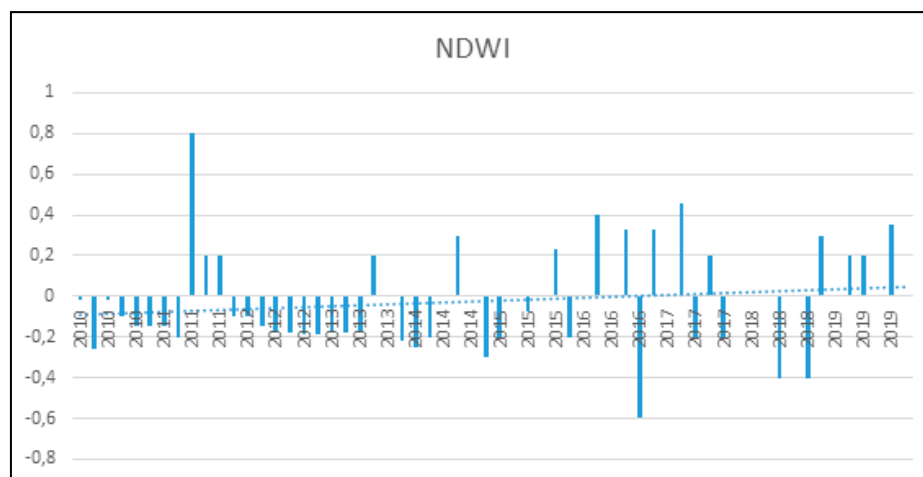


Imagen 3. Fluctuación del NDWI en la cuenca del arroyo Hondo (Puente Arroyo Hondo), para el periodo 2010 a 2019.

Conclusión

Las inundaciones observadas en los últimos años en el XII Departamento de Ñeembucú, tienen diferentes causas y orígenes. Las mismas están asociadas indiscutiblemente a la distribución temporal y espacial de las aguas de origen pluvial, que sumados al lento proceso de desplazamiento y de las alteraciones hidrológicas producidas por acción antrópica, así como de la misma topografía de la región, se traduce en modificaciones en las áreas de acumulación y escurrimiento de las aguas. La limpieza de canales naturales y/o habilitación de otros nuevos, ha afectado el drenaje de

las aguas, acelerando su desagüe en algunos casos, pero también aumentando los riesgos de una sobrecarga de caudales en la cuenca baja, por lo que pueden darse inundaciones como consecuencia del trasvase de la sección del canal. Las imágenes satelitales, muestran claramente el rápido drenaje de algunas áreas inundadas, posterior a una lluvia. Esto implica la existencia de una red de drenaje funcionando en la zona. Al comparar las áreas inundadas para los años 2018 y 2019, con respecto a lo ocurrido en años anteriores, se evidencia un incremento en la velocidad de drenaje de los espejos y cuerpos de agua.



Referencias bibliográficas

Ginzburg, R., Adámoli, J., Herrera, P., & Torrella, S. (2005). Los Humedales del Chaco: Clasificación, Inventario y Mapeo a Escala Regional. Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II. Tucumán, Argentina.

Neiff, J. (2001). Los Humedales en Argentina: Sinopsis, problemas y perspectivas futuras. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/272418955>

Neiff, J. J. (2004). El Iberá...¿en peligro?. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina.

T.H., d. O., Clemente Machado, C., Santos e Silva, J., J., G., de Mendonca P, R., & Barbosa da Silva, B. (18 de 10 de 2010). Revista Brasileira de Geografia Física. Obtenido de www.ufpe.br/rbgfe

(GPM-IMERG, 2020) Global Precipitation Measurement - Integrated Multi-satellite Retrievals, Disponible en <https://www.nasa.gov/feature/goddard/nasas-imerg-measures-flooding-rainfall-in-northwest-england>, accesado en fecha 10/02/2020.

JICA. (1997) El mejoramiento de la Tierra. El Proyecto de Desarrollo Rural en la Región Sur de Pilar de la República del Paraguay. JICA, Japón, 1997.

JICA (1999) El Proyecto de Desarrollo Rural en la Región Sur de Pilar. Servicio de análisis de imágenes de satélites. JICA, Asunción, 1999.

SRTM (2020) Datos de topografía del terreno basado en el Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de la NASA, en <https://earthdata.nasa.gov/nasa-shuttle-radar-topography-mission-srtm-version-3-0-global-1-arc-second-data-released-over-asia-and-australia>, accesado en fecha 10/02/2020

SWAT (Soil & Water Assessment Tool). (2020). Disponible en <https://swat.tamu.edu/>, accesado en fecha 10/02/2020.



Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción

Sosa, F.¹, Frutos, O.D.^{1*}, Gómez, C.¹, Enciso, C.¹

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

*osvaldo.frutos@agr.una.py

Introducción

El Departamento Central de Paraguay presenta un desarrollo económico constante acompañado por un necesario consumo de los recursos naturales. En consecuencia, se puede mencionar que uno de los recursos más afectado es el agua, principalmente por lo variado de sus usos y la falta de tratamiento de los efluentes. Además, se evidencia el alto déficit de plantas de tratamiento y el incumplimiento de las normativas vigentes (Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay [ESSAP, 2016]).

El alto costo de instalación y operación de plantas de tratamientos de aguas residuales convencionales ha resultado en un constante desarrollo y análisis de nuevas tecnologías. En ese sentido los humedales artificiales constituyen sistemas de bajo costo para su operación e instalación, especialmente para comunidades en desarrollo (Wang, Zhang, Dong, & Tan, 2017). En base a esto, se busca utilizar este tipo de alternativas para el tratamiento de aguas residuales en nuestro país. La Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA/UNA) es una unidad académica que cuenta con diferentes servicios para la comunidad, la cual requiere de una gran cantidad de personas como todo centro educativo, resultando en la generación de aguas residuales. En la actualidad, como muchas instituciones del país, la FCA/UNA utiliza sistemas de fosas sépticas absorbentes como medio para la evacuación de sus

aguas residuales. Sin embargo, estos sistemas pueden llegar a ser perjudiciales para el suelo y las aguas subterráneas.

En este sentido, el análisis de alternativas para el tratamiento de las aguas residuales de la FCA/UNA es una tarea pendiente que debe ser resuelta. Este trabajo tiene como objetivo general evaluar la capacidad de un humedal artificial de flujo subsuperficial para el tratamiento de las aguas residuales de la FCA/UNA.

Metodología

Se estudiaron dos sistemas de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales de la FCA. Los humedales fueron construidos a partir de barriles de plástico de 200 L.

Los mismos fueron ubicados cerca de una fosa séptica ubicada en la zona de aulas de la FCA/UNA, la cual se encuentra en la ciudad de San Lorenzo del departamento Central.

Cada barril fue relleno con grava con una granulometría de $\frac{3}{4}$ de pulgada (4ta) permitiendo una profundidad de sustrato de 40 cm, 35 cm de ancho y 86 cm de largo aproximadamente, teniendo así un volumen total de operación aproximado de 161 L. La especie de macrófita *Typha dominguensis* fue trasplantada en uno de los humedales siendo este denominado HFSS-M, mientras que el segundo



humedal fue operado como "control" en ausencia de macrófitas y fue denominado HFSS-S. La evaluación de sistemas pilotos como los utilizados en este estudio ha sido previamente reportado por otros autores (Chaoxiang et al., 2009; Qingliang & Baozhen 1996).

Los humedales fueron operados a un flujo constante de agua residual de 73 L/d obteniéndose así un tiempo de retención hidráulico teórico (TRH) de 2,2 días.

Los parámetros analizados fueron: demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno total Kjeldahl (NTK), fósforo total (PT), y coliformes fecales.

Para asegurar que las plantas estén adecuadamente estabilizadas en el sistema se procedió a un proceso de aclimatación de las mismas por un periodo de 3 meses aproximadamente utilizando solamente agua de grifo. Posterior a esta aclimatación, el sistema fue alimentado con agua residual dos semanas seguidas antes de analizar el desempeño del mismo. Posteriormente, para la evaluación del desempeño de los humedales se tomaron muestras del efluente sin tratar y el efluente tratado de ambos sistemas por un lapso de 6 semanas seguidas. Las muestras fueron tomadas cada 8 días durante los meses de mayo y junio. Los procedimientos aquí descritos han sido utilizados previamente para la evaluación de desempeño de humedales artificiales (Chaoxiang et al., 2009)

Una vez obtenidos los resultados de las muestras analizadas, tanto en la entrada como en la salida de los sistemas, se calculó la eficiencia remoción de los contaminantes estudiados a partir de la siguiente ecuación:

$$\% R = \frac{[C]_{inicial} - [C]_{final}}{[C]_{inicial}} \times 100$$

Donde

R: eficiencia de remoción expresado en porcentaje

C: concentración de cada parámetro

Por último, se determinó la existencia o no de diferencias significativas de remoción de contaminantes, a través de un análisis de varianza (Canavos, 1988).

Resultados y discusión

Los sistemas HFSS-M y HFSS-S demuestran resultados de eliminación de contaminantes muy similares. Se puede observar que la remoción de coliformes fecales en el HFSS-M se mantuvo en un promedio de 71,7 %, mientras que el HFSS-S se mantuvo en 88,1 % (Figura 1). En este mismo sentido, una investigación conducida por Lara, Jaime, Vera & Ismael (2005) indican que utilizando el sistema de flujo subsuperficial, se puede observar que el humedal tiene un buen comportamiento en la eliminación de contaminación fecal con una eficiencia aproximada del 69 % en este caso coincidiendo con un resultado aproximado de la presente investigación. Por otro lado, la remoción de DQO se mantuvo similar en ambos sistemas, siendo este 36 % para el HFSS-M y 39,4 % para el HFSS-S (Figura 1). Estos valores son relativamente bajos comparando los 60 o 70 % de eliminación de DQO que pueden encontrarse habitualmente en la literatura (Abdel-Shafy, El-Khateeb, Regelsberger,



El-Sheikh, & Shehata, 2009; Mburu, Tebitendwa, Rousseau, Van Bruggen, & Lens, 2013; Zhang et al., 2012). Sin embargo, en estos casos se evaluaron el desempeño de los humedales teniendo en cuenta TRH de más del doble (4 a 10 días) del TRH evaluado en esta investigación (~2,2 días), pudiendo ser esta la principal causa de la baja tasa de eliminación de DQO observada.

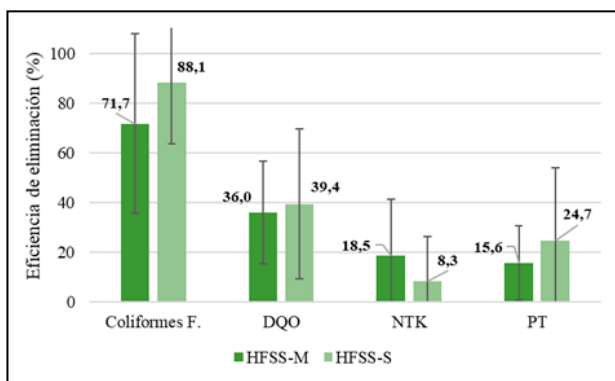


Figura 1. Promedios de la eficiencia de eliminación de contaminantes en los sistemas estudiados.

En cuanto a la remoción del PT se puede observar que el sistema operado sin macrófitas presentó un mejor desempeño con un 24,7 % en comparación al sistema con macrófitas (15,6%). El bajo porcentaje de remoción de fósforo obtenido en este estudio coincide con los reportes de García y Corzo citados en Osnaya (2012) quienes mencionan que la disminución del mismo generalmente varía entre el 10 al 20%. Del mismo modo, una baja eliminación de NTK (18,5% y 8,3%) fue observada en ambos sistemas. Es importante considerar que los mecanismos de eliminación de nitrógeno en estos sistemas son la asimilación vía sistema radicular de las macrófitas, por asimilación microbiana, o bien por nitrificación y desnitrificación microbiana. En este sentido, es de esperarse que la nitrificación no se haya dado en forma

significativa debido al bajo nivel de oxígeno disuelto (<2,6 mg/L) en el efluente de los sistemas. Por lo cual, la asimilación radicular de las macrófitas y de los microorganismos presentes en la biopelícula del sustrato fue la vía principal para la reducción de la concentración de nutrientes.

Por otro lado, las condiciones climáticas prevalecientes en el periodo de análisis (invierno) no fueron las más óptimas para el crecimiento vegetal, lo que pudo haber amainado la asimilación de ambos nutrientes. Esto ha sido demostrado previamente por Mesquita, Albuquerque, Amaral, & Nogueira (2017), donde observaron que en condiciones invernales la eficiencia de eliminación puede reducirse considerablemente. Sin embargo, la baja eficiencia de remoción de nutrientes observada pudo haber sido también el resultado del bajo TRH al cual fueron operados los humedales. En este sentido, Campos y Teixeira Filho, (2019) encontraron resultados similares de eliminación de PT (13 - 28 %) y NTK (~28%) operando humedales de flujo subsuperficial con *Eichhornia crassipes* y a TRH hidráulica (2,2 y 2,6 días).

Conclusión

Los resultados permiten concluir que los sistemas evaluados son capaces de remover la carga contaminante presente en el agua residual proveniente de las fosas sépticas de la FCA/UNA. Sin embargo, resulta difícil concluir cuál de los humedales ha resultado más eficiente debido a que la alta variabilidad (ver barras de desviación) de los resultados, lo que no permite obtener diferencias significativas del desempeño de ambos sistemas analizados. Por otro lado, el desempeño de los humedales estuvo limitado debido al bajo tiempo de retención hidráulica, por lo que se recomienda realizar estudios con



diferentes tiempos de retención hidráulica, así como otras condiciones de operación en cuanto a las especies de macrófitas a utilizar, el sustrato soporte de éstas y bajo diferentes condiciones climáticas.

Referencias bibliográficas

- Abdel-Shafy, H. I., El-Khateeb, M. A., Regelsberger, M., El-Sheikh, R., & Shehata, M. (2009). Integrated system for the treatment of blackwater and greywater via UASB and constructed wetland in Egypt. *Desalination and Water Treatment*, 8(1–3), 272–278. <https://doi.org/10.5004/dwt.2009.788>
- Campos, J. M., & Teixeira Filho, J. (2019). Phosphorus and nitrogen balance in constructed wetlands with eichhornia crassipes (Mart.) Solms. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 24(1), 1–11. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522019133600>
- Canavos, G. (1988). *Probabilidad y Estadística: Aplicaciones y métodos*. México: McGraw Hill. 667 p.
- Chaoxiang, L., Kaiqin, X., Ryuhei, I., Yoshitaka, E., Jie, L., Yuhei, I. (2009). Pilot-scale studies of domestic wastewater treatment by typical constructed wetlands and their greenhouse gas emissions. *Front Environ Sci Engin China*, 3(4), 477–482.
- Qingliang, Z., & Baozhen, W. (1996). Evaluation on a pilot-scale attached-growth pond system treating domestic wastewater. *Water Research*, 30(1), 242–245.
- Essap (Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay). (2016). Plan maestro de alcantarillado. Recuperado de <http://www.essap.com.py/tipo/plan-maestro-de-alcantarillado>
- Lara, B., Jaime, A., Vera, P., Ismael, L. (2005). Implantación y evolución de un humedal artificial de flujo subsuperficial en Cogua, Cundinamarca. CO. *Revista de la Facultad de ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana*, 9 (1), 47–63.
- Mburu, N., Tebitendwa, S. M., Rousseau, D. P. L., Van Bruggen, J. J. A., & Lens, P. N. L. (2013). Performance evaluation of horizontal subsurface flow-constructed wetlands for the treatment of domestic wastewater in the tropics. *Journal of Environmental Engineering (United States)*, 139(3), 358–367. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0000636](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000636)
- Mesquita, M. C., Albuquerque, A., Amaral, L., & Nogueira, R. (2017). Seasonal variation of nutrient removal in a full-scale horizontal constructed wetland. *Energy Procedia*, 136, 225–232. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.246>
- Osnaya, M. (2012). Propuesta de diseño de un humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales en la Universidad de la Sierra Juárez (Tesis de Licenciado en Ciencias Ambientales). Universidad de la Sierra Juárez. Oaxaca, México.
- Wang, M., Zhang, D. Q., Dong, J. W., & Tan, S. K. (2017). Constructed wetlands for wastewater treatment in cold climate: A review. *Journal of Environmental Sciences*, 57, 293–311. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2016.12.019>
- Zhang, D. Q., Tan, S. K., Gersberg, R. M., Zhu, J., Sadreddini, S., & Li, Y. (2012). Nutrient removal in tropical subsurface flow constructed wetlands under batch and continuous flow conditions. *Journal of Environmental Management*, 96(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.10.009>



Valoración económica de la captura de Carbono de especies arbustivo-arbóreas en el Bosque Seco Chaqueño, Paraguay

Gamarra, L. M.^{1*}, Pérez de Molas, L.¹, Henderson, L.², Sanquetta, C. R.²,
Carvalho, S. P.³, Mota, S. L.³

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

²Universidad Federal do Paraná, Departamento de Ingeniería Forestal, Curitiba – PR, Brasil.

³Universidade Federal de mato Grosso, Facultad de Ingeniería Forestal, Cuiabá – MT, Brasil.

*lila.gamarra@agr.una.py

Introducción

La influencia directa e indirecta de las actividades humanas han conseguido modificar procesos naturales en el clima local, regional y mundial (Yepes, 2012), donde la frecuencia e intensidad de los fenómenos naturales han sido más notorios (García, Piñeros, Bernal & Ardila, 2012) y los cambios de uso de la tierra han sido señalados como una de las principales causas del aumento de emisiones de Dióxido de Carbono a la atmósfera durante los años 2007-2016 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019). La valoración económica de los recursos forestales constituye una herramienta válida para el cumplimiento de objetivos contemplados en el Protocolo de Kyoto, pues, mediante los mecanismos de desarrollo limpio (MDL), países comprometidos en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) pueden invertir en países en vías de desarrollo, contribuyendo así al manejo, conservación y uso sostenible de los recursos forestales además del aumento de la reserva de carbono. Por tanto, se

torna necesario este tipo de estudios, para contribuir en la mitigación del cambio climático, además de ser un potencial factor económico y contribuir así a la conservación y uso sostenible de los recursos forestales. El objetivo del presente trabajo fue valorar económicamente la captura de carbono de las especies arbustivo-arbóreas del estrato Bosque Seco Chaqueño a través del cálculo de biomasa aérea.

Metodología

El estudio fue realizado a partir de los datos obtenidos del Inventario Forestal Nacional (IFN) del Paraguay del año 2015 para el estrato Bosque Seco Chaqueño (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015), localizado en la Región Occidental del Paraguay (Figura 1). El banco de datos está compuesto de informaciones cuantitativas de 20 unidades de muestreo (UM) de 60 x 60 m cada una, que fueron seleccionadas de forma aleatoria, totalizando 3.600 m².

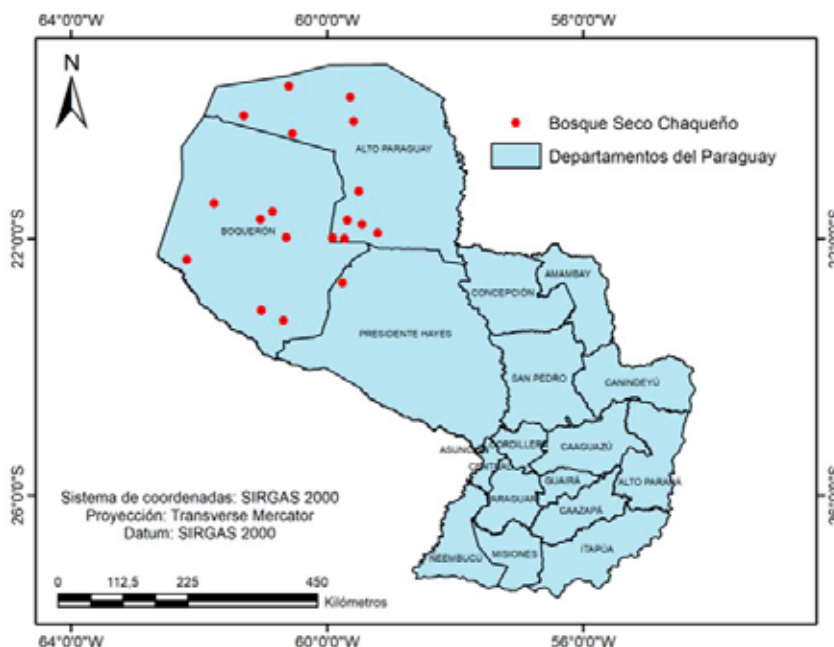


Figura 1. UM seleccionadas en el estrato Bosque Seco Chaqueño.

Se tiene registros de las alturas totales y de los diámetros a 1,30 m de altura ($d_{1,30}$) de todos los individuos arbustivo-arbóreos con $d_{1,30} \geq 5$ cm. Los individuos que no fueron identificados *in situ* fueron colectados y posteriormente identificados de acuerdo a literatura especializada y profesionales dendrólogos. La confirmación de los nombres científicos y de las familias fue realizada a través de la base de datos del Catálogo del Conosur del Instituto Botánica Darwinion (Zuloaga & Belgrano, 2018). La estimación de biomasa aérea fue obtenida a través de la ecuación alométrica desa-

rollada por Sato et al. (2015a) y Sato et al. (2015b) para el Chaco Seco, que fue seleccionada por medio del coeficiente de determinación (R^2), el error padrón de la estimación (RSE) (Sanquetta, 2002) y la amplitud de los datos para la variable diámetro (Cuadro 1).

Los individuos de la familia Cactaceae fueron excluidos de los cálculos, de acuerdo a la recomendación de Sato et al. (2015a), ya que presentan diferencias en cuanto a su estructura con las demás especies (Silva & Sampaio, 2008).

Cuadro 1. Ecuaciones alométricas utilizadas para el estrato Bosque Seco Chaqueño (BSCH).

Estrato	Ecuación	R^2	RSE
Bosque Seco Chaqueño	$B_{a\acute{e}rea} = 0,2147 * (DAP^2 Ht)^{0,8391}$	0,96	0,29
Bosque Seco Chaqueño <i>Ceiba chodatii</i>	$B_{a\acute{e}rea} = 0,0224 * (DAP^2 Ht)^{0,8688}$	0,99	0,18

$B_{a\acute{e}rea}$ = Biomasa aérea; DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm); Ht = Altura total



Para el cálculo de Carbono fue utilizado el factor medio padrón del IPCC (IPCC, 2006) que corresponde a 0,47. Fue calculado la reserva de Dióxido de Carbono equivalente (CO_2_{eq}) multiplicando el valor de la conversión estequiométrica de la masa del elemento C para la molécula de CO_2 (Sanquetta et al., 2018). Para la valoración económica fue utilizado el método basado en valores de mercado, tomando como referencia el precio promedio del año 2020, del valor de los Derechos de Emisión de la Unión Europea (EUA) reflejados en la Bolsa del Sistema Europeo de Negociación de CO_2 (Sistema electrónico de negociación de derechos de emisión de Dióxido de Carbono, 2020), el cual fue de 0,29 € por Mg ha^{-1} de CO_2_{eq} .

Resultados y discusión

Fueron identificados 1.864 individuos, pertenecientes a 33 especies y 15 familias botánicas, donde todas son típicas de la Región Occidental. La biomasa aérea estimada fue de $21,10 \text{ Mg ha}^{-1}$, el carbono aéreo fue de $9,92 \text{ Mg ha}^{-1}$ y $36,37 \text{ Mg ha}^{-1}$ de Dióxido de Carbono equivalente.

Las especies que obtuvieron mayores valores de Carbono aéreo para este estudio fueron *Schinopsis lorentzii* con $0,86 \text{ Mg ha}^{-1}$, *Aspidosperma quebracho-blanco* con $0,79 \text{ Mg ha}^{-1}$, *Schinopsis balansae* con $0,46 \text{ Mg ha}^{-1}$, *Tabebuia nodosa* con $0,43 \text{ Mg ha}^{-1}$ y *Diplokeleba floribunda* con $0,43 \text{ Mg ha}^{-1}$ (Cuadro 2).

Cuadro 2. Carbono aéreo (C) y Dióxido de Carbono (CO_2) de las 10 especies con mayores valores estimados.

Especie	C (Mg ha^{-1})	CO_2 (Mg ha^{-1})
<i>Schinopsis lorentzii</i> (Griseb.) Engl.	0,86	3,15
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltdl.	0,79	2,88
<i>Schinopsis balansae</i> Engl.	0,46	1,67
<i>Tabebuia nodosa</i> (Griseb.) Griseb.	0,43	1,57
<i>Diplokeleba floribunda</i> N.E. Br.	0,43	1,57
<i>Gonopterodendron sarmientoi</i> (Lorentz ex Griseb.) A.C. Godoy-Bürki	0,41	1,49
<i>Aspidosperma triternatum</i> Rojas Acosta	0,37	1,34
<i>Prosopis rojasiana</i> Burkart	0,34	1,25
<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.) Hauenschild	0,31	1,14
<i>Mimozyanthus carinatus</i> (Griseb.) Burkart	0,31	1,13



De acuerdo al primer reporte del Inventario Forestal Nacional del Paraguay (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015), la biomasa viva total estimada para el estrato Bosque Seco Chaqueño fue de $34,68 \text{ Mg ha}^{-1}$, lo que corresponde a $16,30 \text{ Mg ha}^{-1}$ de C y $59,76 \text{ Mg ha}^{-1}$ de CO_2 eq.

Estos resultados podrían ser comparados con los del bioma Caatinga (Brasil), por las características comunes entre estos ambientes: clima árido a semiárido y vegetación adaptada a períodos de deficiencia hídrica (Spichiger, Ramella, Palese & Mereles, 1991; Leal, Tabarelli & Silva, 2005; Mereles, 2005; Spichiger, Calenge & Bise, 2005). Prado & Gibbs (1993) mostraron que, en tiempos remotos, el bosque estacional semidecidual interligaba a la vegetación del bioma Caatinga con la del Chaco, por tanto, para Souza et al. (2019), los valores medios encontrados fueron de $28,48 \pm 23,32 \text{ Mg ha}^{-1}$ de biomasa aérea para este tipo de formación forestal.

El valor económico del servicio ecosistémico de la captura de Carbono asciende a $37,76 \text{ €}$ ($46,07 \text{ US\$}$). Merenciano et al. (2018) estimaron $254,08 \text{ Mg ha}^{-1}$ de CO_2 ha^{-1} para el componente bosque dentro de un sistema silvopastoril en la ecorregión Chaco Húmedo, lo que equivale a un valor económico de $134 \text{ US\$/ha}$ en bonos de carbono, con el mismo sistema de negociación de CO_2 .

Aunque existen otros estudios que determinan valores económicos de la captura de Carbono para otras formaciones vegetales (Rivarola & Amarilla, 2015; Kopcow, Amarilla & González, 2017), éstos resultan escasos y no contemplan el tipo de formación vegetal en estudio, por tanto, es imperante la necesidad de seguir generando conocimiento que abarque todas las formaciones vegetales presentes en el país, para así contribuir a mejorar la valoración, el mane-

jo y la protección de los recursos forestales, y de esa manera, mitigar los impactos del cambio climático.

Conclusión

Es posible estimar la valoración económica del recurso forestal a través del cálculo de biomasa aérea. Este resultado constituye un valor potencial de referencia muy importante para el tipo de formación vegetal en estudio, además de servir de base para futuras investigaciones en el área.

Referencias bibliográficas

García, M. C., Piñeros, A. P., Bernal, F. A., & Ardila, E. (2012). Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes, Bogotá D. C., Colombia*, 36, 60-64.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*. Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (ed.). Japan: Published IGES.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2019). *Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Shukla, P. R., Skea, J., Calvo Buendia, E., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Zhai, P., Slade, R., Connors, S., Van Diemen, R., Ferrat, M., Haughey, E., Luz, S., Neogi, S., Pathak, M., Petzold, J., Portugal Pereira, J., Vyas, P., Huntley, E., Kissick, K., Belkacemi, M., Malley, J. (eds.), In press.



- Kopcow, R. R., Amarilla, S. M., & González, J. D. (2017). Servicios ecosistémicos en humedales y bosques de la Reserva Natural Morombí, Paraguay. *Paraquaria Natural*, 5(2):32-36.
- Leal, I. R., Tabarelli, M., & Silva, J. M. C. (2005). *Ecologia e conservação da Caatinga* (2 ed.). Recife, Brasil: Ed. Universitária da UFPE. 822 p.
- Mereles, M. F. (2005). Una aproximación al conocimiento de las formaciones vegetales del Chaco Boreal, Paraguay. *Rojsiana*, 6(2), 5-48.
- Merenciano, A. M., Musalém, K., Laíno, R., Rey Benayas, J. M., Cruz-Alonso, V., El Raiss Cordero, Z., Brun Moreno, V., Chaparro Otazu, P., Lubián Valenzuela, A., González, J. D., Amarilla, S., Espinoza, M. L., & Enciso, C. (2018). Servicios ecosistémicos en el Chaco Húmedo: retos para el manejo basado en los ecosistemas. *Ecosistemas*, 27(2), 115-125.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Manual de campo: Procedimientos para la planificación, medición y registro de información del Inventario Forestal Nacional del Paraguay "Medir para decidir"*. Roma: IGO. 153 p.
- Rivarola, J. A., & Amarilla, S. M. (2015). Servicios ecosistémicos y potencial económico de los humedales de la estación biológica Tres Gigantes. *Paraquaria Natural*, 3(2):12-18.
- Sanquetta, C. R. (2002). Métodos de determinação de biomassa florestal. En Sanquetta, C. R., Watzlawick, L. F., Balbinot, R., Ziliotto, M. A. B., Gomes, F. (eds.). *As florestas e o carbono* (pp. 119-140). Curitiba, Brasil: Ed. dos Autores.
- Sanquetta, C. R., Corte, A. P. D., Pelissari, A. L., Tomé, M., Maas, G. C. B., & Sanquetta, M. N. I. (2018). Dinâmica em superfície, volume, biomassa e carbono nas florestas nativas brasileiras: 1990 – 2015. *Universidade Federal do Paraná, Biofix Scientific Journal*, 3(1), 193-198.
- Sato, T., Saito, M., Ramírez, D., Pérez de Molas, L.F., Toriyama, J., Herebia, E., Dubie, N., Dure, E., Ramírez, J. D., & Vera de Ortiz, M. (2015a). Development of allometric equations for tree biomass in forest ecosystems in Paraguay. *JARQ*, 49(3), 281-291.
- Sato, T., Saito, M., Ramírez, D., Pérez de Molas, L. F., Toriyama, J., Herebia, E., Dubie, N., Dure, E., Ramírez, J. D., & Vera de Ortiz, M. (2015b). Allometric equations for bottle-shaped tree (*Ceiba chodatii*) in the Chaco region, western Paraguay. *Bull of FFPRI*, 14(2), 75-76.
- Silva, G. C., & Sampaio, E. V. S. B. (2008). Biomassas de partes aéreas em plantas da Caatinga. *Revista Árvore, Viçosa -MG*, 32(3), 567-575.
- Sistema electrónico de negociación de derechos de emisión de Dióxido de Carbono. (2020). Recuperado de <https://www.sendeco2.com>
- Souza, D. G., Sfair, J. C., Paula, A. S., Barros, M. F., Rito, K. F., & Tabarelli, M. (2019). Multiple drivers of aboveground biomass in a human-modified landscape of the Caatinga dry forest. *Forest Ecology and Management*, 435, 57-65.
- Spichiger, R., Calenge, C., & Bise, B. (2005). Discriminant analysis of the spatial distribution of plant species occurrences: II. Distribution of major tree communities in Paraguay. *Candollea*, 60(2), 577-593.



Spichiger, R., Ramella, L., Palese, L., & 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, 541-564.

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). Nivel de Referencia de las Emisiones Forestales por Deforestación en la República del Paraguay para pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC. Recuperado de https://redd.unfccc.int/files/2016_submission_frel_paraguay_es.pdf

Prado, D., & Gibbs, P. (1993). Patterns of distributions in the Dry Seasonal Forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 80(4), 902-927.

Yepes, A. (2012). Cambio climático: estrategias con el tiempo en contra. ORINOQUIA – Universidad de los Llanos – Villavicencio, Meta. Colombia, v. 16, n. 1.

Zuloaga, F. O., & Belgrano, M. J. (ed.). (2018). Catálogo de las plantas vasculares del cono sur. Instituto de Botánica Darwinion. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Recuperado de <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.htm>



Calidad del ecosistema ribereño de un afluente del arroyo San Lorenzo, San Lorenzo – Paraguay

Vaccheta, C.F.¹, Ibarra, J.E.¹, Insfrán Ortiz, A.^{1*}, Vaccheta, B.M.²

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

²Ministerio de Urbanismo, Vivienda y Hábitat, Paraguay

*amado.insfran@agr.una.py

Introducción

La falta de ordenamiento territorial y las presiones propias de las crecientes ciudades llevan a numerosos cursos hídricos a estados deplorables. El bosque de ribera remanente de 6,35 ha. situado en el Campus Universitario de la Universidad Nacional de Asunción (UNA) y el Parque y Ciclovía de San Lorenzo (PCSL), es un área seminatural que constituye un parque ecológico de alta relevancia ambiental para la ciudad de San Lorenzo, cuya demarcación viene siendo alterado por vertederos a cielo abierto de residuos sólidos, arrastre de basura por los raudales, destrucción de la valla protectoras, especie invasora, entre otras causas.

La Evaluación Ecológica Rápida (EER) realizada en esta área por Irrazabal, Echeverría, Duarte & Ramírez (2005), señala que la formación pertenece a bosques sobre suelo saturado con una diversidad biológica muy alta, presentando un 40% de la superficie con excelente estado de conservación y el restante en condiciones de degradación antrópica. Villalba Forcadell (2011) identificó 4 clases taxonómicas, 84 familias, 206 géneros y 260 especies arbóreas, principalmente especies de las familias: ASTERACEAE, BIGNONACEAE, FABACEAE-CAESOLPINOIDEAE, MYRTACEAE. Las comunidades vegetales de este bosque ribereño son una parte significativa del ecosistema, permitiendo el desarrollo de insectos benéficos (Castorino Anzoategui, 2015).

Desde el punto de vista hidrológico, el área es de singular valor, pues el bosque remanente se destaca por la existencia de unas turberas, formaciones de agua cubiertas con grandes restos vegetales compactados por el paso del tiempo. Sin embargo, la calidad del cuerpo hídrico es alterada pues existen espumas en sus nacientes que denota una elevada cantidad de materia orgánica en descomposición y presencia de coliformes fecales (Gómez Leguizamón, 2013).

Tomando en consideración los antecedentes referidos, el estudio que aquí se presenta tiene como objetivo analizar la calidad del ecosistema ribereño de un afluente del arroyo San Lorenzo en sitios específicos a fin de interpretar la calidad actual del bosque de ribera y obtener la percepción de los usuarios sobre la importancia del ecosistema ribereño. El estudio forma parte de la Tesis de grado en Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la UNA.

Metodología

La zona estudiada corresponde al área ribereña de un tributario del arroyo San Lorenzo, en su paso por el Campus Universitario de la UNA y el PCSL, aproximadamente a 11 Km de Asunción, con coordenadas de referencia S: 25°20'21" y O: 57°30'59" a 120 msnm. Específicamente, se ubica en la ciudad de San Lorenzo en



la cuenca del arroyo del mismo nombre, en el Departamento Central del Paraguay. El área de estudio se estimó en una extensión de 13,7 ha entre el bosque remanente y el PCSL.

El estudio fue observacional de tipo descriptivo y transversal. Contempló la aplicación del Índice Qualitat del Bosc de Ribera-QBR, expresión catalana (Viu el Besos, 2014; Cáceres Benegas, 2014) con una guía de observación en el área de estudio y la aplicación de encuestas a los usuarios de la ciclovía. La aplicación del índice se realizó adaptando la hoja de campo original a las condiciones locales. Para ello, fueron elegidas al azar 10 parcelas, numeradas y denominadas como "A" para la margen izquierda y "B" para la derecha, obteniéndose las parcelas de estudio 1A, 1B, 4A, 4B, 7A, 7B, 8A, 8B y 10A y 10B, de 50 x 20 m. Se tomó 10.000m² como área de muestreo, propios de las 10 parcelas de 100 m² cada una. La guía de observación solo fue desarrollada en las parcelas de estudio coincidentes con el PCSL, sobre las cuales se realizaron también las encuestas de percepción social (parcelas 4B, 7B, 8B y 10B).

La selección de encuestados se dio de forma aleatoria simple. El muestreo fue por conglomerados, marcando las diferencias en los usuarios de fines de semana (fs) y la semana laboral (sl). Las encuestas incluyeron aspectos socioeconómicos de los encuestados y preguntas sobre la ponderación de los servicios e importancia del área de ribera, así como las modificaciones realizadas. Las preguntas fueron cerradas (respuesta sí o no), o escalares (con más de dos opciones). En todos los casos se dio la opción de No Sabe, No Responde (NS, NR). Las respuestas, de las preguntas escalares, fueron calificadas de acuerdo a la escala de Likert (Vieytes, 2004).

$$n = \frac{z^2_{1-\alpha/2} Pq}{\epsilon^2}$$

n= tamaño de la muestra

z= nivel de confianza

p= proporción de éxito

q= proporción de fracaso

ϵ = error

Para hallar el número de encuestas se aplicaron 22 encuestas piloto, Obteniéndose un 81,82% (18 respuestas; calidad: Buena = 14 y Mala = 4) en la proporción de éxito (p) y 18,18% (4 respuestas; calidad: Excelente = 1 y Muy buena = 3) en la proporción de fracaso (q). Aplicando estos números con un 90% de confianza y un error del 10% a la fórmula anterior (Morillas s. f.), se tuvo como resultado que eran necesarias 40,25 encuestas.

Para el análisis e interpretación de datos se utilizó el software informático Excel 2010, a través de cálculos de medidas de tendencia central, se realizaron gráficos para mejor interpretación de los datos. Los datos del índice de calidad del bosque de ribera y las encuestas, fueron cifrados para facilitar los cálculos. Y finalmente, un cuadro comparativo de los resultados de las herramientas.

Resultados y discusión

• La calidad del ecosistema ribereño

Las parcelas que presentaron mejores condiciones de calidad de bosque de ribera son las 4A, 4B y 7B con una calidad buena, mientras la parcela con peor calificación fue la 10B con un nivel pésimo, siendo la más modificada y degradada por el uso



recreativo que tiene (**Cuadro 1**). Haciendo un promedio de todas las parcelas se obtiene una calidad intermedia, con 58 puntos. El orden de los niveles arrojados por el QBR en los ríos Lingue (Carrasco

et al 2014) y Maullín (Fernández, Rau & Arriagada, 2009) en Chile, es similar a los del curso hídrico estudiado. Con mejores resultados en la sección media del curso y valores menores en los extremos.

Cuadro 1. Índice de calidad de bosque de ribera en las parcelas de estudio.

Código	Sec 1	Sec 2	Sec 3	Sec 4	QBR total	Color	Nivel de calidad
1A	15	0	20	25	60	Amarillo	Intermedia
1B	20	5	15	25	65	Amarillo	Intermedia
4A	25	15	25	25	90	Verde	Buena
4B	15	10	25	25	75	Verde	Buena
7A	25	15	25	25	90	Verde	Buena
7B	0	0	5	25	30	Naranja	Mala
8A	15	20	0	25	60	Amarillo	Intermedia
8B	0	0	10	25	35	Naranja	Mala
10A	0	0	15	25	40	Naranja	Mala
10B	0	0	0	25	25	Rojo	Pésima
Promedio	9	6,5	14,5	25	58	Amarillo	Intermedia

De los resultados arrojados se puede deducir que la calidad de la ribera tiene una relación atribuible a la cercanía o no de las fuentes causales de la degradación del área. La calidad buena observada en dos parcelas de estudio, se sitúan en zona de menor acción antrópica y colindante con el área de menor intervención del bosque ribereño, mientras

las demás claramente están localizadas en áreas de mayor presencia humana. En todas las parcelas del bosque remanente, existe fuerte presencia de la especie *Syzygium cumini* Skeels más conocida como Jambul, género que según Hurrel, Delucchi & Keller (2017) sus especies son invasoras.

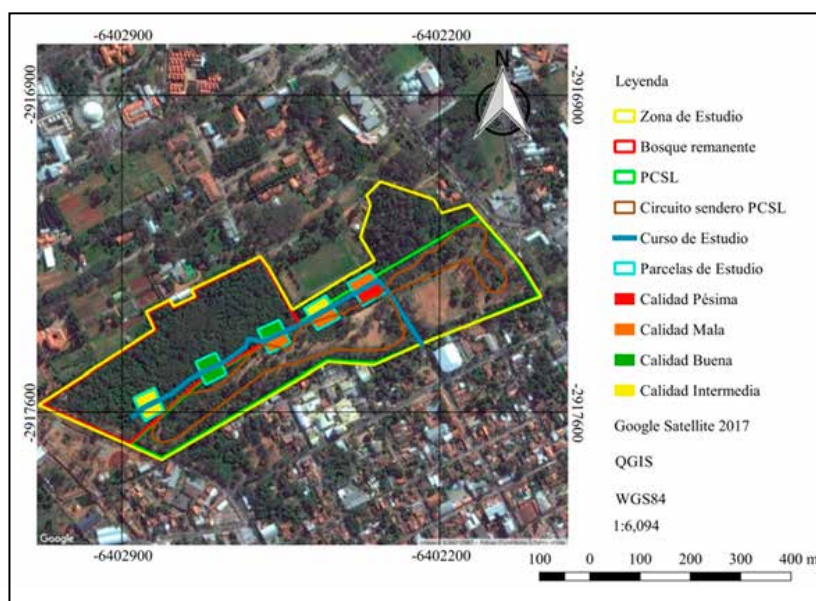


Figura 1. Índice de calidad del bosque ribereño por parcela.



- **La percepción de los usuarios sobre la calidad del ecosistema ribereño**

La mayor parte de los usuarios identificó la calidad de ecosistema de forma similar a los resultados del índice QBR. Los servicios

ecosistémicos, mejor identificados por los usuarios fueron recreación y bienestar, para la investigadora fue interesante que nadie haya seleccionado la opción que incluía a investigaciones (**Figura 2**).

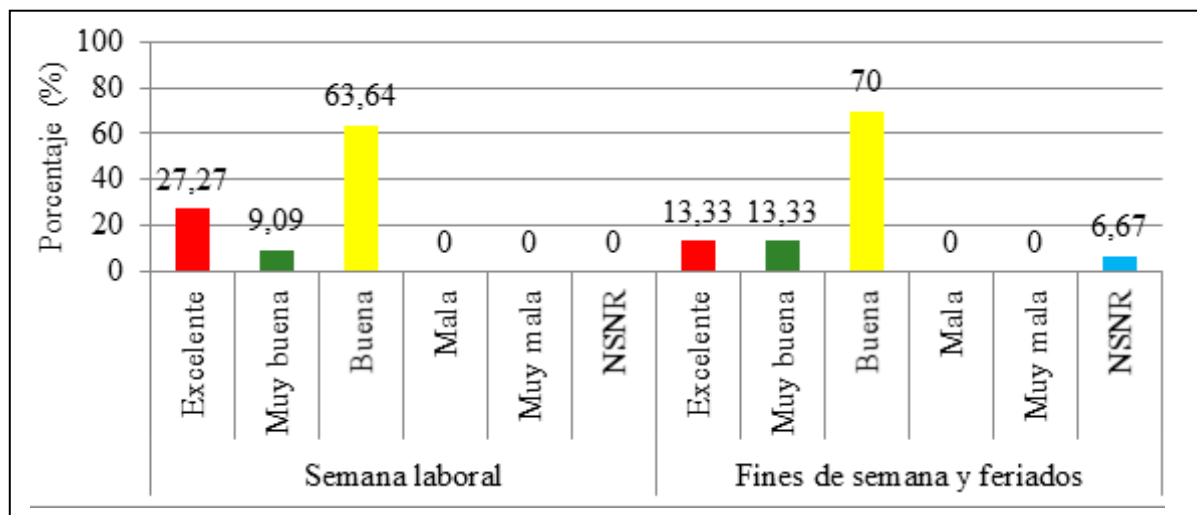


Figura 2. Percepción de usuarios sobre la calidad del ecosistema.

Sobre la importancia del PCSL, la mayoría de las respuestas apuntaron al uso social (**Figura 3**), en expresiones de algunos de los encuestados "es un lugar de recreación", "por la interacción, encuentro", "para venir a pasear y hacer actividad física" ó "porque está en San Lorenzo". De forma

similar, revisando las opciones de servicios ecosistémicos contemplados en el estudio, se resalta que alrededor de la ¾ parte de los entrevistados han señalado la recreación, el bienestar, la felicidad y la gloria como los servicios ecosistémicos más importantes.

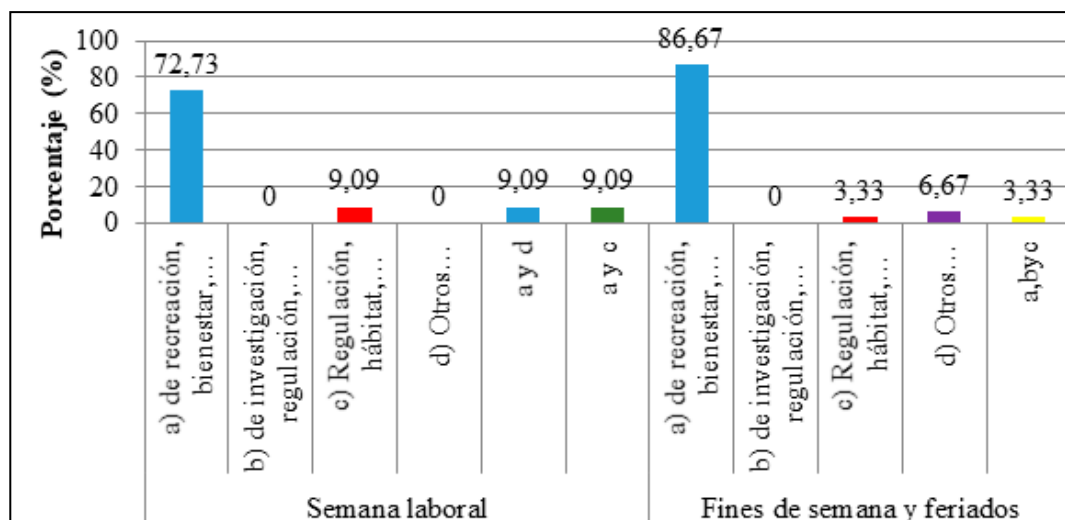


Figura 3. Servicios ecosistémicos percibidos por los usuarios



Conclusión

Las condiciones entre las márgenes son distintas, con calidad de bosque de ribera intermedia cuya potencialidad de menor o de mayor degradación dependerá de las acciones que tomen los gestores del área, la Universidad Nacional de Asunción y el Municipio de San Lorenzo. Los entrevistados otorgan al área un alto valor por el uso social pero baja identificación de servicios ecosistémicos.

Referencias bibliográficas

- Carrasco, S., Hauenstein, E., Peña-Cortés, F., Bertrán, C., Tapia, J., & Vargas-Chacoff, L. (2014). Evaluación de la calidad de vegetación ribereña en dos cuencas costeras del sur de Chile mediante la aplicación del índice QBR. *Gayana Botánica*, 71(1), 1-9. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-66432014000100002
- Cáceres Benegas, L. S. (2014). Indicadores aplicables a partir de los índices RFV, RQI y QBR para la evaluación de los bosques ribereños en Paraguay (Tesis de Ingeniería Ambiental). UNA Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay.
- Castorino Anzoategui, A. J. (2015). Análisis florístico de especies arbóreas y arbustivas representativas y descripción de la vegetación de un bosque de galería de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNA (Tesis). UNA. San Lorenzo, Paraguay.
- Fernández, L., Rau, J., & Arriagada, A. (2009). Calidad de la vegetación ribereña del río Maullín (41° 28' s; 72° 59' o) utilizando el índice QBR. *Gayana Botánica*, 66(2), 269-278. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-66432009000200011
- Gómez Leguizamón, C. M. (2013). Calidad ambiental de nacientes en el área urbana de la ciudad de San Lorenzo, Departamento Central (Tesis). UNA. San Lorenzo, Paraguay.
- Hurrell, J. A., Delucchi, G., Keller, H. A. (2017). Primer registro de *Syzygium Jambos* (myrtaceae) naturalizada en misiones, argentina. *Bonplandia*, 26(2), 125-132. Recuperado de www.jstor.org/stable/26514415
- Irrazabal, C., Echeverría, C., Duarte, M., Ramírez. (2005). Propuesta proyecto de parque ecológico en la Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Py (Tesis). San Lorenzo; Paraguay, UNA.
- Morillas, A. (s. f.). Muestreo en poblaciones finitas. Recuperado de <http://webpersonal.uma.es/~morillas/trmuestreo.pdf>
- Villalba Forcadell, C. V. (2011). Caracterización del servicio ecosistémicos de Regulación de calidad de agua del humedal del río salado, Dpto. Central, Paraguay. UNA. San Lorenzo, Paraguay.
- Vieytes, R. (2004). Metodología de la investigación en organizaciones, mercado y sociedad: epistemologías y técnicas. Buenos Aires, Argentina.
- Viu el Besos. (2014). Protocolo 7 (Índice de Calidad de Bosque de Ribera QBR). Recuperado de https://viuelbesos.files.wordpress.com/2014/07/protocolo_hidri_qbr.pdf



Crecimiento inicial de Marmelero (*Ruprechtia laxiflora* Meisn) con fines de arborización urbana

Cardoso, M.V.S.^{1*}, Perao, C.A.¹, Veras, M.S.¹, Brun, F.G.K.¹, Brun, E.J.¹

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil (Bolsista PIVIC).

*cardoso.mvs@hotmail.com

Introducción

La arborización es un contrapunto a la artificialización del escenario de las ciudades, recuperando lo natural y generando beneficios como embellecer el paisaje, incrementar y diversificar la fauna y la flora, la estabilización microclimática, reducir la polución del aire y traer indirectamente beneficios tanto a la salud física como mental. Por otro lado, la inserción de estas plantas en el medio urbano no es tan simple, siendo que este medio no es el hábitat más adecuado para las plantas. Por tanto, realizar estudios sobre la arborización de ciudades es un requisito fundamental para delinear cualquier planificación (Silva et al., 2007; Souza et al., 2017).

Para la selección de árboles para arborización urbana, es necesario considerar las siguientes características: desarrollo, tamaño, copa (forma, densidad y hábito), floración, fructificación, resistencia a plagas, enfermedades y polución, ausencia de principios tóxicos, no debe tener ramas quebradizas y raíces superficiales, las características del suelo urbano deben ser tolerantes, necesitan poco mantenimiento y deben ser preferentemente nativas (Phillips, 1993; Biondi, 2004; Cobalchini, 2004).

El Marmelero (*Ruprechtia laxiflora* Meisn), es una especie nativa de Brasil, perteneciente a la familia Polygonaceae,

presente en varias provincias del país (São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso y Bahia), siendo una especie de hoja caduca, alcanzando de 10 a 20 metros de altura y su clasificación sucesional secundaria tardía, no pionera, presenta flores blancas, dando frutos en julio y agosto, y demuestra potencial en el empleo principalmente de áreas verdes como plazas, parques y jardines, como ocurre en Argentina (Carvalho, 2003; Carvalho, 2006).

El monitoreo y análisis del crecimiento es un campo poco explorado en el medio urbano, por lo que se restringe al uso de la literatura con fines comparativos. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo medir el crecimiento del Marmelero (*Ruprechtia laxiflora* Meisn.) con un enfoque en la arborización con especies nativas.

Metodología

El presente estudio se realizó en la Universidad Tecnológica Federal del Paraná, Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV), Brasil. El clima de la región es subtropical húmedo (Cfa), caracterizado por veranos calurosos, con suelos clasificados como nitosol rojo y parches de neossols litólicos (Alvares, Stape, Sentelhas, De Moraes & Sparovek, 2013; Cabreira, 2015).

El Campus Dois Vizinhos cubre una zona de 192 ha, su arborización tiene cerca de



600 individuos repartidos en 77 especies (Cardoso, Brun, Mendes, Pontes & Brun, 2020). Para el estudio fueron seleccionados 10 especímenes de Marmelero (*Ruprechtia laxiflora* Meisn.).

Para el estudio, los individuos fueron seleccionados de las plantaciones del campo experimental de especies de la Unidad de Docencia, Investigación y Extensión (UNEPE) (asociación entre UTFPR - Campus Dois Vizinhos y Companhia Paranaense de Eletricidad (COPEL)). Los individuos en cuestión fueron plantados en pozos con formato de cuenca (1,5 x 0,6 m) recibiendo fertilizante orgánico (5 litros de estiércol de aves de corral) y fertilizante químico (300 g de NPK 06-30-06) en un amplio cantero de césped.

Para el análisis de crecimiento se midieron variables dendrométricas como: altura total (ht), altura de la primera bifurcación (hb), altura de la primera rama viva (hg) y altura de la copa (hc) en metros (m); área de la copa (Ac) en metros cuadrados (m²); diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetros. Los datos se recopilaron en una hoja de cálculo de Excel Microsoft® y se calculó el Incremento Promedio Anual (IPA), el cual se comparó con la literatura.

Resultados y discusión

El período de crecimiento de los individuos evaluados comprende 02 años como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Evaluación del crecimiento de individuos de Marmelero (*Ruprechtia laxiflora* Meisn) de 2018-2020 sembrados en la arborización urbana.

Cod.	Especie	Año de Siembra	DAP (cm)	ht (m)	hb (m)	hc (m)	hg (m)	Ac (m ²)
2018								
278	Marmelero	2018	1,5	1,6	1,2	0,4	1,0	0,9
282	Marmelero	2018	1,0	1,6	1,1	0,6	1,1	1,4
283	Marmelero	2018	2,5	2,9	1,5	1,5	2,4	0,3
330	Marmelero	2018	2,0	1,0	0,6	0,5	0,6	1,2
343	Marmelero	2018	1,8	2,0	0,7	1,3	1,0	0,5
	Promedio		1,8	1,8	1,0	0,8	1,2	0,9
2019								
278	Marmelero	2018	1,6	1,8	1,3	0,5	1,1	1,0
282	Marmelero	2018	1,1	1,8	1,2	0,6	1,2	1,5
283	Marmelero	2018	2,7	3,2	1,6	1,6	2,6	0,4
330	Marmelero	2018	2,2	1,1	0,6	0,5	0,6	1,3
343	Marmelero	2018	1,9	2,2	0,8	1,4	1,1	0,5
478	Marmelero	2019	1,2	1,6	0,9	1,0	0,9	0,8
480	Marmelero	2019	0,9	1,7	1,1	0,6	0,9	0,3
482	Marmelero	2019	1,5	1,6	1,0	0,7	0,9	0,5
484	Marmelero	2019	1,5	1,5	0,9	0,2	0,9	0,6
486	Marmelero	2019	1,8	1,9	1,3	0,3	1,1	1,2
	Promedio		1,6	1,8	1,1	0,7	1,1	0,8
2020								
278	Marmelero	2018	1,4	1,8	1,0	0,8	1,0	1,5
282	Marmelero	2018	1,8	2,2	1,2	1,0	1,2	4,5
283	Marmelero	2018	2,9	3,5	1,7	1,7	2,8	0,4
330	Marmelero	2018	3,3	4,0	0,7	3,3	0,7	5,7
343	Marmelero	2018	1,8	2,7	0,8	1,9	0,8	2,1
478	Marmelero	2019	1,3	2,1	1,0	1,1	0,9	3,7
480	Marmelero	2019	1,0	1,8	1,2	0,6	0,6	1,6
482	Marmelero	2019	1,6	1,9	1,1	0,8	0,9	6,6
484	Marmelero	2019	1,6	1,2	1,0	0,3	1,0	2,9
486	Marmelero	2019	1,9	1,7	1,4	0,3	1,4	0,9
	Promedio		1,9	2,3	1,1	1,2	1,1	3,0



La altura total (ht), en las mediciones de 2018-2019, presentó el mismo promedio, 1,8 m, siendo posible asociar la adición de nuevos plantines al promedio, mostrando un crecimiento a 2,3 m en 2020. Los plantines colocados en 2018 presentaron alturas totales elevadas y copa pequeñas debido a la poda de conducción realizada en el vivero.

El espécimen "343", en 2019, sufrió daños (70,0% de rotura del dosel), luego de no reprimir una higuera, cayendo sobre la plántula, sin embargo en 2020 se verificó recuperación y un incremento de 76,2 % en área de copa, con 02 podas de elevación de copa en 2020 (enero y septiembre), mostrando una buena recuperación.

El plantín con el código "486", (Figura 1A), sufrió una poda drástica y sin orientación de su copa y deposición

de materiales de construcción junto al plantín, reduciendo y dañando el área de su copa en 25,0%, influyendo directamente en el almacenamiento de carbohidratos, disminuyendo el incremento de diámetro en este espécimen.

En 2020, hubo daño a los brotes de individuos sembrados en 2019 (478; 480; 482; 484; y 486), por escarabajos verdes (*Iphimeis dives*) (Figura 1B), siendo su principal daño en brotes apicales y ataques en alta intensidad si no hay área foliar disponible, pudiendo causar la muerte de la planta (Alves, 2016) y del escarabajo de la rosa (*Rutela lineola*) (Figura 1C), siendo su principal daño a las hojas y flores (Agrolink, 2020), por lo que es necesaria una investigación a profundidad sobre los efectos de la próxima medición de 2021, principalmente sobre las variables de altura total, altura y área del dosel.

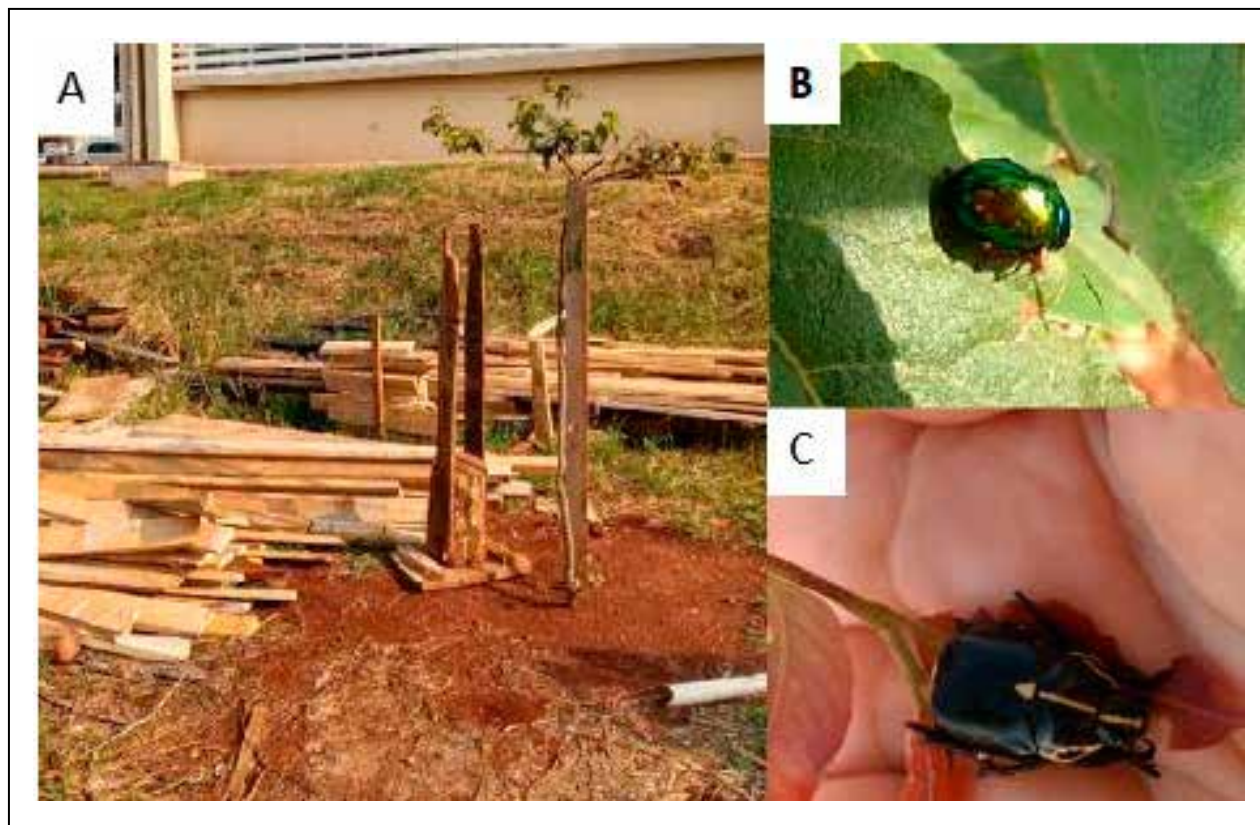


Figura 1. Daños causados por vandalismo e insectos - plagas a los ejemplares evaluados: (A) Sitio de construcción cerca del plantín; (B) escarabajo verde (*Iphimeis dives*); (C) Ejemplar de escarabajo de la rosa (*Rutela lineola*) encontrado atacando los brotes y hojas de los plantines.



En cuanto a la altura de la primera rama viva (hg), se encontró que en el 30,0% de los ejemplares hubo una reducción entre los años 2019-2020, debido a la inducción de la formación de brotes epicórmicos laterales cercanos al tronco. Este hecho también merece una mejor investigación en la próxima medición para observar este comportamiento, ya que implica un incremento en la poda para quitar ramas laterales, en consecuencia, influye en el costo de manejo del árbol.

El espécimen "278" fue el único que observó una reducción del 23,1% en su altura de bifurcación (hb) en las mediciones 2019-2020, lo que permitió asociar la realización de una poda de conducción utilizada en el espécimen, porque las ramas presentaron malformaciones y que en el futuro podrían

convertirse en un factor de riesgo de caída de la copa.

La altura de copa (hc) es cercana al 52,2%, la proporción de copa ideal para individuos destinados a la arborización, incluso después de la poda, donde se requieren árboles con grandes proporciones de copa (67,0 %) en relación a la altura total del árbol para obtener un buen índice de sombra y especialmente comodidad térmica (Pokorny, 1992). Un aspecto interesante de la especie es su gran potencial de resiliencia ante factores externos como los daños por accidentes, siendo un factor positivo para ser utilizado en entornos urbanos por su adaptación.

El Incremento Promedio Anual (IPA) muestra el crecimiento de los individuos independientemente de la edad, como se puede ver en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Incremento promedio anual del crecimiento de la especie *Ruprechtia laxiflora* en arborización en el periodo 2018-2020.

Periodo	DAP (cm)	ht (m)	hb (m)	hc (m)	hg (m)	Ac (m ²)
2018-2020	0,5	1,0	0,1	0,9	0,1	2,0
2019-2020	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2,5
Promedio	0,3	0,6	0,1	0,5	0,1	2,2

Según Carvalho (2003), la especie muestra un Incremento Promedio Anual (IPA) en plantaciones puras en el municipio de Foz do Iguazu - PR de 0,7 cm año⁻¹ en DAP y 0,7 m año⁻¹ en altura total (ht). En el Cuadro 2 se observa que el crecimiento de los individuos se presenta por debajo de la literatura comparada, siendo de 0,3 cm. año⁻¹ en DAP y 0,6 m. año⁻¹ en altura total (ht), aprovechando factores de influencia externos, como ataques de insectos y vandalismo, aunque estas lesiones se han recuperado.

Conclusión

El incremento promedio anual del Marmelero (*Ruprechtia laxiflora* Meisn.) mostró resultados por debajo de la literatura comparada, debido al ataque de insectos y plagas como los escarabajos en los brotes, restringiendo el desarrollo de la copa en área y altura, en consecuencia, el desarrollo de los individuos, se ha estancado.

A pesar de estos aspectos, la especie mostró un buen potencial de resiliencia



ante daños por accidentes, como la pérdida de parte de su copa, ya que logró recuperar completamente la copa y aumentarla en un 76,2% tras el accidente.

En este sentido, el monitoreo a largo plazo del crecimiento de la especie es fundamental, a fin de observar si el estancamiento ocurrido es momentáneo debido al ataque de insectos y vandalismo en algunos ejemplares, y si se perpetúa la resiliencia y plasticidad ecológica que se presenta luego de la ocurrencia de accidentes para la adaptación de la especie, condiciones impuestas por el entorno urbano.

Referencias bibliográficas

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., De Moraes, G. J. L., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.
- Alves, A. L. (2016). *Adubação foliar com silicato na ocorrência de pragas e características agronômicas do feijoeiro comum* Dissertação (Mestrado em Agronomia). Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Recuperado de http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/1327/1/Andre_Alves_2016
- Agrolink. (2020). Besouro (*Rutela lineola*). Recuperado de https://www.agrolink.com.br/problemas/besouro_536.html
- Biondi, D. (2004). Plantas invasoras na arborização urbana e paisagismo. En J. H. P., Macedo &, E. A., Bredow (Eds.), *Princípios e rudimentos de controle biológico de planta – Coletânea* (pp.03-09). Curitiba: FUPEF.
- Cabreira, M. A. F. (2015). *Levantamento de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos* (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná –Campus Dois Vizinhos. Recuperado de http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10932/2/DV_COENF_2015_2_016.pdf
- Cardoso, M. V. S., Brun, F. G. K., Mendes, L. G. A., Pontes, D. O., & Brun, E. J. (2020). *Crescimento do Holocalyx balansae Micheli para a arborização urbana*. En Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, Toledo, PR.
- Carvalho, P. E. R. (2003). *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília: EMBRAPA.
- Carvalho, P. E. R. (2006). Marmeleiro-Bravo. *Circular Técnica*, 122, 1-8. Recuperado de <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/303961/1/circtec122.pdf>



Cobalchini, J. I. (2004). Critérios para a escolha de espécies utilizadas na arborização urbana viária. En, J.H.P., Macedo &, E.A., Bredow (Eds.), *Princípios e rudimentos de controle biológico de plantas – Coletânea* (pp.11-13). Curitiba: FUPEF.

Phillips, L. E. (1993). *Urban tree: Guide for selection, maintenance and master planning*. New York: McGraw-Hill.

Pokorny, J. D. (1992). *Urban tree risk management: a community guide to program design and implementacion*. El Dorado: USDA, Forest Service.

Silva, L. M., Moccellin, R., Weissheimer, D. I., Zboralski, A. R., Fonseca, L., & Rodighiero, D. A. (2007). Inventário e sugestões para arborização em via pública de Pato Branco/PR. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 2(1), 101-108.

Souza, M. A. S., Souto, P. C., dos Santos, S. P., Fernandes, A. D. A. N., Lima, F., & Souto, J. S. (2017). Percepção da população relacionada à arborização urbana de praças no centro da cidade de Patos-PB. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 12(4), 368-375.



Crecimiento de Granadillo Brasileño (*Libidibia ferrea* var. *parvifolia* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz) con fines de arborización urbana

Cardoso, M.V.S.^{1*}, Veras, M.S.¹, Perao, C.A.¹, Brun, F.G.K.¹, Brun, E.J.¹

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil (Bolsista PIVIC).

*cardoso.mvs@gmail.com

Introducción

La urbanización concentra personas, materiales y energía en áreas geográficas relativamente pequeñas para facilitar el funcionamiento de la sociedad. La urbanización a menudo degrada la calidad ambiental local y regional a medida que los paisajes naturales son reemplazados por edificaciones. Los subproductos de la urbanización (por ejemplo, calor, combustión y emisiones químicas) afectan la salud de los paisajes locales y regionales, así como la salud de las personas que residen, visitan y/o trabajan en áreas urbanas (Nowak, 2006).

La arborización urbana se caracteriza por ser uno de los elementos más importantes que conforman el ecosistema de las ciudades y que, por los beneficios que produce, debe ser una preocupación permanente de toda la planificación urbana (Veras, 1986).

La vegetación urbana, a través de su funcionamiento natural, puede mejorar la calidad ambiental y la salud humana en y alrededor de las áreas urbanas. Estos beneficios incluyen mejoras en la calidad del aire y el agua, preservación de la diversidad de la fauna y flora locales, conservación de energía, temperaturas del aire más bajas, radiación ultravioleta reducida y muchos otros beneficios ambientales y sociales. La vegetación urbana adecuadamente diseñada y gestionada se puede utilizar

como una "biotecnología" natural para reducir algunos de los efectos ambientales y de salud adversos asociados con la urbanización (Nowak 2006; Nowak & Dwyer, 2007; Carvalho, 2010).

Según el escenario presentado, el presente trabajo tuvo como meta hacer la medida del crecimiento del Granadillo Brasileño (*Libidibia ferrea* var. *parvifolia* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz) centrándose en la arborización de aceras con especies nativas.

Metodología

El presente estudio se realizó en la Universidad Tecnológica Federal del Paraná, Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV), Brasil. El clima de la región es subtropical húmedo (Cfa), caracterizado por veranos calurosos, con suelos clasificados como nitosol rojo y parches de neossols litólicos (Alvares, Stape, Sentelhas, De Moraes, & Sparovek, 2013; Cabreira, 2015).

El Campus Dois Vizinhos cubre una zona de 192 ha, su arborización tiene cerca de 600 individuos distribuidos en 77 especies (Cardoso, Brun, Mendes, Pontes, & Brun, 2020). Para el estudio fueron seleccionados 10 especímenes de Granadillo Brasileño.

El Granadillo Brasileño (*Libidibia ferrea* var. *parvifolia* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz es una



especie originaria de Brasil, perteneciente a la familia Fabaceae, con una altura de 10 a 20 m y un diámetro que varía de 40 a 60 cm. Las hojas son del tipo compuestas, los frutos son indehiscentes y las semillas son duras y de color marrón oscuro. Se usa frecuentemente en jardinería, brindando una buena sombra y por la belleza de su tamaño, el cual se acentúa por los tonos claros y oscuros que se forman en la superficie del tronco, siendo utilizado en la arborización de ciudades como Brasilia - DF y en ciudades de clima frío como Curitiba - PR, también indicado para la arborización y la restauración de Áreas de Preservación Permanente (APP) degradadas, siendo tolerante a la siembra en áreas abiertas y maderas de larga durabilidad (Lorenzi, 1992; Lorenzi, 2002; Carvalho, 2003; Maia, 2004; Matos, 2007).

Para el estudio, los individuos fueron seleccionados de las plantaciones del campo experimental de especies de la Unidad de Docencia, Investigación y Extensión (UNEPE) (asociación entre UTFPR - Campus Dois Vizinhos y Companhia Paranaense de Eletricidad (COPEL)). Los individuos en cuestión fueron plantados en pozos con formato de

cuenca (1,5 x 0,6 m) recibiendo fertilizante orgánico (5 L de estiércol de aves de corral) y fertilizante químico (300 g de NPK 06-30-06) en un amplio cantero de césped.

El muestreo para inferencia del comportamiento de crecimiento de la especie se basó en la literatura, donde se verifican muestras de 03 a 124 individuos (Carvalho, 1982; María, 2002; Cosmo et al 2009; Weber, 2013; Santos & Sousa, 2015).

Para el análisis de crecimiento se midieron variables dendrométricas como: altura total (ht), altura de la primera bifurcación (hb), altura de la primera rama viva (hg) y altura de la copa (hc) en metros (m); área de la copa (Ac) en metros cuadrados (m²); diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetros. Los datos se recopilaron en una hoja de cálculo de Excel Microsoft® y se calculó el Incremento Promedio Anual (IPA), el cual se comparó con la literatura.

Resultados y discusión

El período de crecimiento de los individuos evaluados comprende 03 años como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Evaluación del crecimiento de individuos de Granadillo Brasileño de 2017-2020 sembrados en la arborización urbana.

Cod.	Especie	Año de Siembra	DAP (cm)	ht (m)	hb (m)	hc (m)	hg (m)	Ac (m ²)
2017								
154	Granadillo Brasileño	2017	1,2	1,9	0,0	1,9	0,5	0,2
170	Granadillo Brasileño	2017	2,2	2,9	1,2	1,6	1,2	5,5
171	Granadillo Brasileño	2017	2,6	2,0	1,8	0,2	1,7	4,8
		Promedio	2,0	2,3	1,0	1,2	1,2	3,5
2019								
154	Granadillo Brasileño	2017	1,3	2,0	0,0	2,0	0,5	0,2
170	Granadillo Brasileño	2017	2,3	3,0	1,3	1,7	1,3	5,7
171	Granadillo Brasileño	2017	2,7	2,1	1,9	0,2	1,8	5,0
		Promedio	2,1	2,4	1,1	1,3	1,2	3,6
2020								
154	Granadillo Brasileño	2017	6,4	3,2	0,7	2,6	0,7	3,2
170	Granadillo Brasileño	2017	4,9	3,6	2,6	1,0	2,6	5,9
171	Granadillo Brasileño	2017	4,5	4,2	1,2	3,0	1,2	8,7
		Promedio	5,3	3,7	1,5	2,2	1,5	6,0



La especie presentó una característica prometedora, de rápido crecimiento, siendo posible encontrar ejemplares que alcanzaron altura de bifurcación y primera rama viva aptas para patrones de arborización urbana ($> 1,8$ m) en solo 02 años después de la siembra en un lugar definitivo, y para un parámetro tan adecuado se confirma la importancia de utilizar mudas conformadas para el patrón de arborización urbana.

En el año 2020, ocurrió un severo ataque del Escarabajo Verde (*Iphimeis dives*), siendo visible su principal daño en los brotes apicales, defoliando los ejemplares "154" y "170", reduciendo el área de dosel de los ejemplares, principalmente del segundo ejemplar, que aumentó solo $0,2$ m² en el área de la copa en las mediciones de 2019-2020.

Actualmente, al tratarse de un área pequeña, se recomienda monitorear la evolución de los daños, y si es necesario la recolección manual de escarabajos y la aspersión de especímenes con aceite de neem.

El espécimen "171" mostró una reducción en la altura de la primera rama viva (hg) y en la altura de la bifurcación (hb), reduciéndose en $0,5$ y $0,6$ m, respectivamente, asociada a la aparición de un brote lateral, requiriendo poda de relevamiento y seguimiento de especímenes, para confirmar esta característica en la especie o verificar si es un caso aislado.

El Incremento Promedio Anual (IPA) muestra el crecimiento de los individuos independientemente de la edad, como se puede ver en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Incremento Promedio Anual del crecimiento de la especie *Libidibia ferrea* var. *parvifolia* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz en arborización en el periodo 2017-2020.

Periodo	DAP (cm)	ht (m)	hb (m)	hc (m)	hg (m)	Ac (m ²)
2017-2020	3,2	1,4	0,5	0,9	0,3	2,5

En el Cuadro 2 se observa que los especímenes mostraron resultados por encima de la literatura comparativa (Cuadro 3), siendo $1,4$ m. año⁻¹ de altura total y $3,2$

cm. año⁻¹ en DAP, mostrando resultados positivos, demostrando buena adaptación a la ubicación y condiciones externas.

Cuadro 3. Incrementos promedios anuales registrados en situaciones de arborización urbana por la especie en ciudades brasileñas.

Local	DAP (cm)	ht (m)	Autor
Dois Vizinhos	$3,2$ cm.ano ⁻¹	$1,4$ m. ano ⁻¹	Este trabalho
Rio de Janeiro	$0,9$ cm. ano ⁻¹	$0,4$ m. ano ⁻¹	Menezes (2016)
Brasília	$0,7$ cm. ano ⁻¹	$0,3$ m. ano ⁻¹	Mota (2012)

En el Cuadro 3, se puede observar que los especímenes implantados en el presente estudio muestran un mayor crecimiento de $355,6\%$ en DAP y $350,0\%$ en altura total en comparación con su región natural, como

es el caso de Río de Janeiro (RJ) cuando es implantada en arborización urbana.

Tal hecho puede estar asociado con las condiciones para la implantación de las



mudas, con el sistema de pozos, ya que en este estudio se adoptó el estándar recomendado por la Sociedad Internacional de Arboricultura (ISA), que tiene la forma de una "cuenca" (1,5 x 0,6 m). Al ser un pozo más ancho permite un mayor desarrollo del sistema radicular debido al mayor volumen de suelo con menor resistencia a la penetración radicular, la mayor superficie de suelo volteado durante su preparación, especialmente de las raíces, asegurando un mayor crecimiento en comparación con las áreas donde se adoptó el patrón de pozos convencionalmente utilizados en Brasil, que es del pozo cuadrado (0,6 x 0,6 x 0,6 m) como se ve en Río de Janeiro (RJ) y Brasilia (DF).

Otro patrón observado en la especie está relacionado con la disponibilidad de agua en el suelo, observándose que, en regiones con menos precipitaciones, como Brasilia (DF), ocurre una reducción del orden de 21,9% de crecimiento en DAP y 21,4% en altura, en comparación con este estudio, por lo tanto, la especie tiene una alta demanda de humedad y agua disponible en el suelo, lo que es uno de los factores más restrictivos cuando se encuentra en un entorno urbano.

Conclusión

El incremento promedio anual del Grاندillo Brasileño (*Libidibia ferrea* var. *parvifolia* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz) en el estudio fue superior al de la literatura (1,4 m. año⁻¹ en altura total y 3,2 cm. año⁻¹) en DAP, mostrando un rápido crecimiento.

La forma del pozo para la implantación de las mudas es un factor que contribuye significativamente al crecimiento de la especie, debido a las condiciones físicas del suelo

para el desarrollo de las raíces, siendo el formato de "cuenca" el más prometedor en este sentido.

La disponibilidad de agua del suelo es otro factor que ha demostrado influencia en el crecimiento de la especie cuando se implanta en el medio urbano.

La especie tiene potencial de uso en áreas urbanas, pudiendo ser utilizada en calles, parques y estacionamientos, debido a sus características y tolerancia a la siembra en áreas abiertas.

Sin embargo, es fundamental observar los efectos que generan los ataques de los escarabajos verdes en la próxima medición de 2021, principalmente en las variables de área de copa (Ac), altura de copa (hc) y altura total (ht).

Referencias bibliográficas

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P.C., De Moraes, G. J. L., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.
- Cabreira, M. A. F. (2015). Levantamento de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná –Campus Dois Vizinhos (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Florestal). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos.
- Cardoso, M. V. S., Brun, F.G.K., Mendes, L. G. A., Pontes, D. O., & Brun, E.J. (2020). Crescimento do *Holocalyx balansae* Micheli para a arborização urbana. *En XXV Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica*. Anais. Toledo:



- Carvalho, P. E. R. (1982). *Comparação de espécies nativas, em plantio em linhas em capoeira na região de Irati – PR – Resultados aos sete anos. Boletim de Pesquisa Florestal*, (5), 53–68.
- Carvalho, P. E. R. (2003) *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília: EMBRAPA.
- Carvalho, J.B. (2010). Percepção e relações ambientais dos moradores da comunidade agrícola Palestina no município de Axixa – TO. En 1ª Jornada de Iniciação Científica e Extensão do IFTO. *Anais*. Axixa : Eletrônicos. JICE.
- Cosmo, N. L., Lira, P. K., Moresco, G. C., Sofiatti, P., Sousa, T. R., Vasconcellos, T. J., ...Lisi, C. S. (2009). Dendroecologia da *Ocotea porosa* (imbuia), Lauraceae em áreas de Floresta Ombrófila Mista na região de Faxinal do Céu, Paraná. En 5ª Semana Sul Americana de campo em Dendrocronologia. *Anais*.
- Lorenzi, H. (1992). *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, São Paulo: Editora Plantarum.
- Lorenzi, H. 9 (2002). *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. (2º Ed). Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Maia, N. G. (2004). *Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades*. São Paulo: Embrapa Semiárido..
- María, V. R. B. (2002). *Estudo da periodicidade de crescimento, fenologia e relação com a atividade cambial de espécies arbóreas tropicais de Florestas Estacionais Semidecíduais*. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Piracicaba, SP: ESALQ/USP.
- Matos, F. J. A. (2007). *Plantas medicinais: Guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no nordeste do Brasil*. (3º Ed.). [s.l.]: Imprensa Universitária.
- Menezes, T. D. S. B. (2016). *Avaliação do desenvolvimento de parte da arborização urbana do bairro de Campo Grande, Rio de Janeiro, RJ*. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.



Mota, F. C. M., Ferreira, J. C. S., & Imaña, J. M. E. (2012). Análise do crescimento de *Caesalpinia ferrea* MART. no campus da Universidade de Brasília, DF. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 7(4), 34.

Nowak, D. J. (2006). Institutionalizing urban forestry as a "biotechnology" to improve environmental quality. *Urban Forestry & Urban Greening*, 5(2), 93-100.

Nowak, D. J., & Dwyer, J. F. (2007). Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. En *Urban and community forestry in the northeast*. Dordrecht: Springer.

Santos, A. F., J., A. C., & Sousa, P. A. de. (2013). Fitossociologia e diversidade de espécies arbóreas das praças centrais do município de Gurupi -TO. *Revista Brasileira de Arborização Urbana*, 8(4), 36-46.

Veras, L. M. S. C. (1986). Plano de arborização de cidades—metodologia. En *Congresso Nordestino de Ecologia. Anais. Recife: UFRPE, Departamento de Biologia*.

Weber, V. P. (2013). *Relação morfométrica e de competição no crescimento de Ocotea porosa (Nees et Martius ex Nees) Liberato Barroso na região central de Santa Catarina*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria.



Percepción de capacidades y actitudes de las estudiantes del “Centro Educativo Mbaracayu” sobre la conservación de los recursos naturales, Paraguay

Telles, M.N.^{1*}, Aranda Espinoza, M.L.¹, Salas-Dueñas, D.¹

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería en Ecología

*mariantellesa@gmail.com

Introducción

La educación consiste en el conjunto de conocimientos adquiridos a lo largo de las etapas de formación del educando permite que el individuo comprenda su realidad y contribuya a afirmar capacidades y valores para su integración social y mejoramiento de la calidad de su vida y su comunidad. Es esencial para el uso sostenible de recursos, que es considerado como el método o proceso que no trata del uso de recursos específicos aisladamente, se requiere un enfoque integrado, en el que el uso sostenible de recursos sea definido como el uso de los recursos naturales que permanece dentro de los límites de la capacidad ambiental y sobre esa base satisface las necesidades de la presente generación, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. La educación es fundamental para cambiar valores, actitudes y conductas (UNESCO, 2009).

El CEM tiene el objetivo de favorecer la transformación de las adolescentes en situación de pobreza en agentes del desarrollo sostenible de sus comunidades y protección del medio ambiente. Es un centro educativo autosuficiente que busca promover el espíritu emprendedor, de manera que adquieran una formación técnica ambiental, integral, autosuficiente, ética y humanística permitiéndoles alcanzar las competencias para incorporar y desarrollar una gestión ambiental y agroecológica (Fundación Moisés Bertoni [FMB], 2015).

Metodología

La investigación se realizó en el Centro Educativo Mbaracayú (CEM) – Paraguay, que se encuentra dentro de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, administrado por la Fundación Moisés Bertoni.

El abordaje de la investigación fue mixto, con un enfoque cuantitativo descriptivo para acceder a las variables de capacidades y actitudes adquiridas por las estudiantes en el periodo de formación como aporte del currículo del CEM. El enfoque cualitativo de análisis documental comprendió la revisión del plan de estudios vigente en la institución, considerando competencias nacionales y regionales, así como las locales del CEM.

La población de estudio estuvo constituida por 120 mujeres estudiantes del CEM, de entre 15 y 19 años. La muestra estuvo constituida por 29 estudiantes del 3er año de la media bajo el criterio de selección de que los integrantes de la muestra hayan cursado la mayor parte del currículo lo cual permite un mayor rango de comparación del aprendizaje y cambio conductual en el ciclo educativo.

También se realizaron entrevistas a informantes clave: directora del CEM, profesores/as y funcionarios presentes al momento de la recolección de datos. Según Hernández, Fernández & Baptista (2006), el objetivo de este tipo de muestra



en investigaciones de tipo cualitativo como lo son la riqueza, profundidad y calidad de la información, no la cantidad ni la estandarización. Para la recolección de datos se utilizó encuestas en escala de Likert, entrevistas y observación directa.

Resultados y discusión

Se analizó el plan específico del Bachillerato Técnico en Ciencias Ambientales el cual forma parte del Programa Nacional de Educación de Paraguay. En la especialidad del plan de estudio se encuentran cuatro áreas académicas de conocimiento: 1. Administración Ambiental, 2. Preservación y Degradación Ambiental, 3. Investigación Social y Ambiental y, 4. Planificación y Proyecto Sustentable.

El análisis de las áreas relacionadas a la conservación de los recursos naturales demuestra que el 50% de las asignaturas se desarrollan en el área de Administración Ambiental, el 25% en el área de Preservación y Degradación Ambiental, 16% en el área Planificación y Proyecto Sustentable y 9% en Investigación Social y Ambiental. Los encargados de la institución educativa indicaron que las áreas contribuyen a la formación y a un notable cambio en el comportamiento y las actitudes que se van forjando a lo largo del ciclo educativo en las estudiantes del CEM. Se hace referencia a la educación diferenciada que reciben las estudiantes mediante el sistema de internado. El CEM realiza sus actividades educativas con la filosofía de "Aprender haciendo", en la cual las estudiantes desarrollan sus clases teóricas y prácticas.

Las actividades prácticas del CEM se desarrollan en la granja y huerta interna; dentro de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayu. Se observó que las estudiantes que se encuentran en la semana de prácticas de cam-

po ayudan en las actividades de instalación de huertas con biofiltro, crianza de cerdos, gallinas, piscicultura, plantaciones de maíz, banano, mandioca, entre otros, donde las estudiantes son las encargadas de realizar las actividades instruidas por los docentes.

La percepción que tienen las estudiantes del CEM del área de **Administración de los Recursos Naturales** sobre las capacidades adquiridas expresa que el 67% de las estudiantes indicaron que las asignaturas dadas en el CEM contribuyen mucho a la conservación de los recursos naturales, el 27 % en un grado medio y el 6% expresó que el aporte fue poco. En esta área académica se verifican actividades que contribuyen al desarrollo de las capacidades como clasificación de los residuos sólidos, plantación de árboles como filtro sonoro, prácticas agroecológicas.

En cuanto a las actitudes de las estudiantes del CEM las estudiantes manifestaron el aporte que las mismas pueden dar a la conservación de los recursos naturales luego de estudiar en la institución donde manifestaron *"no conocía el significado de una reserva natural y no era consciente de la importancia de para contribuir a un mundo mejor"*.

En el área académica de **Preservación y Degradación Ambiental** el 63% de las estudiantes expresó que la misma contribuye mucho en la adquisición de capacidades para conservación de recursos naturales, el 26 % opinó que el aporte es medio y 11% expresó que el aporte era escaso.

Los conocimientos que aportan a la conservación y protección de los sistemas naturales, la biodiversidad, se presentan a través de temas tales como: ecosistema rico y pobre en especies, extensión de especies, situación de las áreas protegidas



del Paraguay, manejo de los recursos naturales. . Las mismas manifestaron el valor que puede tener contar con una producción autosustentable.

Para el área, **Investigación Social y Ambiental** las estudiantes indicaron que las capacidades adquiridas contribuyen mucho a la conservación en un 65 % y de medio a poco en el 35%.

Las estudiantes enfatizaron la relación que existe en esta área para contribuir al uso y conservación de los recursos naturales, indicaron que *"antes de entrar al CEM no dimensionaban la relación del ser humano con la naturaleza"*. Se desarrollan temas referentes a la investigación, relación de las ciencias sociales con las ambientales, al conocimiento tradicional indígena en Paraguay, las actividades y etapas de la vida, y la organización social.

En el caso de la educación en el CEM, las mismas hablan y reflexionan sobre los distintos grupos sociales y enfatizan que es posible que todos puedan aportar o contribuir para la conservación de los recursos naturales desde el propio lugar. Esto se enmarca en lo señalado por UNESCO (2016), que indica que reconducir los programas educativos de manera que se permita a los educadores y educandos proteger la biodiversidad es un desafío actual.

En el área **Planificación y Proyecto Sustentable** las estudiantes manifestaron que el mismo contribuye mucho en más del 75% y un 25% opina que aporta de medio a poco en la conservación de los recursos naturales.

Las prácticas agroecológicas en las que se incluyen proyectos contribuyen a la formación y destacan que *"las hace sentirse preparadas para tomar decisiones a futuro y sobre todo ayuda a convertirlas en mujeres decididas a emprender"*.

Existe un cambio positivo en las actitudes de las estudiantes, al interactuar con diferentes grupos y la convivir con distintas realidades. También se da un proceso interesante desde que inician hasta que culminan la educación media, *"al entrar al CEM hay que guiarlas hacia normas de convivencia y disciplinas, y finalmente se convierten en mujeres autosuficientes"* expresan los docentes.

La mayoría de las estudiantes coinciden que para tener actitudes que conduzcan a la conservación de los recursos naturales es fundamental ser conscientes. Resaltan la utilidad de llevar los conocimientos a la práctica y sobre todo incentivar la conservación y protección de los recursos naturales.

Según la UNESCO (2014), la educación para el desarrollo sostenible en sus formas reales y efectivas proporciona a los alumnos habilidades, perspectivas, valores y conocimientos para vivir de manera sostenible en sus comunidades. Cambia profundamente la vida de las mujeres, la manera en que interactúan con la sociedad; el educar a las mujeres genera vidas más equitativas para ellas y sus familias, aumenta su capacidad de participar en las decisiones de la comunidad y trabajar para lograr metas locales de sostenibilidad

Conclusión

La educación nacional del Paraguay dentro de plan de estudio de la especialidad del Bachillerato Técnico en Ciencias Ambientales presenta las cuatro áreas que se relacionan a la conservación de los recursos naturales. Para lograr que los jóvenes desarrollen un alto conocimiento entre el medio que le rodea es necesario un plan de estudio que potencie la conservación de los recursos naturales y el trabajo en una comunidad-sociedad. El sistema aprender haciendo favorece el mejor aprendizaje y



esto hace que sean jóvenes competentes que demuestran que sus acciones aportan para una sociedad informada, productiva y responsable.

El Centro Educativo Mbarakaju por medio de su programa específico contribuye en gran medida al desarrollo de capacidades y actitudes en los estudiantes, sensibilizando su relación con el medio que lo rodea, en el cual vive, se desarrolla y mejora, como persona y como ser social.

Con respecto a las cuatro áreas (administración ambiental, preservación y degradación ambiental, investigación social y ambiental, planificación y proyecto sustentable) que desarrolla el CEM en la especialidad del Bachillerato Técnico en Ciencias Ambientales del Programa Nacional de Educación Formal el 68% afirma que los mismos aportan mucho a la construcción de sus capacidades de conservación de los recursos naturales y el 26% opina que aporta en un grado medio. Se resalta que las estudiantes tienen un alto nivel de conocimiento y en gran medida sus capacidades aportan a la conservación de los recursos naturales.

Con relación a las actitudes de las estudiantes se puede señalar que las mismas logran una transformación positiva en varios aspectos de sus vidas, primeramente, se da el caso que son diferentes grupos de personas en donde la convivencia se da entre mujeres de distintas realidades sociales.

Se resalta la importancia de los pilares de la educación en el sistema de internado, donde se consideró que primero hay que aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser

uno mismo, las mismas indicaron que para proteger o tener ciertas actitudes para conservar los recursos naturales es necesario conocer, llevarlos a las prácticas de campo y finalmente actuar en beneficio de los recursos naturales que son indispensables para la comunidad, también resaltaron la necesidad de difundir la información del por qué proteger los recursos naturales *"el cambio de actitudes se logra a través de la educación, pues mediante ella, se obtiene el conocimiento para mantener los recursos naturales"*.

Referencias bibliográficas

- FMB (Fundación Moisés Bertoni). (2015). Centro Educativo Mbaracayú: Características y ubicación de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú. Recuperado de <http://www.mbertoni.org.py/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4 ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- UNESCO. (2009). Educación para el desarrollo sostenible. Recuperado de http://www.urv.cat/media/upload/arxiu/WCatedra_DOW_URV/Informes%20VIP/unesco_etxea_-_manual_unesco_cast_-_education_for_sustainability_manual.pdf
- UNESCO. (2016). Derecho a la educación. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/leading-theinternational-agenda/right-to-education/>



Diagnóstico de la producción de animales menores en la agricultura familiar en seis compañías del distrito de Caazapá

Báez Arzamendia, M.E.^{1*}, Cabañas Rolón, M.J.¹, Scappini, C.C.¹, Torres, A.M.¹, Cardozo, D.A.¹

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

*marlenebaezing@gmail.com

Introducción

El sector rural del Paraguay se compone mayoritariamente de unidades productivas individuales, que corresponden a la llamada Agricultura Familiar Campesina, es decir que están operadas por un productor varón, o mujer y su familia (IICA, 2006). Asimismo, esta agricultura se caracteriza por desarrollarse en pequeñas superficies con una producción diversificada orientada tanto para el autoconsumo como para el mercado, donde los animales menores representan una opción importante de diversificación.

La mayoría de los productores de animales menores en el Paraguay se dedican a la producción para poder sobrevivir y satisfacer las necesidades básicas de la familia, y una pequeña parte es destinada a la venta debido a que no existe una salida para sus productos.

La producción familiar de animales menores, en el Departamento de Caazapá, se constituye en un tema de interés, ya que es un departamento que se caracteriza en gran medida por las fincas familiares, y considerando que es un rubro poco investigado, principalmente a nivel local, la disponibilidad de datos básicos de producción es escasa, por lo que no hay suficiente información para tener un panorama general sobre la situación productiva de la actividad como de la disponibilidad de especies de animales menores en las fincas, el entorno tecnológico en el cual se desarrolla la

actividad, las prácticas más frecuentes de los productores en sus hatos, los principales problemas productivos y sus efectos. El déficit de conocimiento sobre la realidad socio productiva de rubros en las comunidades dificulta a su vez, el punto de partida para propuestas de mejoras productivas necesarias para promover el interés para fomento del rubro.

La Agricultura Familiar paraguaya está inserta en un escenario de preservación de la seguridad alimentaria nacional e internacional (González, 2004 citado por Lesmo, 2018) y las especies de animales menores juegan un papel importante dentro de los sistemas de producción debido a sus características particulares como el bajo nivel de inversión inicial, costo de producción, flexibilidad de las instalaciones y manejo y, rápido crecimiento de número de animales (Sandoval, 2013).

La presente investigación tiene como objetivo obtener información precisa sobre la producción de especies de animales menores como aves, cerdos, ovejas y cabras, y los beneficios que reciben los productores.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en seis comunidades del distrito de Caazapá. La población objeto de estudio estuvo constituida por productores de las comunidades Arroyo porã, Tres de febrero, Ñu pyahumi, San Antonio, Rosario Sarandy



y Jhugua guasu, dedicados a la producción de animales menores, que en total fueron 364. Para la determinación de la muestra se aplicó la fórmula para determinar proporciones de poblaciones finitas. La fórmula arrojó un tamaño de muestra igual a 57 unidades productivas.

Las variables estudiadas fueron: rasgos sociales de las unidades productivas, disponibilidad de animales menores, importancia económica de los animales menores y caracterización del entorno tecnológico. La investigación corresponde al tipo descriptivo, transeccional con enfoque cuali-cuantitativo. Los datos primarios fueron relevados en los meses de abril a junio del año 2019 a través de encuestas a productores de cada unidad productiva, empleándose un cuestionario mixto. Para el análisis de los datos se utilizó una planilla electrónica y los resultados fueron representados en tablas y gráficos.

Resultados y discusión

En cuanto a los rasgos sociales de las unidades productivas se destaca la forma

de tenencia de la tierra, las cuales son predominantemente tituladas (54%) y un porcentaje no menos importante de productores cuenta con terrenos fiscales (35%). El 49% de los encuestados cuentan con una superficie de 3 a 5 ha y un 30% dispone de 1 a 3 ha, siendo la superficie promedio de 2,76 ha, y apenas el 63% realiza cultivos agrícolas, además, de la producción de animales menores. La mano de obra empleada en la producción es exclusivamente familiar, es decir, con participación de padres e hijos en su mayoría. El 89% no recibe asistencia técnica y el 93% no recibe asistencia crediticia. Con relación a estos datos, se evidencia la escasa asistencia técnica y crediticia, lo cual concuerda plenamente con lo mencionado por Gattini (2011), que expresa que el nivel de servicios de apoyo al agricultor familiar es muy bajo y aunque difícil de medir en términos directos, y la calidad, tienen mucho potencial para mejorar. A nivel nacional solo el 18% de los productores posee asistencia técnica. El acceso al crédito es aún más restrictivo, alcanzando una cobertura de apenas 15%.

Cuadro 1. Disponibilidad, finalidad productiva y valorización de la venta de los animales menores en la finca

Conceptos		Aves	Cerdos	Ovejas y Cabras	Huevos
Proporción de encuestados (%)	Disponibilidad	93	60	19	79
	Consumo	93	56	18	79
	Venta	40	18	14	30
Cantidad total disponible en las fincas estudiadas		1.633	214	169	
– Promedio por finca		60	12	31	
– Máximo		110	18	32	
– Mínimo		4	1	2	
Total, productores que venden		23	9	8	-
Cantidad total vendida al año		590	37	40	-
Cantidad promedio		26	4	5	-
Precio de venta (G/animal)		30.000	150.000	250.000	-
Valor promedio de la venta (G/año)		780.000	600.000	1.250.000	-



En el cuadro 1, se observa que las aves son las especies de mayor predominancia dentro de las fincas estudiadas, existiendo hasta un máximo de 110 unidades en algunas de ellas. Las gallinas, conforme a lo expresado por los encuestados, destacan por su fácil manejo, rápido desarrollo, bajo costo y buena producción de carne para la alimentación familiar y genera también interesantes ingresos para las familias, ya que es una especie de mucha demanda y de rápida comercialización, muy apreciada para la elaboración de especialidades culinarias típicas.

Se encontraron, igualmente, especies de patos, gansos y pavos en menores cantidades. La cría porcina ocupa el segundo lugar en orden de importancia con un máximo de hasta 18 cerdos en algunas fincas, las categorías identificadas fueron lechones, marranas, reproductor y capones. La cría de ovejas y cabras se encuentran en el último lugar, como opción de cría, ya que demandan mayor espacio y mayores conocimientos en cuanto a manejo, según expresaron los encuestados. Las categorías de ovejas encontradas fueron: cordero, oveja y carnero.

También se observó que los productores en su mayoría crían animales menores para consumo familiar, las aves son las especies que se distinguen con el mayor porcentaje de consumo en las fincas, no obstante, también lo destinan a la venta, así como al cerdo y las ovejas. Cabe

agregar que, por más de que se registraron pocos productores de ovejas, es un rubro generador de renta para las fincas, ya que la mayoría de los que lo producen, lo destinan también a la venta, como ya antes mencionado, por ser un rubro con demanda creciente.

En el cuadro 2, se observa que la mayoría dispone de algún tipo de alojamiento para sus animales menores, ya sea galpones rústicos o simplemente corrales. Los materiales empleados para la construcción de los alojamientos son madera, alambre, tejido y chapa. El 100% de los encuestados disponen de algún tipo de bebedero ya sea de plástico o de goma. En promedio cuentan con dos bebederos por finca.

Asimismo, la mayoría (95%) dispone, en promedio, de dos comederos por finca, ya sea de madera o de goma. La principal fuente de agua para los animales menores lo constituyen el pozo común (61%) y el agua corriente (33%), que es provisionado manualmente, es decir, debe ser colectado con baldes para su posterior suministro. Un 19% manifestó contar con tajamares como fuente de agua para sus animales menores.

También, es destacable la baja disponibilidad de saladeros (4%), ya que utilizan los mismos comederos para proporcionar también la sal. Además, muchos productores manifestaron no ser habitual el suministro de sal a sus animales.



Cuadro 2. Disponibilidad de alojamiento, instalaciones y recursos alimenticios para la cría de animales menores expresado en proporción de productores (%)

Alojamiento e instalaciones	Aves	Cerdos	Ovejas y cabras
– Cuenta con algún tipo de Galpón	53	30	7
– Corrales sin galpón	39	23	9
– No dispone de alojamiento	2	7	2
Recursos alimenticios			
– Campo natural	100	11	18
– Maíz	77	9	
– Mandioca	5	33	
– Balanceado	24	51	
– Sal mineral			9

En cuanto a los recursos alimenticios, se observa en el cuadro 2 que la cría de animales menores, principalmente la oveja, se realiza a base de campo natural, siendo el maíz, el alimento más empleado en la producción de aves, el balanceado junto con la mandioca en la producción de cerdos. La mandioca proporcionada

a los cerdos proviene, principalmente, de la producción propia y el 50% del maíz utilizado para la alimentación de los animales es comprado. En cuanto a la utilización de razas mejoradas, el 100% respondió que cuentan con razas criollas y no han incorporado ninguna raza mejorada en sus rebaños de animales menores.

Cuadro 3. Prácticas de manejo en la cría de animales menores.

Prácticas de manejo	Cerdos	Lechones	Ovejas y Cabras
Control de celo	4	-	-
Reproductor exclusivo	25	-	-
Reproductor compartido	16	-	-
Separación de macho	-	-	11
Esquila	-	-	5
Castración	14	11	9
Descole	-	5	14
Vacunación	33	-	12
Desparasitación	25	25	14
Baño antiparasitario	11	-	-
Vitaminaciones	12	-	-
Suministro de ración	-	28	-

En el cuadro 3, se observa la baja proporción de productores que realiza algún tipo de manejo en sus hatos. Las prácticas más frecuentes en la producción de cerdos son

el uso de reproductor exclusivo y otros optan por utilizar el reproductor juntamente con sus vecinos. Sólo dos productores manifestaron realizar control del celo en las



cerdas. En la producción ovina, sólo unos pocos productores realizan la separación de macho. El manejo sanitario más resaltante en los cerdos es la vacunación y la desparasitación. La vacunación la realizan en caso de que aparezca alguna enfermedad y destacando que ningún productor realiza la desparasitación en forma preventiva. Cabe resaltar que una baja cantidad de productores realizan la castración cuando los cerdos están en edad de crecimiento, esto se debe a que muchos venden los lechones machos y dejan sólo las cerdas para volver a reproducirlas. En ovejas se realiza mayormente la desparasitación, el descole y la vacunación y en menor medida la castración y esquila. En cuanto al manejo de lechones, los más destacables son el suministro de ración y la desparasitación contra parásitos internos ya sea vía oral o subcutánea, y un reducido porcentaje de productores que realizan castración y descole en los primeros días de vida, esto se debe a que mayormente los lechones machos son comercializados.

Conclusión

Respecto a los rasgos sociales de las unidades productivas, el tamaño de las fincas en su mayoría va de 3 a 5 ha, la asistencia técnica es escasa y no acceden a créditos para el desarrollo de la actividad. La mano de obra empleada es exclusivamente familiar. Con respecto a la disponibilidad de animales menores, predominan las aves, seguido de cerdos y en menor proporción de ovinos destinados, principalmente, al consumo y en menor medida a la venta. La producción de animales menores es extensiva, existe aún en forma predominante la raza criolla para la producción porcina, ovina y aves. La alimentación es realizada a campo natural, otros alimentos más resaltantes son la mandioca en la producción de cerdos y, el maíz en la alimentación de aves.

El alojamiento, básicamente, consiste en galpones rústicos y corrales, cuentan con bebederos y comederos de goma o madera. Las prácticas de manejo son todavía escasas, siendo la vacunación, desparasitación, castración y descole los implementados por una baja cantidad de productores.

Referencias bibliográficas

Gattini, J. (2019). Competitividad de la Agricultura Familiar en Paraguay: nuevos aportes para las políticas públicas en Paraguay. *CADEP*, Nota 5, pp. 29. Recuperado de: <http://www.cadep.org.py/2011/02/2230/>

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (IICA). (2016). Seminario Internacional para el Desarrollo y Fortalecimiento de la Agricultura Familiar: Memoria del Seminario Conferencias y Documentación Técnica de Apoyo. Asunción, 29 y 30 de marzo del 2004, pp. 28-33. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/B0324e/B0324e.pdf>

Lesmo, N., Ferreira da Silva, A., Schindwein, M., y Solis, B. (2018). Agricultura Familiar Campesina: un análisis de la producción de cultivos tradicionales en el Departamento de Concepción – Paraguay. *Investigación Agraria*, 20 (2), pp. 136-142. Recuperado de http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2305-06832018000200136

Sandoval, C., Sarmiento, L., y Santos, R. (2013). ¿Qué son y cuál es el papel de las especies menores?. *Bioagrocencias*, 6 (2), pp. 20-27. Recuperado de <https://docplayer.es/75525-Que-son-y-cual-es-el-papel-de-las-especies-menores.html>



Caracterización de las huertas familiares en la comunidad de Caracara i, distrito de Coronel Manuel Maciel, departamento de Caazapá

Benitez Romero, V.^{1*}, Scappini Cardozo, C.C.¹

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

*victor.benitez005@gmail.com

Introducción

Según Krishnamurthy, Rajagopal y Solares (2017), las huertas familiares juegan un papel crucial para las comunidades, debido a que sirven para proporcionar seguridad alimentaria, económica y social. Esto es porque ofrecen una diversidad de cultivos, altos rendimientos y producción durante todo el año. En las comunidades rurales, los huertos son parte de una rica tradición, que ha sido practicada desde hace muchos años y transmitida de generación en generación. A parte de la producción de alimentos, en los huertos familiares se pueden destinar espacios para establecer plantas medicinales.

Asimismo, la FAO (2005) indica que es el lugar donde la familia cultiva hortalizas, verduras, frutas, plantas medicinales, hierbas comestibles y frutales. Este sistema puede proveer todos o parte de los alimentos que diariamente necesita la familia y otros recursos alimenticios complementarios que están dirigidos para comercialización.

Según Triadani y Zampini (2016), la huerta familiar es una propuesta importante a nivel social no solo por la posibilidad que brinda a las familias producir parte de sus propios alimentos, ayuda a la economía familiar y es (en muchos casos), un muy buen pasatiempo para dejar de lado los múltiples problemas que nos ofrece el mundo moderno.

El objetivo del trabajo fue Caracterizar las huertas familiares en la comunidad de Caracara i, distrito de Coronel Manuel Maciel, departamento de Caazapá.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en la comunidad de Caracara i, distrito de Coronel Manuel Maciel departamento de Caazapá Paraguay, la población de estudio estuvo comprendida por 112 huertas familiares. El tamaño de muestra fue de 88 unidades productivas.

Las variables e indicadores de la investigación.

a) Caracterización sociodemográfico de los productores: se determinó la edad, sexo y nivel de escolaridad de los jefes de hogar, la cantidad de integrantes que viven en el hogar, la principal fuente de ingreso y tenencia de tierras.

b) Inventarios de las especies disponibles: se determinó especies disponibles en la huerta, número de especies por huerta familiar, ambas clasificadas en hortalizas, plantas medicinales y aromáticas.

El tipo de investigación fue no experimental de alcance descriptivo con enfoque cuali-cuantitativo, transaccional. La realización de la encuesta se llevó a cabo a partir del mes de julio de 2020 hasta agosto de 2020.



Para el análisis de los datos se utilizó la estadística descriptiva y los resultados se

presentaron a través de cuadros cada una con sus respectivas interpretaciones.

Resultados y discusión

Cuadro 1. Distribución por género y número de integrantes por fincas.

Sexo	Distribución porcentual por sexo (%)	Número promedio de miembros/fincas
Femenino	61	Máximo: 8 Promedio: 4 Mínimo: 1
Masculino	39	
Total	100%	-

La mayor parte de los encuestados fueron de sexo femenino se debió a que durante el día quien pasa en la casa generalmente era la mujer, los hombres fueron localizados en sus casas al medio día o a últimas horas del día laboral o sea de las 16:00 hs. de la tarde en adelante.

En cuanto al promedio de integrantes por hogar es de 4 personas. Es importante mencionar que solo se tuvieron en cuenta la cantidad de personas que viven actualmente en la finca. Estos resultados son similares a

lo encontrado por Traversa y Alejano (2013) en una investigación sobre la caracterización de los huertos familiares del norte de Uruguay donde reportaron que el número de integrantes es de cuatro personas por familia. En Paraguay la cantidad de miembro por finca en promedio es de 4 miembros en los estratos de menos de 5 ha. a menos de 20 ha. (Riquelme y Kretschmer 2016). Esto resultados nos indica que la agricultura familiar tiene el mismo comportamiento en diferentes países.

Cuadro 2. Nivel de escolaridad de los productores.

Primaria incompleta	Primaria completa	Secundaria completa	Educación superior
55%	25%	7%	13%

Según el PNUD (2010) a nivel país el 36% de los jefes o jefas de fincas familiares posee sólo hasta tercer grado terminado y tan solo 2,2% pudieron acceder a la

universidad, comparados con la presente investigación se puede concluir que los datos tienen el mismo comportamiento.



Cuadro 3. Fuente de ingresos predominante de los productores.

Fuente de ingresos	Respuesta de los productores en porcentaje (%)	Monto promedio (₡.)
Tekoporã	53	321.667
Jornalero	44	80.000
Adulto mayor	28	748.000
Docente	10	4.800.000
Enfermera	5	2.200.000
Comercio	7	625.000

En la comunidad de Cara cara i la generación de ingresos se basada principalmente en la asistencia social económica que reciben por parte del estado como del programa Tekoporã y pensiones de la tercera edad (adulto mayor), además el 44% de los productores como se observa en el cuadro 3 trabaja fuera de su finca para

generar ingreso, se destaca que dentro de estos productores la mayoría reciben la asistencia social por parte del estado y además trabajan fuera de sus fincas. Según el Ministerio de Desarrollo Social (s.f.) el Tekoporã es un programa social orientado a la protección y promoción de las familias en situación de pobreza y vulnerabilidad.

Cuadro 4. Forma de tenencia de la tierra.

Tierra fiscal	Terreno titulado	Herencia	Título en gestión	Arrendamiento	Condominio
45%	24%	15%	9%	6%	1%

El Instituto Desarrollo (2012) en un estudio de recopilación de datos sobre cultivos potenciales para la exportación producidos por pequeños productores en el Paraguay resaltó en cuanto al régimen de tenencia que es elevada la proporción de pequeños productores utilizando fincas en carácter de ocupante en los departamentos de Caaguazú, Caazapá, Itapúa y Alto Paraná, considerando que esta situación podría limitar las posibilidades de acceder a

créditos en el sistema financiero formal. El régimen de tenencia de la tierra puede ser un factor importante para la promoción de algunos rubros potenciales generalmente no se establecen en tierras con un régimen de propiedad informal. Estos resultados coinciden con lo encontrado en la presente investigación teniendo en cuenta que el 45% de los productores su forma de tenencia es de tierra fiscal ocupada.



Cuadro 5. Especies hortícolas predominantes disponibles en la huerta familiar.

Especie	Nº de productores	Porcentaje de productores (%)
Cebollita de verdeo (<i>Allium fistulosum</i>)	82	94
Tomate (<i>solanum lycopersicum</i>)	72	82
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	71	81
Repollo (<i>Brassica oleracea</i>)	55	63
Zanahoria (<i>Daucus carota</i>)	52	59
Locote (<i>Capsicum</i>)	40	45

En el cuadro 5 se presenta el número de especies presentes en cada huerta familiar y se destaca que en la muestra estudiada el 100% tiene algún tipo de especie. Las hortalizas más comúnmente encontradas

fueron la lechuga, el tomate, cebollita de verdeo, zanahoria y repollo, la cual tienen mucha aceptación en las huertas debido a que no ocupa mucho espacio dentro del huerto.

Cuadro 6. Especies predominantes disponibles de plantas medicinales y aromáticas en la huerta familiar.

Especies	Nº de productores	Porcentaje de productores (%)
Cedrón (<i>Cymbopogon citratus</i>)	28	32
Orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	28	32
Menta <i>sp</i>	25	28
Ruda (<i>Ruta graveolens</i>)	23	26
Salvia (<i>Salvia officinalis</i>)	21	24
Boldo (<i>Peumus boldus</i>)	16	18
Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	13	15
Ajenjo (<i>Artemisia absinthium</i>)	11	13
Eneldo (<i>Anethum graveolens</i>)	8	9

En ese sentido la FAO (2005), destaca que, en las comunidades rurales, las huertas son parte de una rica tradición, que, a parte de la producción de alimentos, en las huertas familiares se pueden destinar espacios para establecer plantas medicinales y mantener la tradicional medicina natural.

Conclusión

Según los resultados obtenidos en esta investigación sobre la caracterización de las huertas familiares en la comunidad

de cara cara i, distrito de Coronel Manuel Maciel, departamento de Caazapá se concluye que:

1. De 88 encuestas el 61% fueron aplicadas al sexo femenino. El promedio de integrantes por hogar es de 4 personas. La edad promedio fue de 48 años. Los niveles de educación son en general bajos entre primario y secundario. La generación de ingresos se basa principalmente en la asistencia social económica que reciben por parte del estado como del programa Tekoporã



y pensiones de la tercera edad. La superficie promedio de tierra fue de 4 ha., el 45% con terreno fiscal y el 24% con título de propiedad. La mano de obra disponible es la familiar.

2. Las especies hortícolas disponibles en la mayoría de las huertas familiares son cebollita de verdeo, tomate, lechuga, repollo y zanahoria y en menor porcentaje, locote, perejil, remolacha, acelga, zapallito, ajo, pepino, arveja, habilla y rabanito. En cuanto a la cantidad de tablones, la mayoría tiene entre uno y dos tablones. Las plantas medicinales son un complemento de toda huerta familiar, se encontraron 25 especies.
3. La totalidad de los productores manifestaron que las hortalizas, plantas medicinales y aromáticas, disponibles en la huerta familiar son destinadas para el consumo familiar.

Referencias bibliográficas

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2005). Huerto familiar integrado (en línea). Honduras. Consultado 27 set. 2019. Pdf. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-at761s.pdf> (Serie divulgativa).

Instituto Desarrollo. (2012). Estudio de recopilación de datos sobre cultivos potenciales para la exportación producidos por pequeños productores en el Paraguay. Consultado 21 nov. 2020. Disponible en https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/info_02_01.pdf

Krishnamurthy, LR; Krishnamurthy, S; Rajagopal, I; Peralta, A. (2017). Agricultura familiar para el desarrollo rural incluyente (en línea). *Terra Latinoamericana* 35 (2): 135-147. Consultado 15 nov. 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v35n2/2395-8030-tl-35-02-00135.pdf>

Ministerio de Desarrollo Social s.f. Tekoporã. Consultado 23 nov. 2020. Disponible en <https://www.mds.gov.py/index.php/programas/tekopora>

Omar Triadani, O; Zampini, JL. comps. (2016). Control de plagas en la huerta familiar (en línea). Córdoba, AR, INTA. Consultado 29 set. 2019. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_control_de_plagas_en_la_huerta.pdf (Cartilla de Divulgación)

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PY). (2010). Sector rural paraguayo: una visión general para un diálogo informado (en línea). Consultado 25 nov. 2020. Disponible en https://www.py.undp.org/content/paraguay/es/home/librar_y/poverty/sector-rural-paraguayo--una-vision-general-para-un-dialogo-infor.html

Riquelme, Q; Kretschmer, R. (2016). Concentración de tierras y producción en Paraguay: análisis comparativo de los censos agropecuarios de 1991 y 2008 (en línea). Asunción, PY. Consultado 25 nov. 2020. Disponible en https://media.business-humanrights.org/media/documents/files/_documents/2016_CDE_Concentraci%C3%B3n-de-tierras-y-producci%C3%B3n.pdf

Traversa, I; Alejano, R. (2013). Caracterización de los huertos familiares del norte de Uruguay y metodología para su diagnóstico (en línea). *Revista de Ciencias Ambientales* 45(1): 72-87. Consultado 27 nov. 2020. Disponible en <http://dx.doi.org/10.15359/rca.45-1.7>



Crédito Rural: Un análisis de su destino y uso

Núñez Fariña, M.S.¹, Cabrera, M.G.^{1*}, Ramírez Álvarez, P.E.¹, Bonnin, J.J.¹

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

*ayacabrera@hotmail.com

Introducción

El crédito rural se ha constituido en uno de los instrumentos más importantes de la política agraria de nuestro país, y a su vez, en uno de los puntos más sensibles en la coyuntura socioeconómica del sector, particularmente, con lo relacionado a los productores de la Agricultura Familiar. A mediados de 2017 el Congreso Nacional dio trámite a un Proyecto de Ley que subsidia las deudas de los productores campesinos, en respuesta a las reiteradas marchas de estos, en reclamo a la condonación de sus deudas. Este Proyecto de Ley generó molestia en varios sectores de la sociedad, así como de referentes del sector industrial, de gremios de la producción e inclusive del propio Gobierno, fundamentalmente, en lo que hace relación a la pertinencia del subsidio solicitado reincidentemente y el destino dado al crédito otorgado a tasas especiales para la producción. Dicho Proyecto de Ley finalmente recibió el veto presidencial, no obstante, se dio trámite a otro Proyecto de Ley a través del cual el Crédito Agrícola de Habilitación (CAH), institución estatal destinada a proveer créditos a los productores rurales, recibiría un aumento de capital para facilitar el refinanciamiento de las deudas de los campesinos, así como otro que modifica la Ley 5527/15 de Rehabilitación Financiera, con el mismo fin. Existe falta de información responsable y precisa con relación al destino y uso de los créditos, su aplicación en la producción u otros destinos no relacionados con la producción; además, del desconocimiento de algún control posterior a la concesión de estos para verificar su aplicación conforme

planes de inversión presentados. Siendo así, la presente investigación tuvo como principal objetivo determinar el impacto del crédito destinado a los agricultores familiares para la producción agrícola de la compañía Loma Guazú, del distrito de General José Eduvigis Díaz, departamento de Ñeembucú; en donde previamente se caracterizó a los agricultores beneficiarios de créditos rurales de esta localidad, también se observó la distribución del crédito rural destinado a la agricultura familiar y la distribución espacial en la citada localidad, así como también se identificó el uso y destino de crédito otorgado a los agricultores familiares y se midió el nivel de morosidad del crédito.

Metodología

La investigación se localizó en el departamento de Ñeembucú, compañía Loma Guazú, distante a 34 km de la capital departamental Pilar, distrito de General José Eduvigis Díaz. La investigación fue del tipo no experimental, debido a que describió el fenómeno objeto de la misma en su estado natural. La metodología utilizada corresponde al tipo descriptivo y explicativo, basado en la recopilación y procesamiento de datos preexistentes con el fin de caracterizar el perfil de los productores beneficiarios de los créditos del CAH (2017) y, a su vez, determinar el uso destinado a los mismos. El estudio se focalizó en los créditos otorgados por CAH. La población objeto de análisis contempló beneficiarios del crédito otorgado por dicho ente y contempló a productores



pertenecientes a la agricultura familiar, por lo tanto, inscriptos en el Registro Nacional de Beneficiarios (RENABE) elaborado por el MAG. Con esta premisa fue seleccionado el departamento de Ñeembucú y más específicamente, la compañía Loma Guazú del distrito de Gral. José Eduvigis Díaz, constituida por 61 productores con

créditos activos. Los datos de productores fueron cruzados con el RENABE, dando como resultado 35 productores inscriptos, los cuáles constituyeron las unidades de análisis. La investigación consideró las siguientes variables: distribución, destino, uso y morosidad, según como se observan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Variables de la investigación

Objetivos Específicos	Variables	Indicadores
<ul style="list-style-type: none"> Caracterizar a los agricultores usuarios de créditos rurales. 	<ul style="list-style-type: none"> Caracterización socioeconómica de los usuarios de créditos. 	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de escolaridad. Tenencia de la tierra. Producción. Organizaciones de productores. Políticas públicas realizadas.
<ul style="list-style-type: none"> Caracterizar la distribución del crédito rural destinado a la agricultura familiar y analizar la distribución espacial en el departamento de Ñeembucú. 	<ul style="list-style-type: none"> Distribución espacial de los créditos. 	<ul style="list-style-type: none"> Locaciones georreferenciadas de los establecimientos de los solicitantes.
<ul style="list-style-type: none"> Identificar el uso y destino de crédito otorgado a los productores de la Agricultura Familiar. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización y destino de los créditos. 	<ul style="list-style-type: none"> Insumos Mano de obra Inversión Consumo familiar
<ul style="list-style-type: none"> Medir nivel de morosidad del crédito. 	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de Morosidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de morosidad de los créditos.

Para el levantamiento de información primaria fueron utilizadas las variables establecidas a través de cuestionarios semi-estructurados diseñados para el efecto. Para el relevamiento de datos fueron considerados a los gerentes de créditos y usuarios del crédito.

Resultados y discusión

Del total de encuestados, el 64,5% eran hombres y el 35,5% mujeres, con una edad promedio de 51 años, resultado que refleja una tendencia de envejecimiento de los productores, que se constituye en una limitante de la producción ya que se dificulta

tanto la realización de labores pesadas características de la agricultura tradicional, como la adopción de nueva tecnología y métodos de producción.

El nivel de escolaridad de los beneficiarios es mayoritariamente primario y de carácter incompleto (74%). Con respecto a las ocupaciones el 90% de los varones afirmó tener como principal ocupación la agricultura, en contraste con el 18% observado en las mujeres, entre las cuales prima como ocupación la de ama de casa (64%). Los rubros más importantes son la batata, el poroto, el maíz, el maní, hortalizas y la ganadería tanto de carne como de leche, siendo la fuente de renta en esta última la elaboración de queso.



El 71% de los encuestados afirmó que la producción agropecuaria constituye su mayor fuente de ingresos y un 29% afirmó que realizan ocupaciones alternativas. Con relación a la tenencia de la tierra, el 39% tiene inmuebles con título en gestión, el 36% cuenta con inmuebles propios, el 16% es ocupante de terrenos familiares, el 6% son aparceros y el 3% combina tierra propia titulada con tierra con título en gestión. Manifestaron igualmente que la obtención de estas fue mediante ingresos propios y como herencia. El crédito fue un medio de obtención de inmuebles (11%), y 4% complementó fondos propios y provenientes de créditos rurales para ampliar inmuebles obtenidos mediante herencia. Con respecto a las organizaciones de productores, el 84%

pertenece a un Comité, mostrando un nivel de asociatividad alto.

En el marco de los programas públicos destinadas al fomento de la producción, el 58% fue beneficiado por el Proyecto de Inclusión de la Agricultura Familiar en Cadenas de Valor (PPI) y un 6% recibieron beneficios de otros proyectos, el 36% manifestó no beneficio de programa alguno.

Los créditos se concentraron en el casco de la compañía Loma Guazú, seguido de la zona de Loma Norte, ubicada sobre la ruta que une Loma Guazú con el Distrito de Isla Umbú, la zona de Loma'i, ubicada hacia el sureste y colindante con el distrito de Mayor Martínez; y Loma Rincón, ubicada hacia el noroeste y colindante con el distrito de Humaitá, según se observa en la Figura 1.

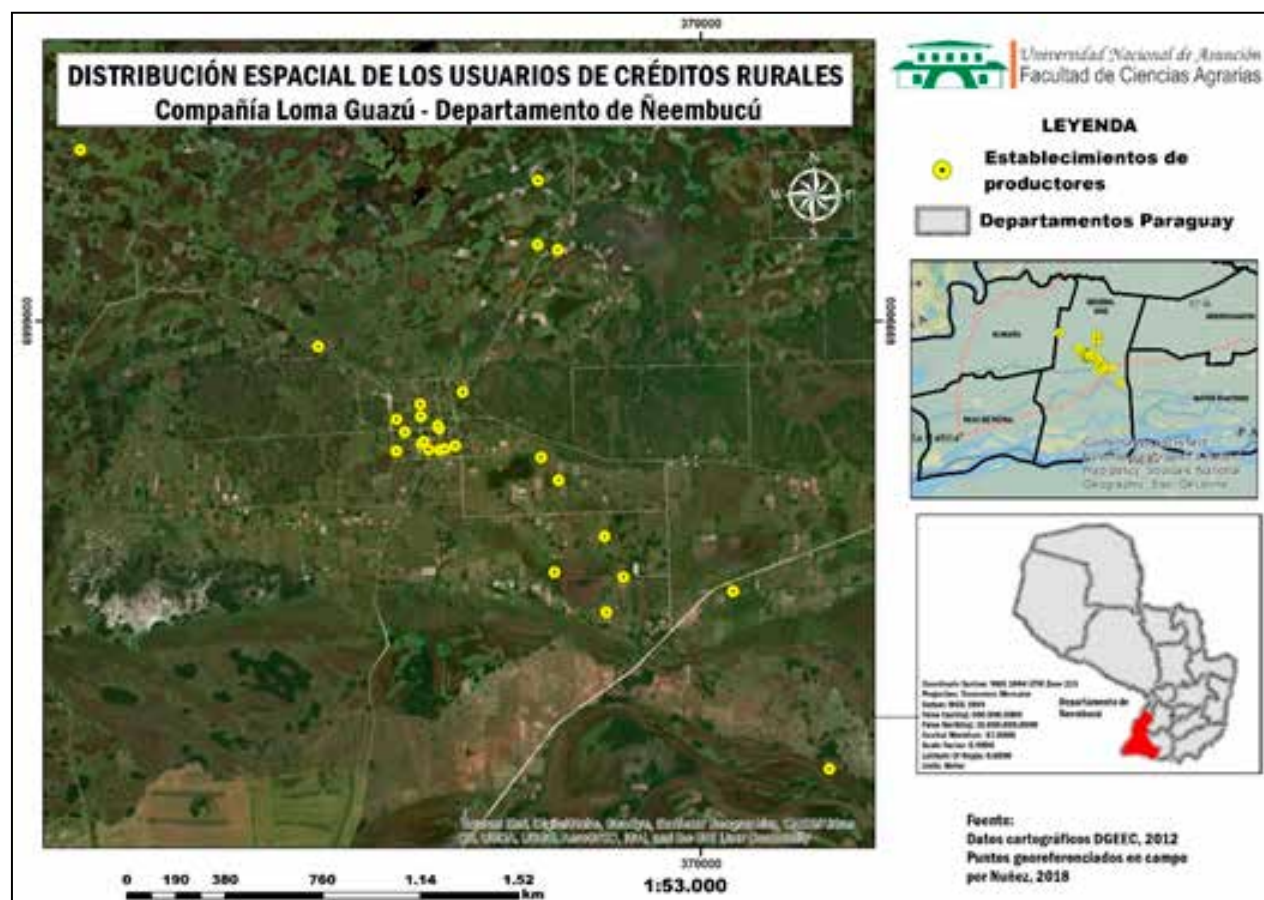


Figura 1. Distribución espacial de los usuarios de créditos rurales: Compañía Loma Guazú, Departamento de Ñeembucú.



En materia del uso de los créditos, la categoría más señalada fue la de Inversión (61,3%) seguida por Consumo familiar (48,4%); además de la inversión del tipo no agropecuario (6,5%), mano de obra (6,5%) e insumos (3,2%). En el rubro Inversión, se evidenciaron usos complementarios, donde 16,7% complementó con consumo familiar, un 5,6% con inversiones no agropecuarias y un 5,6% con mano de obra.

En cuanto al destino de los fondos, el 66,7% lo destinó a consumo familiar, un 20% combinó con Inversión, el 6,7% con Insumos y el 6,7% con mano de obra. Entre los usos citados se incluyeron gastos del hogar y situaciones excepcionales como mejoras en el hogar y gastos relacionados con educación.

En la categoría de Inversión no agropecuaria, un 50% destinó sus fondos en este aspecto. En cuanto al nivel de morosidad, un solo usuario que no está al día con el pago de sus compromisos. Este nivel es considerado y concuerda con la situación observada en el departamento, ya que se maneja que el nivel de morosidad del CAH en Ñeembucú ronda alrededor del 1% [1]. Cabe destacar que este usuario destinó los fondos de su crédito exclusivamente para consumo familiar.

[1] Zacarías, D. 2 nov. 2018. Situación de créditos provistos por el CAH en Ñeembucú (entrevista). Pilar, Paraguay: CAH.

Conclusión

El Crédito esta distribuido espacialmente en el casco de la Compañía Loma Guazú, esto se explica en los orígenes de la misma, fundada en el marco de la reforma agraria como una colonia del entonces Instituto de Bienestar Rural. Con relación al uso y destino del crédito, se observó que la mayoría de los usuarios lo destinaron a la producción, sin embargo, también lo destinaron a sustento familiar y otros aspectos cotidianos no relacionados a la producción agropecuaria. La morosidad mayormente fue debido a que el crédito fue utilizado al sustento familiar. Conforme lo expuesto, se concluye que el uso de los fondos provenientes de créditos para la producción tuvo destinos diferentes algunos no relacionados a la producción, ya sea exclusivamente en los mismos o en conjunto con la inversión productiva o activos corrientes.

Referencias bibliográficas

- CAH (Crédito Agrícola de Habilidadación, Paraguay). 2017. Institucional. Recuperado de <http://www.cah.gov.py/>
- Ley n° 5527. (2015). Ley de Rehabilitación Financiera para pequeños productores, de educación financiera y de protección contra las practicas crediticias abusivas o engañosas. Congreso de la Nación Paraguaya



Análisis de los Generadores de Costos en el eslabón Industrial de la Cadena de Valor de la Yerba Mate

Cabrera Romero, M.G.^{1*}, Villalba Marin, J.¹, Ovelar Benítez, A.M.¹

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

*gloria.cabrera@agr.una.py

Introducción

La presente investigación responde a la necesidad de redefinir los sistemas de producción, automatización, sistematización de información e interconexión entre eslabones de las diferentes cadenas. No obstante, cada industria maneje sus costos de producción, es fundamental la identificación de los generadores de estos costos de forma taxativa, como así también, el grado de influencia en el proceso de la elaboración del producto final. El cultivo de yerba mate es un rubro agrícola de importancia económica y social. Su consumo es tradicional y está fuertemente arraigado en el país y en la región, principalmente la rioplatense y una demanda con tendencia al crecimiento.

Los principales países productores son Argentina, Brasil y Paraguay (REDIEX, 2010). Históricamente, la yerba mate fue un rubro de producción familiar, pero, con el tiempo y los cambios en la estructura de comercialización, la creación del canal de distribución, la migración del campo a la ciudad y el crecimiento de los mercados en las urbes, ha sido afectado tanto como otros rubros agrícolas (USAID, 2006). En este contexto, el objetivo general de la investigación fue analizar los generadores de costos en la cadena de valor de la yerba mate, tomando como unidad de estudio la empresa Santa Margarita S.A., situada en la ciudad de San Juan Bautista – Misiones

Metodología

El relevamiento de datos fue realizado en la empresa Santa Margarita S.A., localizada en la ciudad de San Juan Bautista – Misiones, a 193 kilómetros de Asunción. En función a los objetivos, fueron establecidas las variables de la investigación: cantidad de eslabones, causales estructurales de costos e incidencia de los mismos. La operacionalización de estos fue realizada en 2 etapas. En la primera, se determinaron los costos asociados a las actividades principales y en la siguiente, se calculó el costo total y unitario del producto. La Segunda Etapa – consta de dos pasos:

1° Definición de los inductores (generadores de costo) y cálculo de su costo unitario: el sistema de costes basado en las Actividades o ABC (por sus siglas en inglés: Activity Based Costing) mantiene el principio de los sistemas de costos tradicionales en cuanto a los costos directos, para obtener el costo total de fabricación de un producto, por tanto, se asignan directamente a los productos; aunque respecto a los indirectos se recurre a un nuevo paradigma de asignación: se asume que los productos no consumen recursos, son las actividades las que emplean los recursos, y así, por medio de los generadores de costos se pueden imputar éstos a los respectivos productos. Es por esto, que el costo total de fabricación de cada uno de los productos se obtiene de la sumatoria de los costos directos e indirectos; es decir, los elementos de



costos imputados directamente al producto más los indirectos asignados a cada actividad principal. Para la definición de los generadores de costo (inductores, *cost drivers*); la imputación de los costos de las actividades principales al producto se realizó a partir de los generadores del costo, los que permitieron relacionar el costo de cada actividad con el costo total del producto. Para la determinación de los inductores del costo se observaron los criterios de los especialistas y expertos para el reparto preciso de los costos indirectos a cada actividad teniendo en cuenta la relación causa - efecto (consumo de recursos-actividad-producto, input - actividad - output). Los generadores, constituyen los responsables del desencadenamiento de un costo, deben ser medibles y permanecer en el tiempo. Para el cálculo del costo unitario de los inductores del costo se tuvo en cuenta: el costo total asignado a cada una de las actividades principales e identificado el generador para cada una, se procedió así, a calcular el costo unitario de éstos. Para el cálculo del costo unitario de cada uno de los inductores, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{CUI} = \text{CTA}/\text{TI}$$

Donde: CUI: Costo unitario del inductor, CTA: Costo total de la actividad, TI: Total del inductor

2° Cálculo del costo total y unitario de cada producto: El costo total de fabricación se obtiene sumando los costos directos e indirectos. Para los primeros, implica la imputación de los gastos de los materiales directos y de la mano de obra directa. Para los indirectos se incluye la distribución

de los gastos indirectos (materias primas indirectas, mano de obra indirecta y depreciación de los activos fijos tangibles) asignados a las actividades principales a través de los inductores del costo. Los datos de la investigación fueron los números de eslabones que conforman la industria, la cuantía de las inversiones realizadas en las áreas de fabricación (capacitación), investigación, desarrollo y recursos de marketing; el grado de integración. La investigación fue del tipo Descriptiva, pues el objetivo es establecer una descripción lo más completa posible de un fenómeno, situación o elemento concreto, sin buscar ni causas ni consecuencias de éste. Mide las características y observa la configuración y los procesos que componen los fenómenos, sin emitir una valoración. Los principales datos fueron recolectados de la empresa Santa Margarita S.A. Los datos secundarios y complementarios, como los reportes estadísticos del Ministerio de Industria y Comercio, el Ministerio de Hacienda y el Banco Central del Paraguay, respectivamente. El método de la investigación fue el diseño no experimental sin la manipulación de variables; este tipo de investigación corresponde al tipo no probabilístico intencional. El modelo de análisis fue del orden cualitativo: una vez aplicado los instrumentos de recolección de la información, se procedió a realizar el tratamiento correspondiente para el análisis de los mismos, por cuanto, la información que arrojó y la forma de interpretarlos fue la que indicó las conclusiones a las cuales se llegó en la investigación, por cuanto mostró los indicadores de generadores de costos y el porcentaje de dependencia que posee la empresa sobre los mismos.



Resultados y discusión

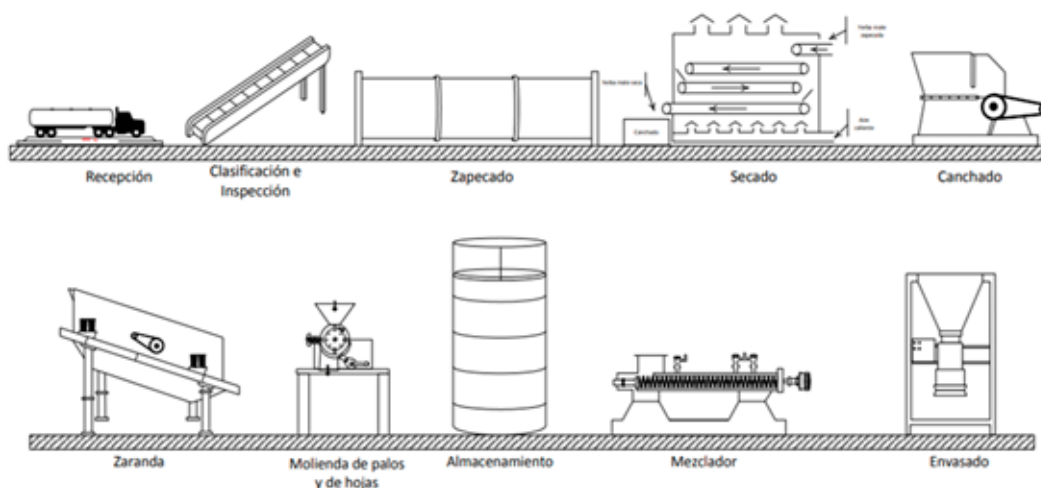


Figura 1. Proceso tecnológico en las diferentes etapas

En la Figura 1, puede observarse el proceso tecnológico que tiene lugar en las diferentes etapas de elaboración de la yerba mate envasada y cajas de infusiones a través de las diferentes secciones hasta la obtención de los productos finales. Actividades que dan valor agregado al producto, también la capacitación al personal y el control de calidad. Para la determinación de las actividades se analizó el proceso de elaboración de los productos, así se

podieron definir y clasificar las actividades. Para la Clasificación de las Actividades los criterios fueron dos: Actividades Principales y Actividades Auxiliares.

Luego de haber modelado el esquema de actividades atendiendo al valor que añaden a los productos, fue elaborado el mapa de actividades, mediante el cual se constituyen las relaciones de dependencia entre ellas (Cuadro 1).



Cuadro 1. Mapa de actividades

Actividades Principales	Actividades Auxiliares						
	Supervisión	Cobro a clientes	Gestión de RR. HH.	Gestión de Contabilidad y Finanzas (Depreciación)	Planta general	Dirección	
Pago a proveedores	X	X		X	X		X
Pedido a proveedores		X		X	X	X	X
Recepción de materias primas		X		X	X		X
Diseño producción		X		X	X		X
Sapecado		X		X		X	X
Secado		X		X		X	X
Molienda Gruesa (Canchado)		X		X		X	X
Almacenamiento		X		X		X	X
Molienda Fina		X		X		X	X
Clasificación		X		X		X	X
Agregados		X		X		X	X
Envasado		X		X		X	X
Distribución-Productos		X	X	X	X		X
Control calidad		X		X	X	X	X
Capacitación		X		X	X	X	X
Mantenimiento		X		X	X	X	X

Una vez clasificadas las actividades en principales y auxiliares; estas se asociaron en los centros de actividad donde se desarrollan. Fueron considerados únicamente los gatos.



Cuadro 2. Costos indirectos asignados a los Centros de Actividad durante el período objeto de estudio (€)

Centro de Actividad	Material Indirecto	Mano de Obra Indirecta	Depreciación	TOTAL
Actividades Operativas	806.297.864,56	342.235.044,00	101.030.743,6	1.249.563.652,23
Actividades de Apoyo	403.148.932,28	912.626.784,00	46.629.574,00	1.362.405.290,28
Actividades de Servicios	53.753.190,97	228.156.696,00	3.108.638,27	285.018.525,24
Actividades Administrativas	80.629.786,46	798.548.436,00	4.662.957,40	883.841.179,86
TOTAL	1.343.829.774,27	2.281.566.960,00	155.431.913,3	3.780.828.647,61

En el Cuadro 2, se verifican los costos asignados a los centro de actividad. En cuanto a la distribución de los costos asignados a las actividades auxiliares entre las actividades principales, se puede afirmar es un paso relevante, pues asegura que las actividades principales sean costeadas únicamente por los recursos que consumen. Este procedimiento se vincula, a

su vez, con el mapa de actividades, dejando establecidas las relaciones de dependencia entre las actividades principales y auxiliares y entre otros aspectos fueron determinados el costo total. Una vez establecidos los criterios de distribución para cada actividad auxiliar, se procede a realizar la asignación de los costos asociados a las actividades auxiliares y a las actividades principales.

Cuadro 3. Porcentaje de participación de cada generador de costo

Actividades Principales	Inductor	YERBA	TE
Pedido a proveedores	Cantidad de pedidos	50	50
Recepción de materias primas	Cantidad de pedidos	50	50
Diseño producción	Número de prototipos	50	50
Sapecado	Cantidad de producto procesado	100	0
Secado	Cantidad de producto procesado	100	0
Molienda Gruesa (Canchado)	Cantidad de producto procesado	100	0
Almacenamiento	Cantidad de producto procesado	100	0
Molienda Fina	Cantidad de producto procesado	100	0
Clasificación	Cantidad de producto procesado	100	0
Agregados	Cantidad de producto procesado	100	0
Envasado	Número de productos empaquetados	58	42
Distribución-Productos	Cantidad de pedidos	66	34
Control calidad	Orden de trabajo	80	20
Capacitación	Orden de capacitación	80	20
Mantenimiento	Orden de trabajo	50	50



Finalmente se llega al resultado principal (Cuadro 3) del objetivo de esta investigación, evidenciando que si existen generadores de costos a tener en cuenta en una producción que se enfoca en la gestión de cadena de valor. A partir de la cuantificación de la incidencia de los generadores de costos en porcentaje se obtiene el porcentaje de participación de cada generador de costo o inductor, por producto, 58 % de los costos en envasado es para yerba mate y 42% para te.

Conclusión

Los mayores generadores de costos se concentran en las actividades de Procesado de la materia prima y controles de calidad, así también en la capacitación. Aunque el costo unitario de producir yerba sea más bajo que las cajas de té, es el primero el que generó más costos según sus actividades. Destacándose, además, la actividad de envasado como un generador de costo relevante. Finalmente, se concluye que los generadores de costos inciden en la cadena de valor de la yerba mate.

Referencias bibliográficas

USAID (Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional del Gobierno de los Estados Unidos). (2006). Welcome Yerba Mate "La Novedad en el Mundo de las Infusiones". Usaid (2006), Paraguay: REDIEX/MUNDO VENDE. 45 p.

REDIEX (Red de inversiones y Exportaciones); MIC (Ministerio de Industria y Comercio). (2010). Perfiles de productos para exportación; Yerba Mate. (en línea) consultado el 28 de mar. del 2018. Disponible en: <http://www.rediex.gov.py.pdf>,4p



Análisis de series temporales para la previsión de la superficie de siembra de maní

Ruiz, F.¹ *, Britos, U.¹, Benítez, A.¹, Macchi, G.¹, Benegas, I.¹

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

*fruíz@agr.una.py

Introducción

El crecimiento exponencial de la población a nivel mundial desafía permanentemente a la agricultura y la ganadería a establecer estrategias de producción en volumen primeramente y en calidad en segundo plano, para satisfacer la demanda de alimento, para mitigar el hambre. A pesar del esfuerzo, no se ha logrado hasta ahora nivelar el crecimiento demográfico y el volumen de alimento producido. En América Latina y el Caribe, en los últimos cinco años, se ha registrado una disminución promedio del 4% en prevalencia de la subalimentación, sin embargo, en la población paraguaya se registró una preocupante cifra del 11%, es decir cerca de 800 mil personas no acceden a suficientes alimentos para tener una vida sana y saludable (FAO, FIDA, OMS, PMA & UNICEF, 2018). Casi una de cada 10 personas en el mundo, se vieron expuestas a niveles graves de inseguridad alimentaria (FAO, FIDA, OMS, PMA & UNICEF, 2020). También menciona que la región ha experimentado un aumento del hambre en los últimos años y el número de personas subalimentadas se ha incrementado en 9 millones entre 2015 y 2019. Entonces, el aumento de la disponibilidad de alimentos nutritivos que forman parte de las dietas saludables, así como el acceso a ellos, debe ser un componente clave de los esfuerzos más intensos por lograr las metas establecidas para el 2030, "Hambre Cero".

En ese sentido, el maní es una excelente alternativa agrícola para los pequeños agricultores, debido a su valor nutritivo y adaptación a climas que predomina en nuestro país. Y su disponibilidad está relacionada con la superficie utilizada para producirlo. Por ello es importante estudiar el comportamiento de las extensiones destinadas a su producción. Si a lo largo del tiempo fue en aumento o si existen evoluciones estancadas o descendentes.

Además, es de suma importancia identificar las zonas de producción similares de tal forma a clasificarlas en grupos homogéneos. Una vez determinada la clasificación en grupos, estos pueden ser estudiados internamente por otros métodos estadísticos. El crecimiento de la superficie de siembra puede considerarse que es una función del tiempo, entonces podría estudiarse por análisis de series de tiempo, de tal forma a detectar tendencias, periodicidad y hacer predicciones.

El objetivo del trabajo fue validar modelos de series temporales para predecir *ex post* las superficies de siembra de maní para las zonas clasificadas dentro de la República del Paraguay, utilizando modelos autorregresivos Integradas de Medias Móviles denominado también modelos Box-Jenkins.



Metodología

Las variables estudiadas fueron las superficies de siembra (ha) de maní, de 17 departamentos del Paraguay, y el tiempo, años agrícolas 2007/2008 al 2017/2018, obtenidos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2018). Para el agrupamiento fue utilizado el método jerárquico (UPGMA), es decir Método de Grupo de Pares No Ponderados con Media Aritmética y como medida de disimilitud se utilizó Distancia Euclidiana Cuadrática. La determinación de la cantidad de grupos fue por el Criterio de Mojena (Mojena, 1977), que es un procedimiento basado en el tamaño relativo de los niveles de fusión (distancias) en el dendrograma y para medir la calidad de la agrupación se utilizó el coeficiente de correlación Cofenética (Sokal & Rohlf, 1962), valor que mide la correlación entre las distancias iniciales y las finales con las cuales los individuos se han unido durante el desarrollo del método. Posteriormente, se realizó un análisis exploratorio y descriptivo dentro de cada clúster. Una vez visualizado los descriptivos, la serie del clúster con mayor promedio de superficie de siembra fue modelado por medio de modelos Autoregresivo Integrado de Media Móvil, ARIMA (Box & Jenkins, 1976). Para escoger el modelo más adecuado fue utilizado el AIC (Criterio de Información de Akaike), de modo que los menores valores representan el mejor modelo. Con el modelo escogido fueron calculados los valores predichos de la superficie de siembra y fueron comparados con los valores reales de la serie (Gujarati & Porter, 2010). Se

utilizó el porcentaje de error medio absoluto (MAPE), como criterio para verificar la calidad de la predicción del modelo, además otro criterio de verificación de la calidad de las previsiones, los intervalos de confianza (%) fueron construidos para los valores previstos por la metodología propuesta por Diggle (1992). Todos los análisis de series de tiempo aplicados fueron implementados por medio de la función *arima* del software libre R, versión 2018 (R Development Core Team, 2018).

Resultados

El método jerárquico UPGMA consiguió agrupar los departamentos del Paraguay por superficie de siembra de maní, en cinco clúster presentados en la Figura 1. El coeficiente de correlación cofenética de valor 0,8 muestra un ajuste adecuado en el agrupamiento. El grupo G1 compuesto por un solo departamento, Boquerón, de la Región Occidental del país, posee mayor superficie de siembra, con un promedio de 5.936 ha que es 1,5 veces más que el G2 compuesto por el departamento de Caaguazú, con superficie promedio de siembra de 3.758 ha. Esta separación coincide con lo expresado por el MAG (2019) que detalla que las producciones de maní en el país están ubicadas en distintos departamentos y que se destacan como mayores productores los departamentos de Boquerón y Caaguazú.

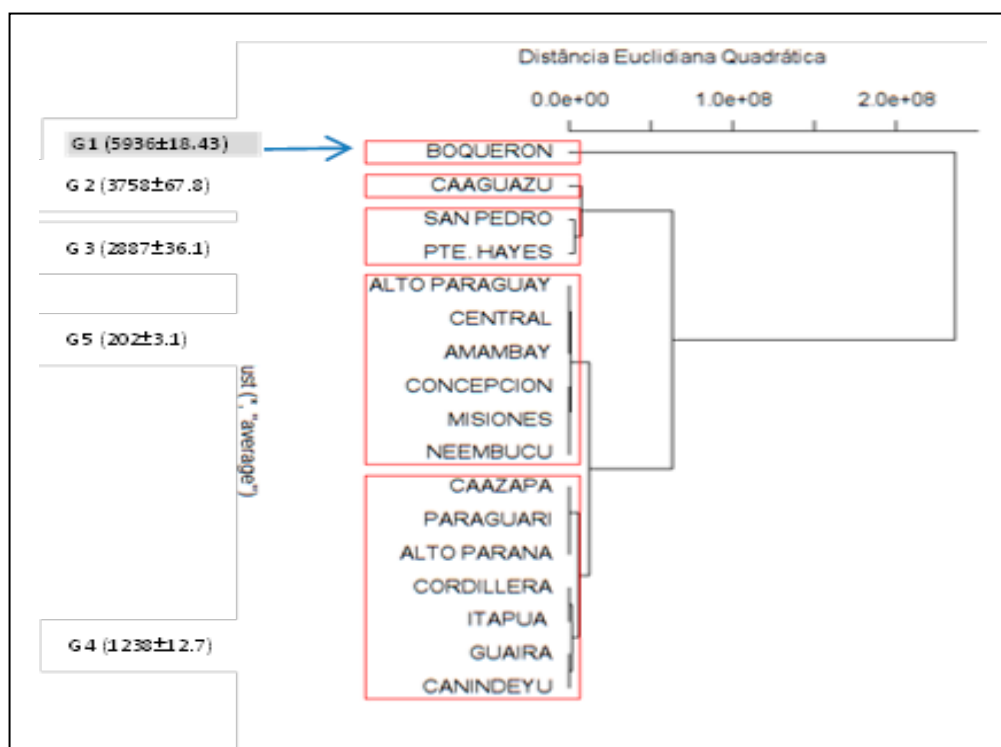


Figura 1. Dendrograma de superficie de siembra (ha) de maní del Paraguay, años agrícolas 2007/2008 al 2017/2018. Grupos: G1, G2, G3, G4 y G5.

El grupo G1 de mayor superficie de siembra, fue modelado utilizando varios modelos ARIMA, ajustándose de mejor manera a un modelo IMA (0, 2, 2), como resultado del

error de previsión (AIC), que cuando menor es el valor, el modelo es más ajustado (Noguera et al. 2008).

Cuadro 1. Resumen de las estimaciones de los parámetros del modelo IMA (0, 2, 2)

Modelos	MA(1)	MA(2)	AIC
Coefficientes	-1,035*	1,0 ^{ns}	138,48

* significativo al 5%; ns: no significativo al 5%; MA:Coef. de Media Móvil; AIC: Error de previsión



El *MAPE* fue 4%, que es el error de predicción, que cuando menor se considera una mejor predicción y el test de normalidad de *Shapiro-Wilk* verificó que los residuos del modelo se aproximan a una distribución normal ($p\text{-valor}=0.99$), verificando la validez y confiabilidad del modelo de estimación.

Se puede apreciar en la Figura 2, que las curvas de las series originales y ajustadas son muy próximas, indicando un buen ajuste

gráficamente. La predicción por el modelo IMA (0,2,2) resultó un valor promedio de la superficie sembrada de 5.835 ha para el año agrícola 2019/2020, con Intervalo de confianza (IC) 95% [4742;6927]. Esta predicción es un valor aproximado a la superficie promedio de producción registrada en la Síntesis Estadística de ese año agrícola, que es 5.766 ha (MAG, 2020).

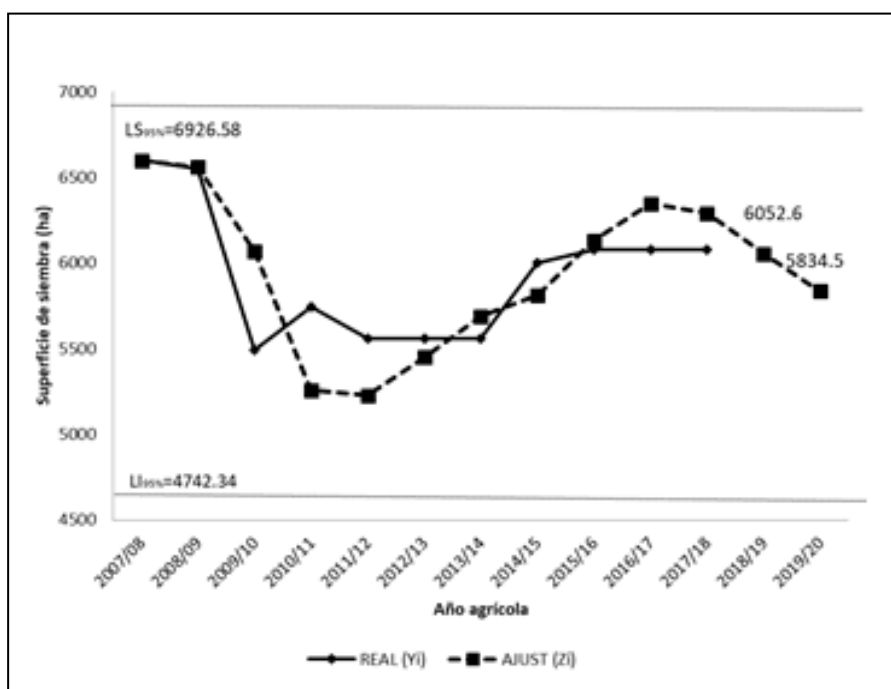


Figura 2. Tendencia de las superficies de siembra (ha) del grupo G1, correspondiente al Departamento de Boquerón.

Conclusión

Las zonas de producción del cultivo de maní fueron agrupadas en cinco grupos, en función a la superficie promedio de siembra, con grupos muy heterogéneos. Encontrándose la mayor producción en

la Región Occidental del país en la serie 2007/08 a 2017/18.

El análisis de series temporales para la previsión de la superficie de siembra del maní, a través del modelo IMA (0,2,2) es de buen ajuste y ofrece valores próximos



a los observados, con una tendencia decreciente detectada al finalizar la serie del grupo G1, compuesto por el departamento de Boquerón, de la Región Occidental del país. El valor predicho para el año agrícola 2019/2020 es de 5.835 ha.

Referencias bibliográficas

- Box, G. P., & Jenkins, G. M. (1976). *Time series analysis: Forecasting and control*. San Francisco: Holden-Day.
- Diggle, P. J. (1992). *Time series: A biostatistical introduction*. Oxford: Oxford University Press.
- FAO, FIDA, UNICEF, PMA, & OMS. (2018). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo: Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición*. Roma: FAO.
- FAO, FIDA, OMS, PMA, & UNICEF. (2020). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020: Transformación de los sistemas alimentarios para que promuevan dietas asequibles y saludables*. Roma: FAO.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría*. (5^o ed.). México: McGraw Hill / Interamericana.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). Síntesis estadísticas de los años agrícolas 2007-2018. Recuperado de <http://www.mag.gov.py>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2019). Informe de producción y comercialización de maní. Recuperado de <http://www.mag.gov.py>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020). Síntesis estadísticas de los años agrícolas 2019-2020. Recuperado de <http://www.mag.gov.py>
- Mojena, R. (1977). Hierarchical grouping methods and stopping rules: An evaluation. *The Computer Journal*, 20(4), 359-363.
- R Development Core Team. (2018). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Versão 3.6.2. Recuperado de <http://www.R-project.org>
- Silva, M. I. S., Guimarães, E. C., & TAVARES, M. (2008). Previsão da temperatura média mensal de Uberlândia, MG, com modelos de séries temporais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12(5), 480-485.
- Sokal R. R., & Rohlf, F. J. (1962). The comparison of dendograms by objectives methods. *Taxon*, 33, 346-412.



Implementación de buenas prácticas de manufactura (BPM) en una empresa productora de alimentos balanceados en la ciudad de Capiatá Departamento Central

Leon, L.^{1*}, Ramirez, S.¹, Cuevas, D¹, Medina, E.¹

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

*letyleon@gmail.com

Introducción

Dado el vínculo directo entre la inocuidad del pienso y la inocuidad de los productos alimenticios para consumo humano derivados de los animales de granja, es básico que la fabricación y producción de piensos en general sean partes importantes de la cadena de producción de alimentos para consumo humano. La producción de alimentos balanceados actualmente dejó de ser sólo una manera de utilizar los subproductos de otros rubros agroindustriales como la molienda de cereales y el prensado de oleaginosas, sino que evolucionó como un rubro agroindustrial muy demandado para las explotaciones ganaderas intensivas por lo cual la calidad de los productos se convirtió en unos de los factores de competitividad más importantes, ya que representa la diferencia entre un buen resultado en la producción ganadera, una merma o un fracaso (Bortone, 2001). Los procesos bajo las normas de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) implican regir la producción bajo las normas correspondientes y tener en condiciones los equipos y maquinarias, el uniforme de los empleados, los estándares de limpieza e inocuidad (Fretes, 2007). Este trabajo tuvo como objetivo principal el diseño de un plan de Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura en una empresa productora de alimentos balanceados en Capiatá del departamento Central distrito de Posta Yvygua, y como objetivos específicos a)

Caracterizar el proceso de producción de alimentos balanceados b) identificar los aspectos de las BPM y su cumplimiento c) Proponer alternativas de mejora y d) determinar los recursos necesarios para la implementación.

Metodología

El trabajo se realizó en una empresa dedicada a la fabricación de alimentos balanceados como uno de sus principales rubros. Ubicada en la Ciudad de Capiatá Distrito de Posta Ybykua sobre la Ruta PY01, distante de la ciudad de Asunción a diez y nueve km, las coordenadas son Latitud: 25°22'57.94"S y Longitud: 57°28'23.19"O. La investigación es de tipo no experimental

La población analizada fue finita, la empresa cuenta con 30 (treinta) personales, el área evaluada fue específicamente el área de producción de alimentos balanceados, sus depósitos de materias primas y productos terminados, además de las maquinas mezcladoras, peletizadoras, de embolsado de productos, depósito de materias primas y de productos terminados. Las variables principales fueron los aspectos cualitativos y de incumbencias técnicas de las BPM establecidas y estandarizadas para todo el mundo por los organismos internacionales e instituciones gubernamentales competentes; establecidos para los edificios e



instalaciones; a los parámetros establecidos de los aspectos de BPM aplicados a: Edificio e Instalaciones como: Ubicación de la Planta; Diseño y trazado; Estructura interna y sus elementos; Suministro de agua; Instalaciones de higiene del personal; Calidad temperatura y ventilación de Aire; Iluminación; Equipos; Higiene personal; Limpieza; Mantenimiento; Control de plagas; Desperdicios; Drenajes; Almacenamiento; Transporte; Capacitación

Descripción del proceso de recolección de datos. En primer lugar se procedió a la construcción de una lista de chequeo (*check list*) que incluya todos los aspectos técnicos de BPM y sus indicadores con las alternativas de "cumple" o "no cumple", posterior a ello se realizó una reunión con los encargados de la empresa a objeto de informarles del trabajo a ser realizado, la metodología y los aspectos a ser evaluados.

La recolección de datos se inició con la caracterización del sistema de producción a través de la observación e identificación de cada paso del proceso de producción desde la recepción de materias primas hasta el producto terminado, la identificación de los aspectos de buenas prácticas de manufactura mediante el *check list* para la evaluación del cumplimiento de lo establecido en el manual de BPM.

También se utilizó información de fuentes secundarias como manuales de BPM para la industria de alimentos balanceados, los libros y fuentes en línea. El procesamiento de los datos se realizó mediante herramientas informáticas como planillas de Excel e informes en Word para determinar la situación de la producción en relación a los parámetros establecidos de los aspectos de BPM aplicados a Edificio e Instalaciones.

Resultados y discusión

Tras haber analizado todos los datos tomados de la empresa industrial objeto de estudio de este trabajo de investigación y en base a los objetivos trazados se constató que la empresa cumple con el 65,6% (76 indicadores) de los indicadores analizados e incumple con el 34,4% (40 indicadores) un 40% de los indicadores incumplidos son debido a la falta de documentaciones, registros y manuales requeridos. De modo a determinar las alternativas de mejora y los costos que suponen la adecuación total de su producción a las normas de buenas prácticas, evaluando principalmente el cumplimiento de los indicadores determinados mediante los estándares establecidos por la FAO para el Edificio y las Instalaciones, la Ubicación de la planta, el Diseño y trazado, la Estructura interna y sus elementos, el Suministro de agua, las Instalaciones para higiene del personal, la Calidad temperatura y ventilación del aire, la Iluminación, los Equipos, la Higiene personal, la Limpieza, el Mantenimiento, el Control de plagas, los Desperdicios, los Drenajes, el Almacenamiento, el Transporte y la Capacitación. Los resultados observados como incumplidos y las alternativas de mejora fueron analizados de manera a determinar y proponer la mejor manera de mitigación teniendo en cuenta el costo que la misma conlleva. En el cuadro 1 se observa los costos en que debe incurrir la empresa adaptar la situación actual de la empresa al régimen de buenas prácticas mediante la ejecución de las propuestas de mejora para las cuales se determinó un costo total de ₡ 30.229.000. (Guaraníes treinta millones doscientos veinte y nueve mil) y un periodo de seis meses para su ejecución.



Cuadro 1. Costos de mitigación

VARIABLE	TOTAL
Edificios e Instalaciones	420.000 ₡
Estructura interna y sus elementos	17.515.000 ₡
Instalaciones para Higiene del personal	1.020.000 ₡
Calidad, temperatura y ventilación del aire	5.200.000 ₡
Iluminación	1.540.000 ₡
Equipos	600.000 ₡
Higiene personal	1.334.000 ₡
Almacenamiento	2.600.000 ₡
TOTAL GENERAL	30.229.000₡

Fuente: Elaborado en base a datos levantado a través de un cuestionario estructurado para el efecto, año 2019

Conclusión

Como el 40% de los indicadores incumplidos no representan costo directo o erogación monetaria alguna para la empresa, la misma podría ajustarse sin invertir mucho tiempo ni dinero pues cuenta con suficientes medios, equipos e infraestructura lo que le permitirán mejorar tanto la calidad de su producto como sus controles internos de producción y de operación mediante una correcta aplicación de BPM en la producción de alimentos balanceados para consumo animal.

Referencias bibliográficas

- Bortone, E. (2001). *Diseño de plantas de alimentos balanceados especializados para peces y crustáceos*. Monterrey, MX. Pearson
- Fretes, C. (2007). *Procesamiento agroindustrial de los productos agropecuarios*. San Lorenzo, PY. Océano



Análisis técnico y económico de la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en una finca en el distrito de Piribebuy, Departamento de Cordillera

León, L.^{1*}, Gini, J.¹

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Licenciatura en Administración Agropecuaria. San Lorenzo, Paraguay

*letyleon@gmail.com

Introducción

La caña de azúcar es uno de los rubros de renta con potencial de incremento en la producción del país, este cultivo es uno de los principales rubros producido en nuestro país, esto a la vez está conformado en un alto porcentaje por pequeños productores

La caña de azúcar un producto noble, que no conlleva altos riesgos de pérdida, es más, brindando el debido cuidado cultural se optimiza el rendimiento y se puede dar un mejor rendimiento, teniendo en cuenta el terreno apto para la plantación. Conocer la rentabilidad técnica y económica del cultivo, estructurando y analizando los costos, se puede lograr mayor eficiencia del cultivo y beneficios para el pequeño productor. Cabral, A., & Birbaumer, S. (2008)

Metodología

La investigación se realizó en el Departamento de Cordillera, Distrito de Piribebuy, distante a 60 kilómetros de la ciudad de Asunción, Compañía Cañada, situado a unos 4 kilómetros del centro de la ciudad. Las coordenadas de la finca son latitud 25° 47.01 90" y longitud 57°03.77 38", la extensión total de la finca es de 20 hectáreas, de las cuales 10 has son destinadas para la producción de la caña de azúcar orgánica como cultivo de renta. La investigación fue del tipo no experimental.

El objeto o población analizada fue la producción de 10 has caña de azúcar variedad CTC 15, con aproximadamente 12.000 plantas (1,40x0,6), se analizó el ciclo productivo 2017/2018 del rubro. Las variables técnicas analizadas fueron: Cantidad herbicidas: kg ha⁻¹, Cantidad de fertilizantes: kg ha⁻¹, Cantidad de semillas por m²: Densidad de plantas ha⁻¹: Este indicador demostró de acuerdo al tipo de siembra que utilizó el productor, la cantidad de plantines a ser utilizada por hectárea, Producción por m²: A través de este indicador se obtuvo la producción en kg m². Producción: cantidad de plantas por m². Productividad: Este índice muestra el total de producción que se obtiene por ha. Prod. Total ha⁻¹: Prod por m² en 10.000 m² y las **Variables económicas analizadas fueron: Costos Fijos Totales (CFT):** En este punto se indicaron todos los costos que no tuvieron una variación con respecto al volumen de producción. **CFT = CF 1 + CF 2 +CFn; Costos Variables (CV):** Este indicador consiste en aquellos costos que varían según el tamaño de la producción como son: los insumos, mano de obra. **CVT = CV 1 + CV 2 +CVn; Costos Totales (CT):** En este índice fueron sumados los costos fijos y los costos variables de producción **CT = CFT+CVT; Ingreso Bruto (IB):** Se obtuvo al multiplicar la producción total por el precio de comercialización. Para ello se utilizó la siguiente formula.



IB= Producción Total x Precio de comercialización.; Ingreso Neto (IN): Se realizó la diferencia entre el ingreso bruto y los costos totales de producción, a través de la siguiente fórmula matemática: **IN = IB-CT; Índice de Rentabilidad (R):** Este indicador demostró si es o no rentable **R= (IN/CT)*100; Punto de equilibrio físico y económico de la producción:** La determinación del Punto de Equilibrio requiere de la aplicación de una serie de fórmulas relativamente simples, puede determinarse tanto para unidades como para valores monetarios.

Punto de equilibrio físico:

Punto de equilibrio económico:

La recolección de datos se realizó a través de la aplicación de cuestionarios y entrevistas a profundidad al propietario de la finca, para la obtención de datos para su posterior tabulación y análisis de los índices de costos, luego por medio de la aplicación de fórmulas se obtuvo la rentabilidad anual del cultivo, fueron utilizadas herramientas informáticas para complementar todos los datos.

Resultados y discusión

El análisis permitió conocer en detalle los procesos técnicos de producción y los insumos necesarios, los costos y la rentabilidad. El proceso de siembra de la caña de azúcar se inició el 15 de marzo 2017, la cosecha se realizó a inicios de marzo 2018, que se prolongó por 3 días. Para la siembra se utilizó 70 toneladas de semilla para 10 has. Se obtuvo un rendimiento de 784 toneladas. En el cuadro N 6 se muestran los resultados obtenidos, donde se puede observar que el costo total de producción para 10 ha.

fue de 108.232.335 Gs. de los cuales 39.508.835 Gs. corresponden a costos fijos y 68.723.500 Gs. a costos variables. Con un precio de venta de 190.000 Gs t⁻¹ se obtuvo un ingreso bruto de 148.960.000 Gs. y un ingreso neto de 38.691.282 Gs. con un índice de rentabilidad de 25,97 %.

Cuadro 6. Ingreso neto de la producción de caña de azúcar.

Descripción del ingreso	Monto (Gs)
Ingreso por venta	148.960.000
Costo total del ciclo	108.232.335
Ingreso Bruto del Ciclo (12 meses)	40.727.665
Impuesto Agropecuario 5%	2.036.383
Total, Ingreso Neto	38.691.282
Rentabilidad en %	25,97

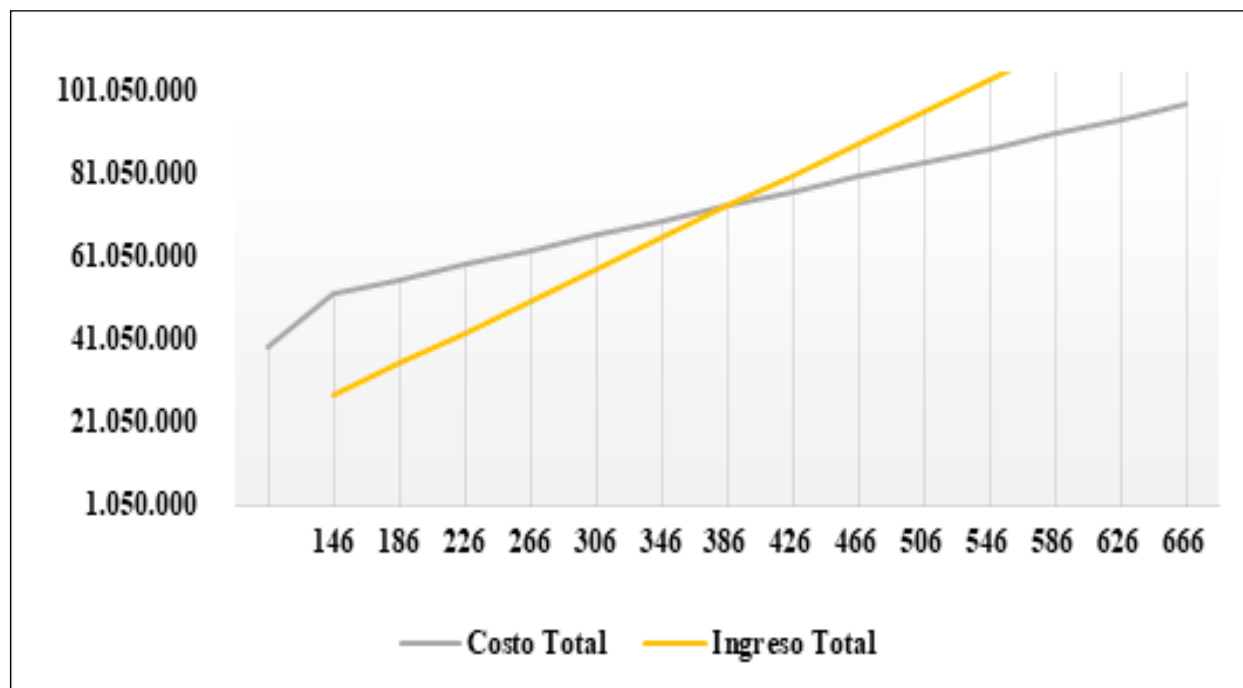
Fuente: Elaborado en base a datos levantado a través de un cuestionario estructurado para el efecto, año 2019.

Según Billene, R. (2010); El punto de equilibrio económico y productivo, representan el punto de partida para indicar cuantas unidades deben de venderse para no tener pérdidas. Del mismo modo el punto de equilibrio gráfico, esquematiza los ingresos y costos totales, a diferentes volúmenes de ventas.

El **grafico 1** se muestra el equilibrio físico y económico de la producción de caña de azúcar, para lo cual es fundamental conocer todos los costos fijos y variables y el margen de contribución de la venta. El punto de equilibrio físico fue de 386 toneladas y el punto de equilibrio económico fue Gs. 73.348.614 (según fórmula). Esto muestra que la cantidad de dinero obtenido por la venta realizada permitió cubrir todos los costos de producción.



Gráfico 1. Punto de equilibrio físico y económico de la producción de caña de azúcar.



P.E.F. 386 ton.

P.E.E. 73.348.614 Gs.

Fuente: Elaborado en base a datos levantado a través de un cuestionario estructurado para el efecto, año 2019

Conclusión

La producción de caña de Azúcar variedad CTC 15 constituye una alternativa rentable para el pequeño productor, para lo cual es imprescindible llevar el registro minucioso de los costos, ingresos y egresos.

Referencias bibliográficas

- Billene, R. (2010). *Costos: Cómo implementar de manera sencilla sistemas extracontables de costos para pymes*. Buenos Aires, Argentina: Errepar.
- Cabral, A., & Birbaumer, S. (2008). *La producción de caña dulce orgánica en rotación con otros cultivos orgánicos en pequeñas fincas en la región centro del Paraguay*. Asunción, Paraguay. AZPA & GTZ.



Perfil del consumidor de la carne de cabra en la ciudad de Asunción, Paraguay

Leon, L.^{1*}, Silvera, C.¹

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

*letyleon@gmail.com

Introducción

La producción de carne de cabra en Paraguay es principalmente realizada en explotaciones familiares, debido a su bajo nivel de inversión, alta tasa de adaptabilidad en los distintos tipos de ambientes y así también a su gran habilidad reproductora de las cabras que permiten a las hembras dar dos o más crías en cada parto permitiendo una producción relativamente alta en comparación a los distintos tipos de explotaciones ganaderas. En las explotaciones caprinas a nivel país la tecnificación de la producción es mínima, siendo la principal la explotación extensiva en campos naturales y sobrecargados, obteniendo una baja producción en las mismas con un alto índice de mortandad (Cespoli, 2003).

El conocimiento acerca de los gustos y preferencias bibliográficas del consumidor se ha vuelto clave para el mercado alimentario. La producción en la cadena agroalimentaria mejora de acuerdo con la información que se obtiene en su gran mayoría, a través de datos estadísticos. Actualmente en el Paraguay el mercado de carne de cabra se encuentra bastante limitado con respecto a otros rubros que están en auge en el país, debido a la baja promoción del producto y la baja oferta de este, impidiendo así que los productores obtengan un mercado en el cual ofrecer sus productos y también que los consumidores no puedan adquirir el mismo. Por esta razón es de suma importancia considerar todos los aspectos que afectan en la percepción, consumo y promoción de la carne de

cabra en el Paraguay, El presente trabajo tiene como objetivo general determinar el perfil del consumidor de carne caprina en supermercados de Asunción, y los objetivos específicos son: identificar el perfil socioeconómico de los consumidores de carne de cabra, categorizar las variables geográficas de los consumidores de carne de cabra, analizar las variables motivacionales de los consumidores de carne de cabra y definir los hábitos de consumo de los consumidores de carne de cabra

Metodología

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Asunción, en una cadena de supermercado compuesta por 5 locales. El supermercado A se encuentra en barrio Obrero con coordenadas exactas en 25°17'55.2"S 57°38'27.7"W, el supermercado B se encuentra en el barrio Republicano con coordenadas exactas en 25°19'09.8"S 57°37'45.5"W, el supermercado C se encuentra en el barrio Nazareth con coordenadas exactas en 25°19'15.9"S 57°35'38.7"W, el supermercado D se encuentra en el barrio Bella Vista con coordenadas exactas en 25°16'18.0"S 57°35'05.1"W y el supermercado E se encuentra en el barrio Virgen del Huerto con coordenadas exactas en 25°16'28.8"S 57°35'53.3"W. La población de unidades es infinita, por lo que se realizó un muestreo por conglomerado, para un tamaño de muestra por estimación de proporciones, se utilizó la siguiente



fórmula para la población infinita.

$$n = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.69 * 0.31}{0.1^2} = 82$$

n = tamaño de la muestra

z^2 = nivel de confianza determinado 95% de confianza (1.90)

p = probabilidad de éxito 69% de carnes vendidas en supermercados

q = probabilidad de fracaso 31%

En dónde;

Para determinar la demanda del producto, se aplicó 82 encuestas semiestructuradas a consumidores finales que son clientes de supermercados. Se utilizó dicha fórmula teniendo en cuenta el porcentaje de carne caprina comercializada en los supermercados.

En función a los objetivos propuestos, se definieron las variables de medición:

Variables Socioeconómicas: Sexo, edad, nivel educativo, ocupación laboral, ingreso familiar.

Variables Geográficas: Macrolocalización, microlocalización

Variables Motivacionales: Presentación, gustos, recomendación

Variables de Hábitos de Consumo: Frecuencia, cortes, precios, cantidad.

La presente investigación se realizó en una cadena de supermercados que cuenta con 5 locales en la ciudad de Asunción que comercializa carne de cabra, con el objetivo de determinar el perfil del consumidor, a través del análisis de las variables socioeconómicas, geográficas, variables motivacionales y hábitos de

consumo. Por medio de la fórmula de muestreo por conglomerados se determinó que la cantidad de consumidores a encuestar fuese de (82) personas, el levantamiento de datos se realizó durante (2) meses, alcanzando un promedio de 8 horas en total por cada supermercado, alcanzando así un total de 40 horas para la obtención de todos los datos necesarios. Para la obtención de datos primarios se utilizaron cuestionarios semiestructurados acerca de las pReferencias bibliográficas de consumo, con preguntas de opciones múltiples y preguntas dicotómicas, ya que estas nos permitieron la adquisición de datos de manera más sencilla, mediante una serie de preguntas con respuestas de fácil manejo e interpretación, que se aplicó a 82 consumidores de carne de cabra, en los supermercados seleccionados. Los datos secundarios fueron obtenidos mediante consultas a fuentes disponibles con relación a este tema, como por ejemplo: artículos, revistas, periódicos y estudios anteriores que tengan un enfoque similar, para la obtención de datos más certeros en la investigación como población y producción de cabra fueron utilizados; Datos estadísticos del censo 2002 y 2008 realizado en Paraguay. Para una mejor interpretación de la información obtenida



y recopilada se construyeron con ellos cuadros estadísticos, promedios generales y gráficos ilustrativos de tal modo a sintetizar los valores y a partir de ellos, extraer enunciados teóricos. Los cuales a través de la estadística descriptiva permitieron presentar de la forma más lógica y legible los resultados obtenidos, para describirlos con mayor precisión.

Resultados y discusión

Luego del levantamiento de la información, se procesaron los datos de las encuestas y se constató que el perfil del consumidor de carne de cabra presenta las siguientes características: a) variables socioeconómicas; el mayor porcentaje de consumidores corresponde al sexo masculino, de entre 41-60 años, el 50,8% cuenta con estudios universitarios, pertenecen a la categoría de funcionarios públicos cuyas familias están integradas por 5 personas, b) variables geográficas; los locales se encuentran ubicados en barrios estratégicos donde cuentan con una cantidad elevada de habitantes, y servicios básicos al alcance de todos c) variables motivacionales; los adultos son los principales consumidores dentro de la familia, lo prefieren por el sabor de la carne y lo adquieren mayormente de forma congelada en supermercados d) hábitos de consumo; la carne de cabra es consumidas frecuentemente en acontecimientos y fechas festivas, el 52,9% en Navidad, el corte que más se consume es el muslo, la cantidad adquirida principalmente varía de 2 a 3 kg y a un precio de más de 25.000 Gs kg⁻¹.

Conclusión

La carne de cabra es un producto apetecible y aceptado por los consumidores de la zona de Asunción del Paraguay. Podemos decir que los consumidores de carne de cabra son personas con cierto poder adquisitivo, que consumen el producto para variar su menú, pero solo en ocasiones especiales. La característica principal que atrae al consumidor es el color de la carne y el corte más adquirido es el muslo.

Referencias bibliográficas

Cespoli, A. (2003). *Manual de producción caprina*. Asunción, PY: Prodechaco.



Presencia de tricotecenos y toxinas *Alternaria* en diferentes bebidas

Carballo, D.^{1*}, Berrada, H.¹, Ferrer, E.¹

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

*diocarballovera@gmail.com

Introducción

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos por determinados hongos filamentosos pertenecientes principalmente a los géneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* y *Alternaria* (Alshannaq & Yu, 2017). Desde el descubrimiento de las aflatoxinas en la década de los sesenta (Bennett & Klich, 2003), la identificación de los hongos productores de micotoxinas, las diferentes clases químicas de metabolitos secundarios y los problemas de salud asociados se han convertido en un reto difícil para los investigadores. En la actualidad, se conocen aproximadamente 400 metabolitos fúngicos secundarios pertenecientes al grupo de micotoxinas, de las cuales las más importantes por sus efectos adversos sobre la salud humana y los animales son: aflatoxinas, ocratoxina A, fumonisinas, tricotecenos, zearalenona, patulina y las toxinas alternarias (Fromme, Gareis, Völkel & Gottschalk, 2016). La contaminación natural de los alimentos por hongos toxigénicos depende principalmente de las condiciones óptimas de temperatura, oxígeno, pH, actividad de agua y humedad relativa (Bhat, Rai, & Karim, 2010). La producción de micotoxinas en los cultivos puede ocurrir a lo largo de toda la cadena alimentaria (pre-cosecha, cosecha, secado y almacenamiento). En este sentido, una misma especie de hongo puede producir un amplio rango de micotoxinas y una misma micotoxina puede ser producida por diferentes tipos de hongos (Marin,

Ramos, Cano-Sancho, & Sanchis, 2013). TCs contaminan cereales como el trigo, la cebada, la avena, el centeno, el maíz y el arroz. También pueden estar presentes en la soja, la patata, las semillas de girasol, cacahuetes y alimentos procesados como cereales de desayuno, pan, pasta y cervezas (Cano-Sancho, Ramos, Marín, Sanchis, 2012; Stanciu et al., 2018; Rodríguez-Carrasco, Fattore, Albrizio, Berrada & Mañes, 2015; Alshannaq & Yu, 2017). Las especies de *Alternaria* producen más de 70 toxinas, pero una pequeña proporción de ellas se ha caracterizado por su alta incidencia en alimentos han sido detectadas en el trigo, el sorgo, la cebada, girasol, el tomate, las manzanas, aceitunas, así como en frutas cítricas y verduras. Debido a su crecimiento incluso a bajas temperaturas, las especies de *Alternaria* se asocian con el deterioro de estos productos durante el transporte y almacenamiento de los alimentos refrigerados (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, 2011; Rodríguez-Carrasco, Mañes, Berrada, Juan, 2016; Escrivá, Oueslati, Font & Manyes, 2017).

El objetivo del presente trabajo fue analizar la presencia de micotoxinas del grupo de los tricotecenos y toxinas *Alternaria* en diferentes bebidas de consumo humano.

Metodología

La investigación fue realizada en el Laboratorio de Toxicología, Departamento



de Medicina Preventiva y Salud Pública, Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal, Facultad de Farmacia, Universidad de Valencia.

Un total de 100 muestras de jugos (n=20), té (n=20), café (n=20), cerveza (n=20), vino (n=20) adquiridas de diferentes supermercados de la ciudad de Valencia desde septiembre 2017 a octubre 2018.

Previo a la aplicación del proceso de extracción se llevó a cabo el tratamiento de las muestras, un procedimiento de desgasificación para las muestras de cerveza, 100ml de la misma se sometió a un proceso de agitación en ultrasonido por 15 min. En el caso de las muestras de jugo, té y café se llevó a cabo la preparación de las bebidas. La técnica de extracción empleada fue la microextracción líquida dispersiva (DLLME), método validado previamente por Pallarés et al., (2017), se colocó 5 mL de muestra en un tubo cónico de 10 mL, se añadió una mezcla (950 μ L de acetonitrilo) de disolvente de dispersión y (620 μ L de EtOAc) del disolvente de extracción; y la mezcla resultante se agitó durante 1 min. La mezcla se centrifugó a 4000 rpm durante 5 min y la fase orgánica en la parte superior del tubo se colocó en un segundo tubo cónico. A continuación, se añadió una mezcla (950 μ L de MeOH) de disolvente de dispersión y (620 μ L de CHCl₃) de disolvente de extracción al residuo restante, y después de agitar y centrifugar, la fase orgánica separada se añadió a la primera fase orgánica. El disolvente en el tubo cónico que contenía las dos fases recuperadas se evaporó hasta casi sequedad bajo una corriente de nitrógeno usando un evaporador LV turbovap (Zimark, Hopkinton, MA). El residuo seco se reconstituyó con 1 ml de metanol-acetonitrilo (50/50 v/v) y se filtró con jeringa con filtro de nailon (13 mm de

diámetro y 0,22 μ m de tamaño de poro), se coloca en un vial para su posterior análisis.

Para el análisis se utilizó cromatografía líquida y cromatografía de gases. El análisis HPLC-MS/MS se realizó utilizando una cromatografía líquida Agilent 1200 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, EE. UU.) Acoplada a un 3200 QTRAP® ABSCIEX (Applied Biosystems, Foster City, CA, EE. UU.) Equipado con una fuente Turbo-VTM (ESI) interfaz. La separación cromatográfica de los analitos se realizó a 25°C con una columna de análisis inverso Gemini® NX-C18 (3 μ M, 150 × 2 mm DI) y una columna de guarda C18 (4 × 2 mm, DI; 3 μ M). Las fases móviles fueron un gradiente programado en el tiempo usando metanol como fase A (formiato de amonio 5 mM y ácido fórmico al 0,1%) y agua y fase B (formiato de amonio 5 mM de ácido fórmico al 0,1%). El gradiente de elución comenzó con 0% de eluyente B; la proporción de B se incrementó al 100% durante 10 min, luego se redujo al 80% durante 5 min y finalmente se redujo al 70% durante 2 min.

El análisis cromatográfico de gases se llevó a cabo utilizando un sistema GC Agilent 7890A acoplado a un espectrómetro de masas triple cuádruple Agilent 7000A con fuente de iones de impacto entre electrones (EI, 70Ev). Los datos cuantitativos se adquirieron en el modo de seguimiento de la reacción de selección. Las temperaturas de la línea de transferencia y de la fuente fueron 280 ° y 230 °, respectivamente. Los analitos se separaron en una columna capilar HP-5MS de 30 mx 0,25 mm x 0,25 μ m. Se inyectó un microlitro del extracto final limpio de micotoxinas en modo splitless en la entrada de vaporización de temperatura programable (PTV) a 250 ° C, empleando helio como gas transportado a una presión fija de 20,3 psi. Luego, se derivatizó el extracto seco.



Resultados y discusión

El método analítico fue validado según los criterios establecidos en el Documento SANTE 11813/2017 (Comisión Europea, 2017), con respecto a los principales parámetros analíticos, como linealidad, recuperación, límites de detección, límites de cuantificación y efecto matriz.

Las micotoxinas detectadas del grupo de los tricotecenos fueron deoxinivalenol (DON), toxina HT-2, (HT-2), nivalenol (NIV) y neosolaniol (NEO). Dos toxinas *Alternaria* fueron detectadas alternariol (AOH) y alternariol metil eter (AME) (Cuadro 1).

Las micotoxinas detectadas en jugos de frutas fueron HT-2, AOH y AME a concentraciones media de 16,69 µg/L, 2,85 µg/L, 8,54 µg/L, respectivamente.

Los resultados obtenidos son coincidentes con la información disponible en la bibliografía, donde AOH y AME son las micotoxinas más comunes encontrado en jugos de frutas (Fernández-Cruz, Mansilla, Tadeo, 2010). En muestras de té y café fueron detectadas AOH y NEO a concentraciones media de 3,94 µg/L y 9,58 µg/L.

Una alta incidencia de muestras positivas de AOH se detectó en muestras de cerveza (95%) a una concentración media 24,93 µg/L, en un estudio realizado por Prellé et al., 2013, también detectó AOH en 30% de las muestras de cerveza analizada. DON también se detectó en 70% de las muestras a una concentración media de 8,65 µg/L. Incidencia similares fueron reportadas en otros estudios (56%-68%) a concentraciones en rango de 2,1-73,2 µg/L (Rodríguez-Carrasco et al. 2015). En muestras de vino se observó una alta incidencia (60%) de AME y DON, aunque la concentración más alta se detectó para NEO a 14,27 µg/L. Limitados estudios también detectaron la presencia de

tricotecenos en muestras de vino (Al-Taher et al., 2013). Alta incidencia de AME fue previamente reportada en muestras de vino (hasta 93%) a concentraciones media de 1,0 µg/L (Zwickel, Klaffke, Richards, & Rychlik, 2016).

Conclusión

El procedimiento analítico aquí utilizado fue adecuado para cuantificar micotoxinas del grupo de tricotecenos y toxinas *Alternaria* en diferentes bebidas. AOH fue la toxina *Alternaria* detectada con mayor incidencia y concentración en muestras de cerveza. HT-2 fue la micotoxina con menor incidencia y la concentración más baja se observó para AME en muestras de vino.

Referencias bibliográficas

- Alshannaq, A., & Yu, J. H. 2017 Occurrence, toxicity, and analysis of major mycotoxins in food. *Int J Environ Res Public Health*, 14 (6), 632-652.
- Bennett, J. W., & Klich, M. (2003). Mycotoxins. *Clinical Microbiology Review*, 16, 497-516.
- Fromme, H., Gareis, M., Völkel, W., & Gottschalk, C. (2016). Overall internal exposure to mycotoxins and their occurrence in occupational and residential settings—An overview. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 219(2), 143-165.
- Bhat, R., Rai, R. V., & Karim, A. A. (2010). Mycotoxins in food and feed: present status and future concerns. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 57-81.



- Marin, S., Ramos, A. J., Cano-Sancho, G., & Sanchis, V. (2013). Mycotoxins: Occurrence, toxicology, and exposure assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 60, 218-237.
- Cano-Sancho, G., Ramos, V., Marín, S., & Sanchis, V., (2012). *Micotoxinas: Estudio de dieta total en Cataluña 2008-2009*. Barcelona, España: Generalitat de Cataluña.
- Stanciu, O., Juan, C., Miere, D., Berrada, H., Loghin, F., & Mañes, J. (2018). First study on trichothecene and zearalenone exposure of the Romanian population through wheat-based products consumption. *Food and Chemical Toxicology*, 121, 336-342.
- Rodríguez-Carrasco, Y., Fattore, M., Albrizio, S., Berrada, H., & Mañes, J. (2015). Occurrence of Fusarium mycotoxins and their dietary intake through beer consumption by the European population. *Food chemistry*, 178, 149-155.
- EFSA. (2011). European Food Safety Authority Scientific opinion on the risks for animal and public health related to the presence of *Alternaria* toxins in feed and food. *EFSA J*, 2407–2504.
- Rodríguez-Carrasco, Y., Mañes, J., Berrada, H., & Juan, C., (2016). Development and validation of a LC-ESI-MS/MS method for the determination of *Alternaria* toxins alternariol, alternariol methyl-ether and tentoxin in tomato and tomato-based products. *Toxins*, 8, 328.
- Escrivá, L., Oueslati, S., Font, G., & Manyes, L. (2017). *Alternaria* mycotoxins in food and feed: An overview. *Journal of Food Quality*, 2017 (5) 1-20
- Pallarés N., Font, G., Mañes, J., & Ferrer, E. (2017). Multimycotoxin LC-MS/MS Analysis in Tea Beverages after Dispersive Liquid-Liquid Microextraction (DLLME). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65 (47), 10282-10289.
- Prellé, A., Spadaro, D., Garibaldi, A., & Gullino, M. L. (2013). A new method for detection of five *alternaria* toxins in food matrices based on LC-APCI-MS. *Food Chemistry*, 140(1-2), 161-167
- SANTE. (2017). Guidance document on analytical quality control and validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed. Document No. SANTE/11813/2017.
- Fernández-Cruz, M. L., Mansilla, M. L., Tadeo, J. L. (2010). Mycotoxins in fruits and their processed products: Analysis, occurrence and health implications. *J Adv Res*, 1, 113–122.
- Rodríguez-Carrasco, Y., Fattore, M., Albrizio, S., Berrada, H., & Mañes, J. (2015). Occurrence of Fusarium mycotoxins and their dietary Intake through beer consumption by the European population. *Food Chemistry*, 178, 149-155.
- Al-Taher, F., Banaszewski, K., Jackson, L., Zweigenbaum, J., Ryu, D., & Cappozzo, J. (2013). Rapid method for the determination of multiple mycotoxins in wines and beers by LC-MS/MS using a stable isotope dilution assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(10), 2378-2384.
- Zwickel, T., Klaffke, H., Richards, K., & Rychlik, M. (2016). Development of a high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry based analysis for the simultaneous quantification of various *Alternaria* toxins in wine, vegetable juices and fruit juices. *Journal of Chromatography A*, 1455, 74-85.



Costo de producción y análisis económico de la mandioca en la agricultura familiar, Corralito, Caazapá

González Villalba, J.D.^{1*}, Enciso Garay, C.R.¹, Caballero Mendoza, C.A.¹, Santacruz Toledo, A.R.¹, López Talavera, C.A.¹, Tullo Argüello, C.C.¹

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

*jorge.gonzalez@agr.una.py

Introducción

En el Paraguay la mandioca es un cultivo de gran importancia en la agricultura familiar, debido a sus múltiples usos, principalmente para el consumo humano y animal, y para la producción de almidón artesanal e industrial. El cultivo de mandioca se adapta a cualquier tipo de suelo y se produce en todos los departamentos de la región oriental del país, con una superficie de plantación estimada en el año agrícola 2019/20 de 185.000 ha, con un rendimiento promedio de 17.996 kg ha⁻¹ (MAG, 2020). Según la misma fuente en el departamento de Caazapá la superficie plantada fue de 16.400 ha con rendimiento de 20.000 kg ha⁻¹. En dicho departamento, el cultivo de la mandioca es muy importante para los productores de la agricultura familiar por su utilización en la alimentación humana y animal como fuente de energía y también por la tradición que tienen en la elaboración de almidón artesanal que comercializan en el mercado local y también en otros departamentos del país.

De acuerdo a la información el problema radica en la baja productividad, en el área de estudio, poniendo en riesgo la subsistencia, que es fundamental para la alimentación básica, por lo que es necesario incorporar paquetes tecnológicos acordes

a las posibilidades del agricultor que permitan contrarrestar los efectos adversos y abastecerse de producción durante todo el año.

Los productores en el sitio objeto de estudio cuentan con pequeña superficie de tierra para cultivar, por lo que es necesario buscar la sostenibilidad técnica y económica de la actividad agrícola y especialmente del rubro. Considerando la necesidad de mejorar el rendimiento de los rubros de la agricultura familiar, entre ellos la mandioca, en el departamento de Caazapá, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA/UNA) presentó al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) un proyecto de investigación titulado "Evaluación agronómica, económica y adopción de paquetes tecnológicos de rubros de producción para la seguridad alimentaria y nutricional en fincas de productores", y que fue aprobado para su ejecución.

El objetivo del trabajo fue establecer una estructura de costo de producción e ingresos por unidad de superficie y analizar los indicadores de rentabilidad de la producción del rubro.



Metodología

La información utilizada para los cálculos fue resultado del ensayo de variedades de mandioca, en parcelas experimentales con enfoque de paquetes tecnológicos implantadas en la compañía Corralito, San Miguel, distrito de Moisés S. Bertoni, departamento de Caazapá, año 2016 – 2017.

La estructura de costo total (CT) de producción se realizó con base al esquema sugerido por Arce (1999), Durán y Scoponi (2005) y MAG (2018), clasificado en costos directos (CD) y costos indirectos (CI), además del costo por unidad, conocido como costo medio (CMe). Estos autores consideran que la estructura se adapta a la cuantificación de coeficientes técnicos y monetización de los mismos.

Para el análisis económico, se utilizaron medidas de resultado económico, propuesto por Durán & Scoponi (2005); Arce (1999) y Hoffmann, Engler, Serrano, Thame, Neves (1992). Se tuvo en cuenta, indicadores como ingreso bruto, (G), margen bruto (G), ingreso neto (G), rentabilidad, mano de obra total (G), rendimiento del jornal y punto de equilibrio.

El ingreso bruto, margen bruto, ingreso neto se expresan en G ha^{-1} . La mano de obra total y el rendimiento del jornal se expresan en jornal ha^{-1} y G jornal^{-1} , respectivamente. El punto de equilibrio se expresa en t ha^{-1} .

Resultados y discusión

Con la información recabada en las parcelas experimentales implantadas, fueron estructurados los costos de producción promedio para todas las variedades estudiadas en el presente ensayo.

El costo de producción de las variedades de mandioca fue de $8.380.193 \text{ G ha}^{-1}$. Los costos directos con una participación del 95% del total de costos, con 38%, 46% y 11% para insumos técnicos, insumos físicos e intereses sobre el capital (costo de oportunidad del dinero), respectivamente. Los costos indirectos con 5%, corresponden a bienes móviles e inmóviles, con 3 y 2%, respectivamente (Cuadro 1). La producción de mandioca por tanto exige un 95% gastos desembolsables del costo total de producción.

Cuadro 1. Estructura de costo de producción de 1 ha de lechuga arrepollada.

Concepto	Sub total (G)	%
I. Costos directos	7.930.193	95
A. Insumos técnicos	3.176.954	38
B. Insumos físicos	3.810.000	46
C. Interés sobre capital operativo	943.239	11
II. Costos indirectos	450.000	5
A. Bienes móviles	250.000	3
B. Bienes inmóviles	200.000	2
Costo total	8.380.193	100



Para el cálculo de los resultados económicos, se consideró el precio base de la mandioca en 400 ¢ kg⁻¹, ya que según los productores fue el precio pagado en finca (coincide con los datos de la Dirección de Comercialización del MAG-PY). El rendimiento medio del ensayo arrojó 27.404 kg ha⁻¹. El ingreso bruto alcanzó 10.961.700 ¢. Como el costo total de producción por hectárea ascendió a 8.380.193 ¢, el costo medio fue de 306 ¢. El margen bruto fue positivo, de 3.031.507 ¢, lo cual revela la sostenibilidad a corto plazo. El ingreso neto, también fue positivo, de 2.581.507 ¢, lo que muestra la sostenibilidad a largo plazo.

Este último indicador, sirvió para calcular la rentabilidad del rubro que arrojó 31%, que constituye el retorno sobre el costo total invertido por unidad de superficie. Se utilizó un total de 61 jornales para la producción de una hectárea de mandioca y cada jornal invertido en la producción rindió 102.320 ¢, valor superior a lo que se pagaba por cada jornal en las actividades extraprediales (60.000 ¢ jornal⁻¹). El punto de equilibrio fue de 19.825 kg ha⁻¹, consistente en la cantidad mínima de producción que cubre los costos desembolsables de manera directa (Cuadro 2).

Cuadro 2. Medidas de resultado sobre el cultivo de la mandioca.

Indicador	Unidad	Valor
1.- Precio de venta	¢ kg ⁻¹	400
2.- Rendimiento	kg ha ⁻¹	27.404
3.- Ingreso bruto	¢ ha ⁻¹	10.961.700
4.- Costo total	¢ ha ⁻¹	8.380.193
5.- Margen bruto	¢ ha ⁻¹	3.031.507
6.- Ingreso neto	¢ ha ⁻¹	2.581.507
7.- Costo medio	¢ kg ⁻¹	306
8.- Rentabilidad	%	31
9.- Jornal total	jornal ha ⁻¹	61
10.- Rendimiento del jornal	¢ jornal	102.320
11.- Punto de equilibrio	kg ha ⁻¹	19.825

Conclusión

Conforme a los resultados obtenidos bajo las condiciones analizadas, se puede concluir que, la producción de mandioca en fincas de la agricultura familiar, bajo el sistema productivo implementado es técnicamente viable y económicamente rentable tanto en el corto como en el largo plazo. Por

tratarse de un rubro para consumo, renta e industrialización, merece una especial atención su producción, las técnicas y recomendaciones que posibilite mejorar los ingresos de las familias. La maximización de los beneficios por parte de las familias podrá darse a partir de la planificación y seguimiento con mejoramiento técnico y con ayuda para la comercialización.



Referencias bibliográficas

Arce, H. 1999. *Presupuesto, costos y decisiones de empresas agropecuarias*. Córdoba, Argentina: Ediciones Macchi.

Durán, R., & Scoponi, L. (2005). *El gerenciamiento agropecuario en el siglo XXI*. Buenos Aires, Argentina: Osmar D. Buyatti.

Hoffmann, R., Engler, J., Serrano, O., Thame, A., & Neves, E. (1992). *Administração da empresa agrícola* (7 ed.). São Paulo: Pioneira.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2018). Documentos. Recuperado de <http://www.mag.gov.py/index.php/publicaciones>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), DCE (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias). (2020). *Síntesis estadísticas: Producción agropecuaria 2017/18*. San Lorenzo, Paraguay: MAG.



Costo de producción y análisis económico de la lechuga arrepollada, J. Augusto Saldívar, Central

González Villalba, J.D.^{1*}, Enciso Garay, C.R.¹, Santacruz Oviedo, V.R.¹, Godoy Medina, N.I.¹, Burgos Rotela, R.¹, Benítez, A.M.¹

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

*jorge.gonzalez@agr.una.py

Introducción

La lechuga forma parte de la dieta alimentaria cotidiana de muchos hogares del país, donde se consume de diferentes formas. El departamento Central es uno de los principales proveedores de esta hortaliza por la cercanía a los mercados de consumo y específicamente los pobladores del distrito de J. Augusto Saldívar se dedican a la producción de este rubro junto a otras hortalizas de hojas y frutos como parte de la diversificación productiva. Las familias están asentadas sobre superficies de tierra minifundiarías por lo que necesitan racionalizar la utilización de los recursos, buscando el aporte del rubro en el sistema productivo y la sostenibilidad.

El clima es un factor que limita la producción de la lechuga arrepollada, principalmente los rendimientos en el área de estudio, por ende, la de subsistencia que es fundamental para la alimentación básica, por lo que es necesario desarrollar tecnologías que permitan contrarrestar los efectos adversos y abastecerse de producción durante todo el año. El desarrollo de tecnologías para la producción hortícola intensiva requiere de inversión de recursos por lo que es transcendental el planteamiento de

políticas adecuadas para el desarrollo de propuestas.

Considerando la necesidad de mejorar la productividad de los rubros hortícolas, entre ellos la lechuga, en el departamento Central, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA/UNA) presentó al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) un proyecto de investigación titulado "Horticultura peri-urbana: Análisis productivo y económico de la producción sostenible de lechuga americana con enfoque de paquetes tecnológicos", y que fue aprobado para su ejecución.

El objetivo del presente trabajo fue estructurar los costos de producción y obtener los indicadores económicos de la lechuga arrepollada.

Metodología

La información utilizada para el cálculo de los indicadores fue resultado de los datos relevados en las parcelas experimentales implantadas con ocho variedades de lechuga arrepollada, en 2018 en el Centro Agronómico Departamental (CAD) ubicado en el distrito de J. Augusto Saldívar.



La estructura de costo total (CT) de producción se realizó con base al esquema sugerido por Arce (1999); Durán y Scoponi (2005) y MAG (2018), clasificado en costos directos (CD) y costos indirectos (CI), además del costo por unidad conocido como costo medio (CMe). Estos autores consideran que la estructura se adapta a la cuantificación de coeficientes técnicos y monetización de los mismos.

Para el análisis económico de las especies, se utilizaron medidas de resultado económico, propuesto por Durán y Scoponi (2005); Arce (1999) y Hoffmann, Engler, Serrano, Thame, Neves (1992). Se tuvo en cuenta indicadores como ingreso bruto (), margen bruto (), ingreso neto (), rentabilidad, mano de obra total (), rendimiento del jornal y punto de equilibrio .

El ingreso bruto, margen bruto, ingreso neto se expresan en $\text{C} \$ \text{ha}^{-1}$. La mano de obra total y el rendimiento del jornal se expresan en jornal ha^{-1} y $\text{C} \$ \text{jornal}^{-1}$, respectivamente. El punto de equilibrio se expresa en unidades de medida ha^{-1} .

Resultados y discusión

A partir de la información recabada en las parcelas implantadas en el CAD, fueron estructurados los costos de producción, destacándose que todas las variedades estudiadas en la época presentaron los mismos costos de producción.

El costo de producción de las variedades de lechuga fue de $51.897.520 \text{ C} \$ \text{ha}^{-1}$. Los costos directos con una participación del 98% del total de costos, con 48%, 45% y 5% para insumos técnicos, insumos físicos e intereses sobre el capital (costo de oportunidad del dinero), respectivamente. Los costos indirectos con 2%, corresponden a bienes móviles (Cuadro 1). La producción de lechuga arropollada por tratarse de un cultivo intensivo, que exige recursos de infraestructura, prácticamente el 100% del costo de producción corresponde a gastos directos desembolsables.

Cuadro 1. Estructura de costo de producción de 1 ha de lechuga arropollada.

Concepto	Sub total (C\$)	%
I. Costos directos	51.102.520	98
A. Insumos técnicos	25.049.067	48
B. Insumos físicos	23.620.000	45
C. Interés sobre capital operativo	2.433.453	5
II. Costos indirectos	795.000	2
A. Bienes móviles	795.000	2
Costo total	51.897.520	100



Para el cálculo de los resultados económicos, se consideró el precio base de la lechuga arrepollada en 6.000 ₡ kg⁻¹ para todas las variedades, ya que según los productores fue el precio pagado en finca (coincide con los datos de la Dirección de Comercialización del MAG-PY). El rendimiento medio del ensayo se diferencia dependiendo de la variedad, siendo la variedad Julia la de menor rendimiento con 11.400 kg ha⁻¹ y la de mayor rendimiento fue la variedad Betty con 14.535 kg ha⁻¹. El ingreso bruto de la variedad Julia, alcanzó 68.400.000 ₡. Como el costo total de producción por hectárea ascendió a 51.897.520 ₡, el costo medio fue de 4.552 ₡ para esta variedad. En lo que se refiere a la variedad Betty el ingreso bruto alcanzó 87.210.000 ₡ ha⁻¹ (18.800.000 ₡ más que el primero debido a la diferencia de rendimiento).

El costo total por hectárea fue 51.897.520 ₡ y el costo medio alcanzó 3.571 ₡, demostrando que mientras mayor es el rendimiento por hectárea, menor será el costo por unidad de producción.

El margen bruto para todas las variedades estudiadas fue positivo, por ejemplo, para la variedad Julia fue de 17.297.480 ₡ ha⁻¹ y para la variedad Betty fue de 36.107.480 ₡ ha⁻¹ (18.800.000 ₡ más que el primero debido a la diferencia de rendimiento), lo cual revela la sostenibilidad a corto plazo.

El ingreso neto, para las variedades estudiadas fueron también positivos y utilizando como ejemplo siempre la de mayor y menor rendimiento se tiene que para la variedad Julia fue 16.502.480 ₡ ha⁻¹ y para la variedad Betty fue de 35.312.480 ₡ ha⁻¹ (18.800.000 ₡ más que el primero

debido a la diferencia de rendimiento), lo que muestra la sostenibilidad a largo plazo.

Este último indicador, sirvió para calcular la rentabilidad del rubro que arrojó 32% y 68% para las variedades Julia y Betty respectivamente, que constituyen el retorno sobre el costo total invertido por unidad de superficie.

Se utilizó un total de 289 jornales para la producción de una hectárea de lechuga arrepollada y cada jornal invertido en la producción rindió 137.102 ₡ y 202.189 ₡ (teniendo en cuenta siempre el de menor y mayor rendimiento), valor superior a lo que pagaba por cada jornal en las actividades extraprediales (80.000 ₡ jornal⁻¹).

El punto de equilibrio fue de 8.650 kg ha⁻¹, consistente en la cantidad mínima de producción que cubre los costos desembolsables de manera directa.

Conclusión

Conforme a los resultados obtenidos y las condiciones analizadas, se puede concluir que, la producción de lechuga arrepollada, con el sistema productivo implementado es técnicamente viable y económicamente rentable tanto en el corto como en el largo plazo. Por tratarse de un rubro de renta y consumido prácticamente durante todo el año merece una especial atención su producción de tal manera que posibilite mejorar los ingresos de las familias. La maximización de los beneficios por parte de las familias podrá darse a partir de la buena planificación de la producción con apoyo para la comercialización.



Referencias bibliográficas

Arce, H. (1999). Presupuesto, costos y decisiones de empresas agropecuarias. Córdoba, Argentina: Ediciones Macchi.

Durán, R., & Scoponi, L. (2005). El gerenciamiento agropecuario en el siglo XXI. Buenos Aires, Argentina: Osmar D. Buyatti.

Hoffmann, R., Engler, J., Serrano, O., Thame, A., & Neves, E. (1992). Administração da empresa agrícola (7 ed.). São Paulo: Pioneira.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2018). Documentos Recuperado de <http://www.mag.gov.py/index.php/publicaciones>



Densidad de plantación y tipos de estacas en el rendimiento de la mandioca (*Manihot esculenta*) variedad Bertoni

Ortigoza Guerreño, J.1*, Echauri Villalba, R.1, Torres, A.M.1, Lopez, C.A.1, Baez, M.E. 1

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

*javierortigoza25@hotmail.com

Introducción

La mandioca es un cultivo de gran importancia económica y social, es consumida para acompañar todas las comidas de las familias campesinas, es indispensable en la mesa paraguaya. La misma presenta problemas de baja productividad debido a la deficiente selección de las ramas semillas y una escasa clasificación de las estacas. Los productores normalmente utilizan la totalidad de la rama para elaboración de las estacas, es decir, sin distinción entre las partes basal, media y apical. La variedad Bertoni tiene un rendimiento promedio de 25.200 kg ha⁻¹. (López, 2015), lo que significa que tiene un rendimiento superior al promedio nacional, que llega a 16.000 kg ha⁻¹

La selección de la semilla según CLAYUCA *et al.* (2015), es considerada una de las actividades más importantes a realizar, antes de establecer el cultivo de mandioca, en vista a que de su calidad dependerá la producción; llegando en muchos casos a presentarse reducciones en los rendimientos en más del 50%, cuando se utiliza semilla de mala calidad. Por otra parte, la mejor semilla se obtiene principalmente de la parte basal y media de los tallos primarios maduros, en razón a que su grosor y lignificación le proveen suficientes reservas nutricionales y resistencia a la deshidratación, lo que, además, podría

significar para la nueva planta mayores rendimientos en la producción.

El objetivo del trabajo es evaluar el efecto interactivo entre la densidad de plantación y tipos de estacas en el rendimiento de la mandioca variedad Bertoni en el Distrito de Independencia, Dpto. de Guairá.

Metodología

Esta investigación fue realizada en el distrito de Independencia Departamento del Guairá desde 15 de septiembre del 2018 hasta julio del 2019 (10 meses). El diseño utilizado fue el de Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA), en parcelas divididas, combinando dos factores: densidad de plantación y tipos de estacas, se contó con 12 tratamientos: tres densidades de plantación y cuatro tipos de estacas, completando 36 unidades experimentales. Las densidades utilizadas fueron 12.346 plantas (0,9 m x 0,9 m); 15.863 plantas ha⁻¹ (0,9 m x 0,7 m) y 22.222 plantas ha⁻¹ (0,9 m x 0,5 m) y los tipos de estacas utilizados fueron de 10 a 12 cm con 8 a 9 yemas. Se utilizó cuatro estacas de la parte basal, cuatro de la parte media, y cuatro de la parte apical y doce estacas de la rama entera. Cada unidad experimental tuvo seis hileras de 5 metros de largo y la parcela útil estuvo constituido por 20 plantas y la superficie total de 1.463 m².

El material genético sobre la que se realizó el experimento fue la mandioca, variedad Bertoni, la misma es de ciclo corto a medio,



tiene un rendimiento promedio de 25.200 kg ha⁻¹, se puede utilizar para consumo humano y elaboración de almidón, ya que tiene un porcentaje de 20,5 % de almidón. (López, 2015)

La preparación del suelo se realizó en forma convencional con una arada profunda de 30 cm, un paso de disco para emparejar el terreno y la surcada para la plantación que hizo en forma manual, el control de malezas se realizó con azada en tres oportunidades

Las variables evaluadas fueron: rendimiento de raíces comerciales que son los que tiene un diámetro mayor a 3,5 cm y una longitud mayor de 20 cm.

Las medias de las variables que presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza fueron comparados por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

El análisis de comparación de medias aplicado al rendimiento total de raíces, en función a las diferentes densidades de plantación y tipos de estacas muestra en el Cuadro 1 que hubo interacción significativa entre la densidad de plantación y el tipo de estacas utilizada.

Cuadro 1. Rendimiento total de raíces de mandioca con diferentes densidades de plantación y tipos de estacas. Independencia Departamento de Guairá. 2019.

Densidad (plantas ha ⁻¹)	Rendimiento total de raíces (t ha ⁻¹)				Promedio de densidades de plantación
	Basal	Media	Apical	Rama entera	
12.346 (0,9mx0,9m)	39,10 bcd	36,83 cde	24,86 g	26,28 g	31, 77 B
15.873 (0,9mx0,7m)	54,32 a	34,58 def	42,52 bc	28,60 fg	40,01 A
22.222 (0,9mx0,5m)	43,02 bc	46,89 ab	31,13 efg	37,54 cde	39,65 A
Promedio de tipos de estacas	45,48 A	39,44 B	32,83 C	30, 81 C	
CV %	7,15				
Factor A * Factor B	< 0,0001				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) por el test de Tukey. Letras mayúsculas corresponden a los promedios de tipos de estacas y densidad de plantación y las letras minúsculas a la interacción entre los dos factores.

En el Cuadro 1 se presenta el resultado de comparaciones de media y se aprecia que hubo una interacción significativa con la utilización de diferentes densidades de plantación y tipos de estacas, siendo la mejor combinación de 15.873 plantas ha⁻¹ (0,9 m x 0,7m) utilizando la rama semilla de

la parte basal; obteniendo un rendimiento promedio de 54,32 t ha⁻¹, el cual presenta diferencias estadísticas significativas en relación a las demás combinaciones a excepción de la combinación de 22.222 plantas ha⁻¹ (0,9 m x 0,5m) utilizando la rama semilla de la parte media con el cual



no presenta diferencias estadísticas. Estos resultados se deben a que la rama semilla de la parte basal es de mayor grosor, contiene mayor contenido de reservas nutricionales y la relación leño médula es de 50 y 50 % lo que produce mayor cantidad de raíces y de mayor tamaño. Duarte (2015), en un trabajo de investigación obtuvo, con la variedad

Bertoni un rendimiento total de raíces de 42,21 t ha⁻¹, el cuál presentó un resultado similar a este trabajo de investigación.

En el Cuadro 2 se aprecia el rendimiento de raíces comerciales, en función a las diferentes densidades de plantación y tipos de estacas y se observa que hubo interacción entre ambos factores.

Cuadro 2. Rendimiento de raíces comerciales con diferentes densidades y tipos de estacas. Independencia Departamento de Guairá. 2019.

Densidad (plantas ha ⁻¹)	Rendimiento de raíces comerciales (t ha ⁻¹)				Promedio densidades de plantación (t ha ⁻¹)
	Basal	Media	Apical	Rama entera	
12.346 (0,9mx0,9m)	32,93 bcd	29,30 cdef	21,92 f	23,34 f	26,87 C
15.873 (0,9mx0,7m)	46,99 a	31,22 cde	39,35 b	25, 78 def	35,44 A
22.222 (0,9mx0,5m)	32,51 bcd	33,79 bc	23,99 ef	28,31 cdef	29,65 B
Promedio de tipos de estacas	37,48 A	31,44 B	28,42 BC	25,81 C	
CV %	8,19				
Factor A * Factor B	< 0,0001				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) por el test de Tukey. Letras mayúsculas corresponden a los promedios de tipos de estacas y densidad de plantación y las letras minúsculas a la interacción entre los dos factores

Considerando las medias de las densidades se aprecia que con 15.873 (0,9 m x 0,7m) se obtuvo el mejor rendimiento y presenta diferencias estadísticas en relación a las otras densidades; así también se aprecia que con las estacas de la parte basal se obtuvo mejor rendimiento comercial en relación a los demás tipos de estacas. Se encontró interacción significativa entre la densidad de 15.873 plantas ha⁻¹ (0,9 m x 0,7 m) y el uso de la rama semilla de la

parte basal, obteniendo un rendimiento promedio de 46,99 t ha⁻¹, que constituye un 87% del rendimiento total, el cual presenta diferencias significativas en relación a las demás combinaciones.

Este resultado concuerda con el trabajo realizado por Báez, Antequera, Ramos, Gutiérrez & Medrano . (1998), quienes obtuvieron el mejor rendimiento con una población de 15.625 plantas ha⁻¹. Blanco,



Aguilar, García, & Baldioceno. (2005), también mencionan que los rendimientos promedios de mandioca se alcanzan en un rango óptimo en la densidad de 15.385 plantas ha⁻¹.

En el Cuadro 3 se aprecia el rendimiento de raíces no comerciales, en función a

las diferentes densidades de plantación y tipos de estacas y se observa que hubo interacción entre ambos factores. Cuadro 3: Rendimiento de raíces no comerciales con diferente densidades y tipos de estacas. Independencia Departamento de Guairá. 2019.

Densidad (plantas ha ⁻¹)	Rendimiento de raíces no comerciales (t ha ⁻¹)				Promedio de densidades de plantación (t ha ⁻¹)
	Basal	Media	Apical	Rama entera	
12.346 plantas ha ⁻¹ (0,9m x 0,9m)	6,17 d	7,53 cd	2,93 e	2,93 e	4,48 B
15.873 plantas ha ⁻¹ (0,9m x 0,7m)	7,32 cd	3,36 e	3,17 e	2,82 e	4,17 B
22.222 plantas ha ⁻¹ (0,9m x 0,5m)	10,51 b	13,11 a	7,14 cd	9,24 bc	10,00 A
Promedio de tipos de estacas	8,00 A	8,00 A	4,41 B	5,00 B	
CV %	11,63				
Factor A * Factor B	< 0,0001				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) por el test de Tukey. Letras mayúsculas corresponden a los promedios de tipos de estacas y densidad de plantación y las letras minúsculas a la interacción entre los dos factores

Según prueba de comparación de medias Tukey ($\alpha = 0,5$), se aprecia en el **Cuadro 3** que a mayor densidad de plantación se tuvo mayor rendimiento de raíces no comerciales y con la utilización de estacas de la parte basal y media presentan rendimientos superiores y tienen efectos significativos en relación a las estacas provenientes de la parte apical y rama entera; y se observa que hubo una interacción con la utilización de diferentes densidades de plantación y tipos de estacas, utilizando la rama semilla de la parte media; obteniendo un rendimiento promedio de 13,11 t ha⁻¹, que constituye un 28% del rendimiento total, el cual presenta diferencias significativas en relación a los demás combinaciones. Según López (2015) en su trabajo realizó investigación con cinco variedades diferentes de mandioca afirmando que la variedad que produjo el mayor rendimiento

de raíces no comerciales fue la variedad Chara'i.

El rendimiento de raíces no comerciales de la mandioca variedad Ju'i tuvo un rendimiento de 5,67 t ha⁻¹, el cual es inferior a los resultados obtenidos ya que la variedad Bertoni es una de las variedades con las cuales se obtienen mayores rendimientos (Duarte 2015).

Conclusión

Hubo interacción entre factores, verificándose que con la densidad de 15.837 plantas ha⁻¹ (0,9 m x 0,7 m) y el uso de rama semilla de la parte basal se tuvo el mayor rendimiento total y comercial de raíces de mandioca, y a mayor densidad de plantación y con la utilización de estacas de la parte media y basal se tiene mayor rendimiento de raíces no comerciales.



Referencias bibliográficas

Báez, J., Antequera, R., Ramos, J., Gutierrez, W., & Medrano, C. (1998). *Densidad de siembra y control de malezas en el cultivo de la yuca (Manihot esculanta Crantz) en siembra directa bajo las condiciones de la planicie de Maracaibo. Rev. Fac. Agron., 15*, 429-438. Recuperado de www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/agronomia/article/download/.../1175

Blanco Navarro, M., Aguilar Bustamante, V., García López, J. R., y Baldioceda Manzanares, C. (2005). *Efecto de las densidades de siembra en el rendimiento de yuca (Manihot esculentum Crantz) vr Valencia. Agronomía Mesoamericana, 16(2)*, 225-230. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43716212>

CLAYUCA (Consortio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca); OEI (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura); SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje); Fundación Promotora del Canal del Dique. (2015). *Tecnologías modernas para la producción de yuca. Volumen I* (1 ed.), pp. 29-53 Palmira, Colombia. Recuperado de http://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/cartilla_modulo_1_produccion_yuca.pdf

Duarte Barboza, DY. (2015). *Evaluación agronómica de seis variedades de mandioca (Manihot esculenta, Crantz), en el departamento Central. (Tesis de grado)*. Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Agrarias, Asunción, Paraguay.

López Aldana, F. H. (2015). *Rendimiento agronómico de cinco variedades de mandioca (Manihot esculenta Crantz) en la comunidad de Ñupyahu Guazu distrito de Caazapá (Tesis de grado)*. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Caazapá, Paraguay.



Épocas de semeadura e sua influência no potencial produtivo da cultura da soja em regiões produtoras do estado do Paraná, Brasil

Lesme B., J.A.^{1*}

¹Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Produção Vegetal. Piracicaba, SP - Brasil.

*joselesme@hotmail.com

Introducción

O entendimento das exigências climáticas da soja, das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera e a aplicação prática destes conhecimentos poderão indicar soluções para a redução dos riscos de insucesso da cultura (Farias, Neumaier & Nepomuceno, 2009). Dentre os riscos associados ao cultivo da soja nas diferentes regiões produtoras do Brasil, a ocorrência de déficit hídrico é tida como a principal, levando à variabilidade interanual e regional da produtividade (Battisti, Sentelhas, Pilau & Wollmann, 2013; Sentelhas & Battisti, 2016).

De todos os fatores inerentes à produção agrícola, o clima é o de mais difícil controle, exercendo maior ação limitante às máximas produtividades. Agrava-se a isto a dificuldade de previsão de ocorrências climáticas adversas, principais fatores de risco e de insucesso na exploração das principais culturas. Dentre os elementos climáticos, a temperatura, o fotoperíodo e a disponibilidade hídrica são os que mais afetam o desenvolvimento e a produtividade das culturas agrícolas, restringindo os locais de plantio, as épocas de semeadura e os solos (Farias et al., 2009).

Entende-se por produtividade potencial (PP) ou potencial de rendimento, aquela obtida por uma cultivar altamente produtiva e bem adaptada ao ambiente de crescimento, em condições sem limitações impostas nem por falta de água e de nutrientes, e nem por ocorrência de pragas e doenças (Doorenbos & Kassam, 1979; Pires, Costa, Rambo & Ferreira, 2005; De Ponti, Rijk & Van Ittersum, 2012). A produtividade atingível (PA) é aquela obtida a partir da penalização da produtividade potencial (PP) pelo déficit hídrico que ocorre em cada fase de desenvolvimento da planta, em função das características da cultura e as variáveis do ambiente, como radiação solar, temperatura e fotoperíodo. Corresponde ao melhor rendimento obtido com o uso da melhor tecnologia disponível, limitada apenas pela disponibilidade hídrica. São produtividades alcançadas experimentalmente ou pelos produtores que tem um melhor desempenho produtivo, em uma determinada região (Cunha, Pires, Dalmago, Santi & Pasinato, 2011). Na Figura 1, descrevem-se os tipos e níveis de produtividade com os seus respectivos fatores determinantes, limitantes e redutores.

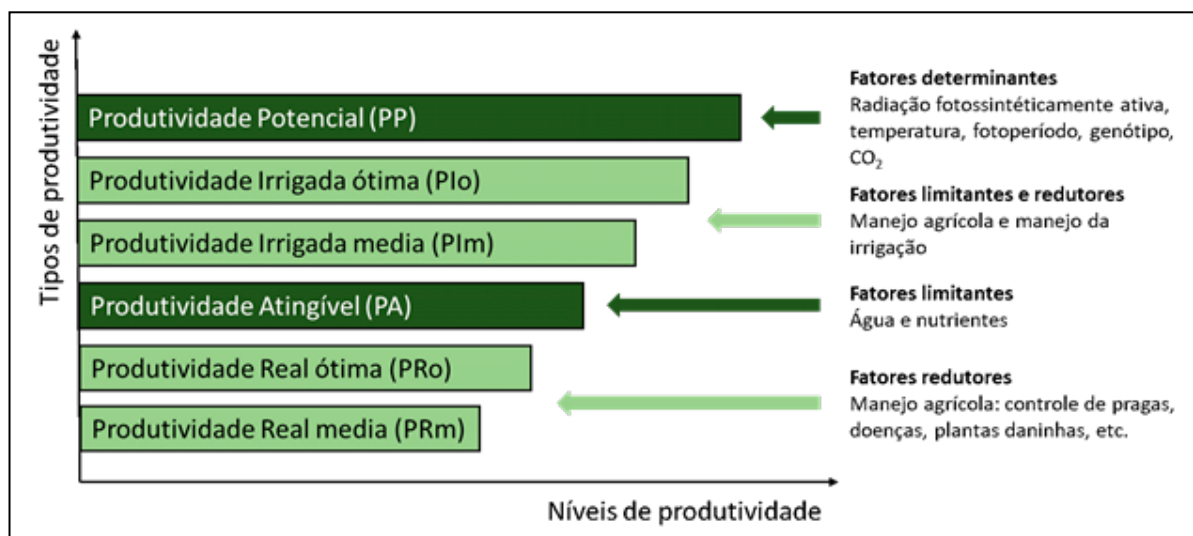


Figura 1. Tipos e níveis de produtividade em base a fatores determinantes, limitantes e redutores. Fonte: adaptado de Sentelhas et al. (2016).

Em vários anos, tem-se observado significativas quedas nos rendimentos devido a problemas com o clima, principalmente relacionados à ocorrência de secas. Diante deste contexto, com a definição de áreas menos sujeitas a riscos de insucessos devido à ocorrência de adversidades climáticas, o zoneamento agroclimático constitui-se numa ferramenta de fundamental importância em várias atividades do setor agrícola. Isto leva à exploração mais racional da cultura, bem como ao incremento da produção e produtividade, gerando efeitos positivos à economia (Farias, Almeida & Garcia, 1997).

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) é uma ferramenta de gestão agrícola que visa a minimização dos riscos relacionados aos fenômenos climáticos adversos permitindo a cada local identificar a melhor época de plantio das culturas, nos diferentes tipos de solos e ciclos de cultivares (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2018).

Portanto, os objetivos deste trabalho foram testar o modelo de estimativa de produtividade da Zona Agroecológica – FAO para a cultura da soja, definir períodos ideais de semeadura de soja para diferentes locais do estado do Paraná, com base nos diferentes ciclos da cultura e em função as variáveis meteorológicas históricas.

Metodología

As áreas de estudo estiveram compreendidas em 9 localidades bem distribuídas no estado do Paraná, Brasil, contemplando os municípios de Campo Mourão, Cascavel, Irati, Joaquim Távora, Londrina, Nova Cantu, Pato Branco, Ponta Grossa e Umuarama, onde foram simuladas produtividades em base a 56 anos (1961 a 2017) de dados meteorológicos, 21 épocas de semeadura (10 de agosto a 28 de fevereiro) e 3 ciclos de cultivo (precoce, médio e tardio) para a cultura de soja (Quadro 1).



Quadro 1. Duração em dias dos estádios fenológicos utilizados com diferentes ciclos de cultivo da cultura da soja.

Ciclo Total (Dias)	S-V2	V2-R1	R1-R5/R6	R6-R8
100	10	30	35	25
120	15	35	40	30
140	15	45	50	30

*S: semeadura; V2: folha desenvolvida no primeiro nó acima do unifoliolado; R1: início da floração; R5: legume contendo grãos com três mm em um dos quatro nós superiores; R6: legume contendo grãos completamente desenvolvidos em um dos quatro nós superiores e, R8: maturidade completa, segundo Fehr & Caviness (1977). Fonte: Battisti (2013); Farias et al., (2001).

Os dados meteorológicos empregados neste estudo foram temperatura máxima e mínima do ar, insolação solar e precipitação pluvial, todos na escala diária para os locais em estudo. Os dados meteorológicos foram fornecidos por diferentes órgãos de pesquisa como o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), Agência Nacional de Águas (ANA) e o Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo).

Na estimativa da produtividade potencial (PP) da cultura da soja utilizou-se o modelo da Zona Agroecológica – FAO, com as variáveis de entrada de irradiância solar global extraterrestre (Q_0), temperatura do ar (T), insolação (n), fotoperíodo (N), índice de área foliar máximo (IAFmax), taxa de respiração (R), índice de colheita (C), umidade da parte colhida ($U\%$) e o ciclo da cultura (ND). A equação geral da PP é dada pela eq. (1):

$$PP = (PPBp * CIAF * CR * CC * ND) / (1 - 0,01 * U\%) \quad (1)$$

em que: PPBp ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) é a produtividade bruta de matéria seca para uma cultura padrão com IAFmax = 5.

Para definição da melhor época de semeadura de soja com base nas produtividades potencial e atingível, utilizou-se o seguinte modelo:

$$PP = a \cdot J^2 + b \cdot J + c \quad (2)$$

em que: PP se refere à produtividade potencial (kg ha^{-1}), respectivamente, J é o dia juliano e; a , b e c aos parâmetros empíricos (kg ha^{-1}) determinados por intermédio de análise de regressão.

Sendo assim, para determinação do dia ótimo de semeadura (J_0), tem-se que:

$$J_0 = -b/2a \quad (3)$$

Resultados y discusión

Para apresentar os resultados da simulação do modelo (Quadro 2), foi escolhido o município de Cascavel, PR, localidade mais próxima ao Paraguai e representativa pelas condições similares de clima, solo e manejo da cultura da soja.



Quadro 2. Parâmetros empíricos do modelo (a, b e c – kg ha⁻¹) de definição da melhor época de semeadura e data ótima de semeadura (dia juliano Jo=-b/2a) correspondente à produtividade potencial (PP, kg ha⁻¹) média máxima da cultura de soja, no município de Cascavel, PR.

Ciclo	a	b	c	R ²	Dia de semeadura	Jo	PP
Precoce	-0,1144	70,973	-5692,3	0,9981	6 de novembro	310,2	5315
Médio	-0,1364	81,900	-5667,2	0,9980	27 de outubro	300,2	6627
Tardio	-0,1460	84,524	-4544,6	0,9946	16 de outubro	289,4	7689

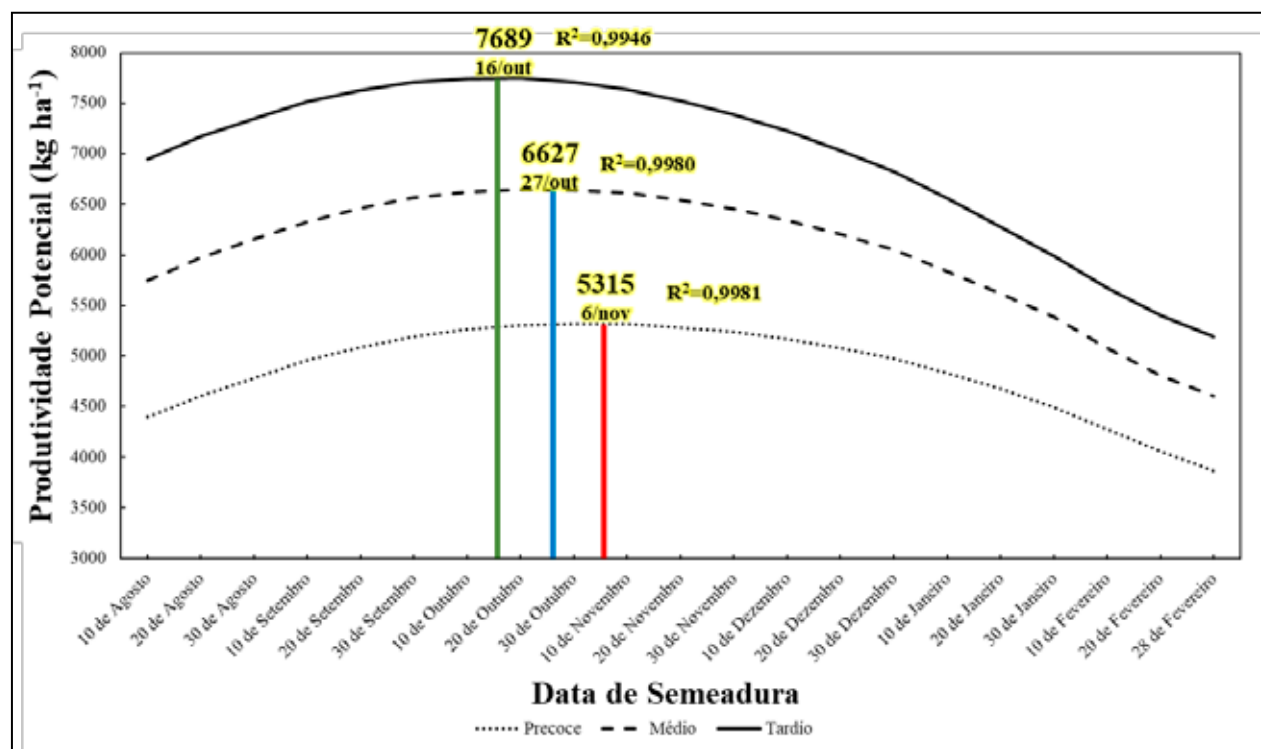


Figura 2. Parâmetros empíricos do modelo (a, b e c – kg ha⁻¹) de definição da melhor época de semeadura e data ótima de semeadura (dia juliano Jo=-b/2a) correspondente à produtividade potencial (PP, kg ha⁻¹) média máxima da cultura de soja, no município de Cascavel, PR.

Conforme observado na Figura 2, as variedades tardias são consideradas aquelas com maior potencial produtivo em relação às cultivares médias e precoces. Essa tendência é observada para todos os locais em estudo, considerando que, utilizando

variedades de ciclo mais longo, existe a possibilidade de antecipar as épocas de semeadura até o ideal para cada uma delas (dia de semeadura), no entanto, para as cultivares médias e precoces é necessário adiar alguns dias com o objetivo de que



as condições climáticas naquele período sejam as mais favoráveis para exibir todo o potencial genético produtivo da planta. Isso, é devido a que o período de favorabilidade climática pode ser mais prolongado nas cultivares tardias do que nas médias e precoces, considerando que as últimas têm maiores exigências térmicas, hídricas e fotoperiódicas para atingir o máximo rendimento para aquele ciclo da cultura (Farias et al., 2009).

Conclusión

O modelo de estimação de produtividade da Zona Agroecológica – FAO foi o indicado na estimativa de parâmetros produtivos e permitiu definir épocas preferenciais de semeadura da cultura da soja nas diferentes regiões produtoras do Brasil.

A utilização de modelos que permitem a estimação de produtividade e definição das épocas preferenciais de semeadura para as diferentes culturas, neste caso a soja, considerando aspectos climáticos e agrônômicos, têm potencial de uso quando comparadas com outras metodologias utilizadas no Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

Referencias bibliográficas

- Battisti, R. (2013). Épocas de semeadura da cultura da soja com base no risco climático e na rentabilidade líquida para as principais regiões produtoras do Brasil. 261 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 261 p.
- Battisti, R., Sentelhas, P. C., Pilau, F. G., & Wollmann, C.A. (2013). Eficiência climática para as culturas da soja e do trigo no estado do Rio Grande do Sul em diferentes datas de semeadura. *Ciência Rural*, 43 (3), 390-396.
- Cunha R., G., Pires F., J., Dalmago, G., Santi, A., & Pasinato, A. (2011). A evolução do conceito de rendimento em agricultura e as estratégias de segurança alimentar. Recuperado de https://www.embrapa.br/documents/1355291/17775548/Gilberto+Cunha+e+tal_RPD+v21%2C+n6+-+nov-dez+2011+-+O+conceito+de+rendimento.pdf/ec0ded28-5aa6-4d83-808b-a2ed-1c0bb09a?version=1.0
- De Ponti, T., Rijk, B., & Van Ittersum, M. K. (2012). The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems*, 108, 1-9.
- Doorenbos, J., & Kassam, A. H. (1979). *Irrigation and drainage paper, 33: Yield response to water*. Roma: FAO.
- Farias B., J. R., Almeida R., I., & Garcia, A. 1997. *Zoneamento agroclimático da cultura da soja para o Estado do Paraná*. Londrina: Embrapa.
- Farias, J. R. B., Assad D., E., Almeida R., I., Evangelista, B. A., Lazzarotto, C., Neumaier, N., & Nepomuceno L, A. (2001). Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9 (3), 415-421.
- Farias, J. R. B., Neumaier, N., & Nepomuceno, A. L. (2009). Soja. *En Monteiro, J. E. B. A. Agrometeorologia dos cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola* (pp. 261-278). Brasília, Brasil: INMET.
- Fehr, W. R., & Caviness, C. E. (1977). *Stages of soybean development*. Ames: Iowa State University.



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - (MAPA). (2017). Zoneamento agrícola de risco climático: Portarias-parâmetros de risco climático. Recuperado de <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/documentos/Parametrosderiscoclimatico.pdf>.

Pires F., J. L., Costa, J. A., Rambo, L., & Ferreira G., F. (2005). Métodos para a estimativa do potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40 (4), 337-344.

Sentelhas, P. C., & Battisti, R. (2016). Clima e produtividade da soja. *En Boletim de Pesquisa 2015/2016. Efeito nas produtividades potencial, atingível e real (20-44)*. Mato Grosso, Brasil: Fundação MT.

Sentelhas, P. C., Battisti, R., Monteiro, L. A., Duarte N., Y. C., & Visses A., F. (2016). Yield gap – conceitos, definições e exemplos. *Informações Agronômicas*, 155, 9-12.



Evaluación del porcentaje de sobrevivencia y enraizamiento de brotes de *Eucalyptus* spp. y *Corymbia citriodora*

González, A. M.^{1*}, Benítez, E.1, Paiva, J. D.²

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

*magali_gargimon@hotmail.com

Introducción

Según la naturaleza reproductiva de la especie, los árboles se han multiplicado principalmente por semillas o por reproducción vegetativa. Sin embargo, con la contribución de los avances en mejora genética ha crecido el interés por controlar la producción de plantas, primero seleccionando, luego produciendo semillas y finalmente propagando vegetativamente a los individuos superiores (Soria & López, 2014).

El enraizamiento en escala de plantas clonadas de eucaliptos es la técnica adoptada a nivel comercial por los viveros forestales, y este constituye un proceso complejo y de gran importancia que debe ser estudiado minuciosamente.

La multiplicación vegetativa de individuos superiores permite conseguir grandes ganancias en el corto plazo, en comparación con la selección de progenitores y multiplicación seminal de los caracteres fijados. El enraizamiento de estacas es importante en el mejoramiento genético porque captura los genes deseables sin necesidad de volver a recombinar y, por ende, sin pérdida de los genes deseados. Cualquier intento de enraizamiento se justifica en la medida que se dispone de buenos genotipos para ser propagados y que compensen dicho esfuerzo (Soria & López, 2014).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el porcentaje de sobrevivencia y enraizamiento de brotes de *Eucalyptus* spp. y *Corymbia citriodora* rescatados en campo.

Metodología

El experimento fue instalado el 8 de enero del 2020 y la evaluación se realizó la primera semana de febrero del 2020, en las instalaciones de la empresa Felber Forestal SA localizada en el distrito de Coronel Maciel, Departamento de Caazapá. La población estuvo constituida por dos materiales genéticos, el primero un híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla*, y el segundo, por materiales de *Corymbia citriodora*. El híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla* estuvo representado por cuatro árboles y *Corymbia citriodora* estuvo representado por dos árboles. Las repeticiones estuvieron constituidas por las diferentes macroestacas emitidas de los tocones de estos materiales luego del apeo, siendo de 97, 78, 110 y 127 para los materiales del híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla*, y de 132 y 252 para los materiales de *Corymbia citriodora*. Las variables fisiológicas medidas fueron el porcentaje de sobrevivencia y enraizamiento de los brotes.



Se colectaron los brotes del campo y fueron trasladados hasta las instalaciones del vivero de la empresa en cajas de isopor que en su interior contenían hielo. En la casa de repique los brotes fueron reducidos a 7 cm de largo, con dos pares de hojas seccionadas reducidas a la mitad. Estos brotes fueron colocados en tubetes conteniendo sustrato comercial Carolina® más fertilizante de liberación lenta con denominación Basacote®, y posteriormente fueron trasladados hasta el invernadero para su enraizamiento, donde la temperatura se mantuvo entorno a los 32°C (±2°C) y la humedad relativa del aire en torno al 90% (±2%).

Luego de 30 días del repique se realizó la verificación del estado de las estacas para registrar la sobrevivencia y el enraizamiento. Datos mediante los cuales se calculó el porcentaje de sobrevivencia (1) y el porcentaje de enraizamiento (2), considerando la cantidad de estacas colocadas inicialmente para el proceso de establecimiento y formación de plantas

madre. Las fórmulas utilizadas fueron las siguientes:

Porcentaje de sobrevivencia = $\frac{\text{Cantidad de estacas que sobrevivieron}}{\text{Cantidad de estacas colocadas}} \times 100$ (1)

Porcentaje de enraizamiento = $\frac{\text{Cantidad de estacas que enraizaron}}{\text{Cantidad de estacas colocadas}} \times 100$ (2)

Los datos fueron organizados en planilla electrónica Microsoft Excel, procesados mediante la utilización del programa estadístico Sisvar (Ferreira, 2011) y fueron aplicados análisis de estadística descriptiva.

Resultados y discusión

Los resultados de la estadística descriptiva se muestran en el Cuadro 1. Se observa que el híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* por *Eucalyptus urophylla* presentó mejores resultados.

Cuadro 1. Estadística descriptiva básica de los materiales estudiados

Material	Variable	Media aritmética	Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> por <i>Eucalyptus urophylla</i>	Porcentaje de sobrevivencia	36,01	87,32	9,34	25,94
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> por <i>Eucalyptus urophylla</i>	Porcentaje de enraizamiento	5,63	40,34	6,35	112,66
<i>Corymbia citriodora</i>	Porcentaje de sobrevivencia	10,53	17,46	4,17	39,66
<i>Corymbia citriodora</i>	Porcentaje de enraizamiento	3,54	8,16	2,85	80,69



El porcentaje de sobrevivencia y enraizamiento de los diferentes árboles estudiados del híbrido *Eucalyptus camaldulensis* por *Eucalyptus urophylla* se

puede observar en la Figura 1. Se puede ver que el árbol 4 es el que presentó los resultados más favorables para ambas variables.

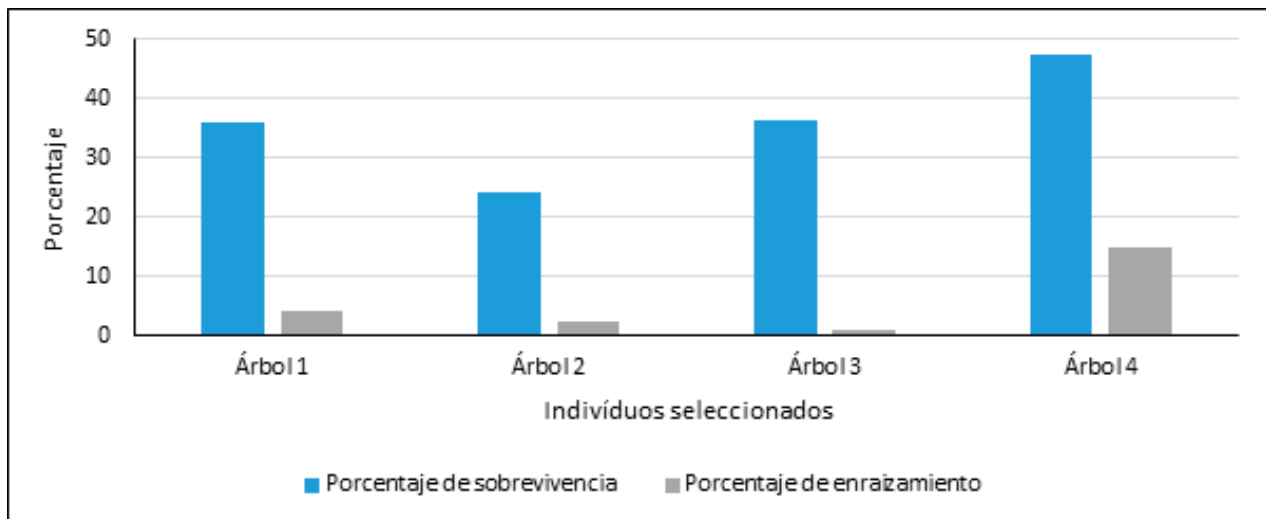


Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia y enraizamiento de *Eucalyptus camaldulensis* por *Eucalyptus urophylla*

El porcentaje de sobrevivencia y enraizamiento de macroestacas en los géneros de *Eucalyptus* es muy variable entre clones, edad del árbol madre, estación del año y manejo que reciben en el vivero, sin embargo, el límite inferior aceptado comercialmente es de 60% para ambas variables (Álvarez Sita & Decarlini Sesto, 1998; Mesén, 1998)

En trabajos con macroestacas de diferentes clones de *Eucalyptus grandis*, Álvarez Sita & Decarlini Sesto (1998) evidenciaron un porcentaje de sobrevivencia de hasta 72,50% y un porcentaje mínimo de 25%, así también obtuvieron porcentajes de enraizamiento máximos y mínimos de 67,92% y 22,10% respectivamente. Trabajando con la misma especie Oberschelp (2008) obtuvo porcentajes de enraizamiento de 55 y 66%. Esto denota la gran variabilidad genética que tienen los materiales, siendo incluso estos la

misma especie, y la relación que esta tiene con el porcentaje de sobrevivencia y enraizamiento (Alfenas, Valverde, Gonçalves & Assis, 2009).

Porcentajes muy por debajo del límite inferior aceptado comercialmente fueron obtenidos en este trabajo. Maile & Nieuwenhuis (1996) mencionan que la edad del árbol madre puede ser influyente en la capacidad de enraizamiento de las macroestacas, trabajando con *Eucalyptus nitens* los autores evidenciaron una baja capacidad de enraizamiento cuando se utilizaron árboles mayores a seis años de edad.

Otro de los factores determinantes en el éxito del enraizamiento de macroestacas es el transporte de las estacas desde el campo hasta la casa de repique. Deben tomarse medidas para evitar la pérdida de la turgencia del material, como es evitar la



cosecha de los brotes en horas de intenso calor (Mesén, 1998). Cabe destacar que la colecta de los brotes se hizo en el mes de enero, donde las temperaturas fueron muy elevadas.

Por otra parte, *Corymbia citriodora* es una especie cuyo potencial de enraizamiento

es más bajo (Alfenas et al., 2009). En la Figura 2 se puede observar el porcentaje de sobrevivencia y enraizamiento de los diferentes árboles estudiados de *Corymbia citriodora*. Se puede ver que el árbol 2 es el que presentó los resultados más favorables para ambas variables.

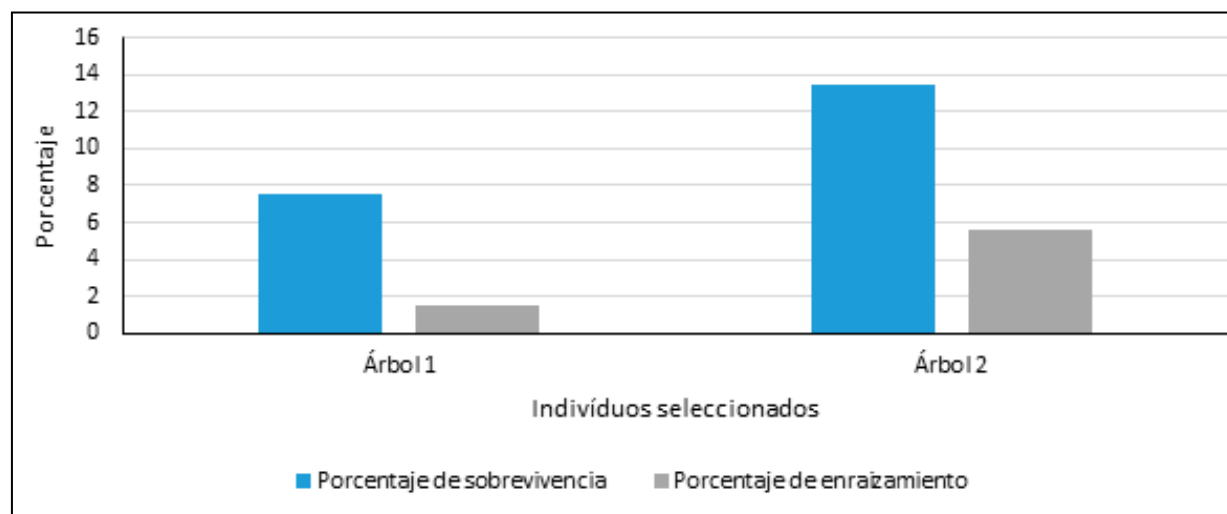


Figura 2. Porcentaje de sobrevivencia y enraizamiento de *Corymbia citriodora*

Trabajando con esta especie Assis & Rodríguez (2014) obtuvieron promedios de enraizamiento de 21,2%, sin embargo, al trabajar con cruzamientos de *Corymbia torelliana* x *Corymbia citriodora* pudieron aumentar este porcentaje a 43,6%, al utilizar a *Corymbia torelliana* como madre el promedio de enraizamiento se duplicó, aparentemente hay alguna herencia pasada a través del citoplasma (Assis, 2000).

Hay que tener en cuenta que en este ensayo se trabajó con macroestacas, a diferencia de los trabajos de los autores antes mencionados en donde se utilizó miniestacas. En los trabajos con miniestacas los brotes son más tiernos y el tiempo que transcurre entre la colecta y

el estaqueo es menor, estas condiciones hacen que los resultados de enraizamiento sean mejores trabajando con miniestacas, llegando incluso hasta un 40% más (Soria & López, 2014).

Conclusión

Bajo las condiciones en las cuales fue realizado el experimento el porcentaje de sobrevivencia del híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* por *Eucalyptus urophylla* presentó resultados poco favorables, así también el porcentaje de enraizamiento fue bajo. La especie *Corymbia citriodora* presentó resultados incluso más bajos para ambas variables.



Referencias bibliográficas

- Alfenas, A., Valverde, E., Gonçalves, R., & Assis, T. de. (2009). *Clonagem y doenças do Eucalipto*. Brasil: Editora UFV.
- Álvarez Sita, J., & Decarlini Sesto, D. A. (1998). Determinación de condiciones óptimas para la propagación por estacas de clones selectos de *Eucalyptus grandis*. Recuperado de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/24848/1/AlvarezSitaJavier.pdf>
- Assis, T. F. de. (2000). Production and use of *Eucalyptus* hybrids for industrial purposes. En *Hybrid breeding and genetics of forest trees. Proceedings of QFRI/CRC-SPF Symposium* (pp. 63-74). Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Teotonio_Assis/publication/319932525_PRODUCTION_AND_USE_OF_EUCALYPTUS_HYBRIDS_FOR_INDUSTRIAL_PURPOSES/links/59c24bee0f7e9b21a82a53b0/PRODUCTION-AND-USE-OF-EUCALYPTUS-HYBRIDS-FOR-INDUSTRIAL-PURPOSES.pdf
- Assis, T. F. de, & Rodríguez, F. (2014). La propagación vegetativa de Eucaliptos en Chile. Recuperado de <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/21039/31039.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=137>
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar, un sistema computacional de análisis estadístico. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/262758071_Sisvar_A_computer_statistical_analysis_system
- Maile, N., & Nieuwenhuis, M. (1996). Vegetative propagation of *Eucalyptus nitens* using stem cuttings. *South African Forestry Journal*, 175(1), 29-34. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00382167.1996.9629890>
- Mesén, F. (1998). Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales. Recuperado de https://books.google.com.py/books?hl=es&lr=&id=L9IOA-QAAIAAJ&oi=fnd&pg=PP7&dq=enraizamiento+estacas+de+eucalyptus&ots=3q4QyJ1523&sig=vaNQmCC-5cWml4w5gpFIDwGcfd8g&redir_esc=y#v=onepage&q=enraizamiento%20estacas%20de%20eucalyptus&f=false
- Oberschelp, J. (2008). Enraizamiento en dos clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden utilizando técnicas de macro-cutting, mini-cutting y micro-cutting. En Conference: XXIII Jornadas Forestales de Entre Ríos, Concordia, Argentina. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Gustavo_Pedro_Javier_Oberschelp/publication/291342594_Enraizamiento_en_dos_clones_de_Eucalyptus_grandis_Hill_ex_Maiden_utilizando_tecnicas_de_macro-cutting_mini-cutting_y_micro-cutting/links/56a0e03008aee4d26ad8b800.pdf
- Soria, F., & López, G. (2014). Propagación vegetativa de *Eucalyptus globulus*. Recuperado de <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/21039/31039.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=137>



Evaluación de la capacidad de enraizamiento en miniestacas de diferentes clones de *Eucalyptus* spp

González, A. M.^{1*}, Benítez, E.¹, Alvarenga, J.¹

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

*magali_gargimon@hotmail.com

Introducción

La producción de plantas forestales en los viveros se realiza comúnmente a partir de propágulos generados sexualmente (semillas) o mediante propagación vegetativa (estacas, microestacas, raíces gemíferas, callos) (Buamscha et al., 2012). Siendo la propagación clonal o vegetativa la técnica adoptada en escala comercial por la mayoría de los viveros forestales, ya que permite optimizar las ganancias esperadas controlando problemas determinados de enfermedades, heterogeneidad y productividad de las plantas forestales (Rivera, Vargas, López, Villegas & Jiménez, 2016).

La eficiencia de este método depende de la especie a propagar y es afectada por diversos factores, ya sean previos o posteriores a la cosecha de las estacas (Sisaro & Hagiwara, 2016). El principal problema de este método radica en la gran variación con respecto a la capacidad natural de formar raíces observada entre las especies, variedades y clones, demostrando así la importancia de los factores genéticos en el enraizamiento. Además de la variación entre las especies, la tasa de pérdida de la capacidad de enraizamiento también varía entre individuos de la misma especie, por lo que el proceso de selección por enraizamiento es fundamental en el establecimiento de programas de silvicultura clonal (Assis & Rodríguez, 2014).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad de enraizamiento en miniestacas de diferentes clones de *Eucalyptus* spp.

Metodología

El experimento fue llevado a cabo la primera semana de enero del 2019 en las instalaciones del vivero clonal de la empresa Nativa Forestal localizada en el distrito de Ciudad del Este, Departamento de Alto Paraná. El delineamiento experimental utilizado fue completamente al azar. La población utilizada para las evaluaciones estuvo constituida por tres materiales genéticos, híbridos de *Eucalyptus* spp. representados por 100 miniestacas cada uno. Los materiales utilizados fueron híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urograndis* y el último un híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla*. Las variables fisiológicas medidas fueron porcentaje de enraizamiento y número de raicillas emitidas.

Se colectaron los brotes de las plantas madre localizadas en los canaletones de la empresa, los brotes fueron reducidos a 7 cm de largo, con dos pares de hojas seccionadas en su mitad, fueron repicados en tubetes de 12 cm³ conteniendo sustrato comercial Dacko® y posteriormente trasladados al invernadero de la empresa.



Para el monitoreo de la respuesta de enraizamiento de las miniestacas fueron realizados controles diarios de las condiciones ambientales del invernadero de enraizamiento, los datos registrados fueron temperatura (°C) y humedad relativa (%). La temperatura máxima registrada durante el periodo de estudio fue de 36°C y la mínima de 27°C, con una media de 32°C; y los valores máximos y mínimos de humedad relativa fueron de 95% y 77% respectivamente, con una media 91%.

Luego de 23 días del repique se realizó la verificación del estado de las estacas para registrar la cantidad de estacas que enraizaron y el número de raicillas que emitieron, para posteriormente calcular el porcentaje de enraizamiento (1) considerando la cantidad de estacas colocadas inicialmente para el proceso de enraizamiento. La fórmula utilizada fue la siguiente:

Porcentaje de enraizamiento = $\left\{ \left(\frac{\text{Cantidad de estacas enraizadas}}{\text{Cantidad de estacas colocadas}} \right) \times 100 \right\}$ (1)

Los datos fueron organizados en planilla electrónica Microsoft Excel y procesados

mediante la utilización del programa estadístico Sisvar (Ferreira, 2011). Fueron aplicados análisis estadísticos para identificar si existe diferencias entre los materiales evaluados, para ello, la prueba aplicada fue ANOVA al 5% de significancia y conforme se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$), se aplicó un test de Tukey al 5% de probabilidad.

Resultados y discusión

El porcentaje de enraizamiento no presentó diferencias significativas entre ($p = 0,2857$) los materiales estudiados (Cuadro 1), todos los tratamientos presentaron una respuesta óptima en relación al porcentaje de enraizamiento, el híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* presentó un promedio de enraizamiento de 97%, el híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urograndis* presentó un 100% de enraizamiento y el híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla* presento una media de 96%.

Cuadro 1. Análisis varianza del porcentaje de enraizamiento

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Material	2	34,66	17,33	1,444	0,2857
Error	9	108,00	12,00		
Total corregido	11	142,66			
CV (%)			3,55		
Promedio Gral.			97,67		



El porcentaje de enraizamiento en los géneros de *Eucalyptus* puede variar entre clones y estación del año, sin embargo, se ha evidenciado que en la mayoría se puede observar rendimientos alrededor del 70%, algunos clones incluso han alcanzado más del 80% en los meses más favorables a rizogénesis (Alfenas, Valverde, Gonçalves & Assis, 2009).

En trabajos con miniestacas del híbrido *Eucalyptus camaldulensis* por *Eucalyptus urophylla* Higashi, Arruda, Andrade & Motter (2003) evidenciaron un porcentaje de enraizamiento de hasta 85,57%, sin embargo, trabajando con el mismo material Neres (2016) obtuvo porcentajes de enraizamiento de hasta 45%, lo que denota la variabilidad genética que tienen los materiales, siendo incluso estos el mismo híbrido, y la relación que esta tiene con el porcentaje de enraizamiento (Alfenas et al., 2009).

Además, hay que tener en cuenta que la capacidad de enraizamiento está directamente relacionada a las condiciones ambientales, altas temperaturas y contenido de humedad del aire son necesarios para un óptimo desarrollo. Se recomienda que la humedad relativa del aire este en torno a 80-90% y que la temperatura ambiente este entre 30 y 35°C (Badilla & Murillo, 2005). Las medias de las condiciones ambientales del invernadero de enraizamiento (temperatura y humedad relativa) fueron 32°C y 91%. Se podría decir que estas condiciones favorecieron al alto rendimiento que presentaron los tres materiales genéticos, confirmando así la relación directa que exista entre el enraizamiento y las condiciones medioambientales.

En lo que respecta al número de raicillas emitidas se encontraron diferencias significativas ($p = 0,0002$) entre los materiales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza de número de raicillas en tres clones de *Eucalyptus* spp.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Material	2	128,58	64,29	8,806	0,0002
Error	290	2117,36	7,30		
Total corregido	292	2245,95			
CV (%)			48,54		
Promedio Gral.			5,56		



El híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla* fue el que presentó

los mejores resultados (Figura 1), teniendo en promedio 6,47 raicillas.

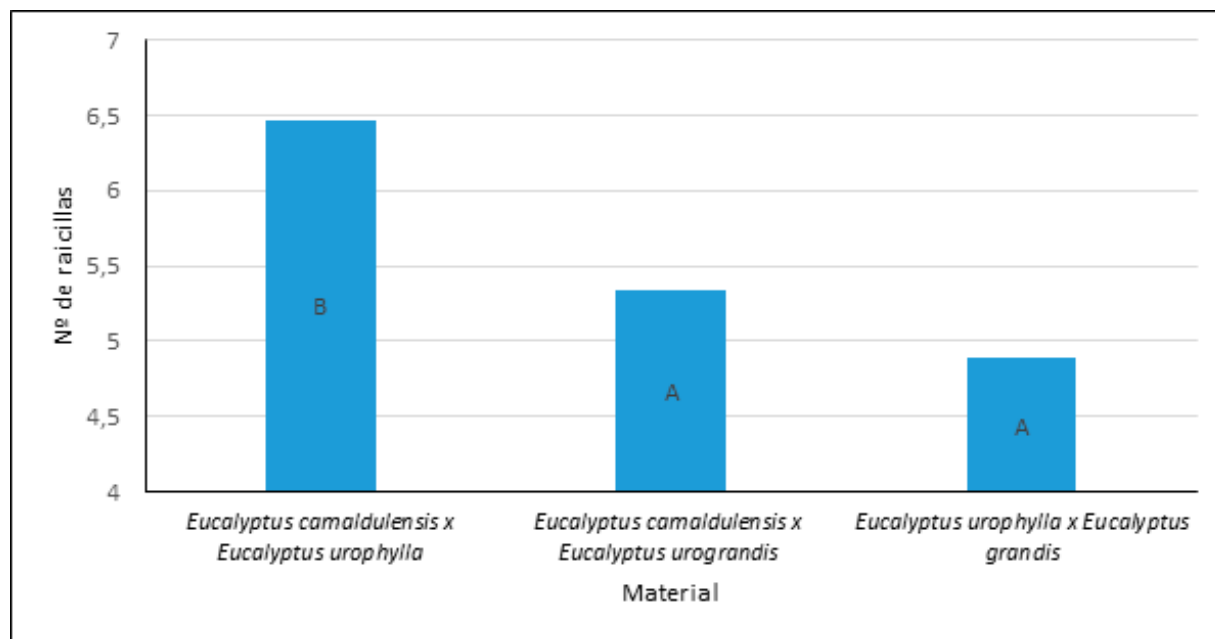


Figura 1. Test de Tukey para número de raicillas

Alfenas et al. (2009) nos dice que se puede determinar experimentalmente la cantidad ideal de raíces por medio de acompañamiento específico para cada clon da curva cumulativa de biomasa radicular.

Es muy importante que el sistema radicular tenga al menos cuatro raicillas bien distribuidas en la periferia de la estaca enraizada y con alta actividad fisiológica (evidenciado por la coloración blanca de las raíces). Además, deben evitarse mudas con síntomas iniciales de enrollamiento y/o geotropismo negativo de raíces o con problemas de agregación de sustrato (Alfenas et al., 2009).

La abundante emisión de raíces secundarias demuestra alta calidad y garantiza un buen desempeño de las plantas en campo, ya que un volumen radicular extenso ayuda a la alimentación, garantiza un

rápido crecimiento y ayuda a la planta a adaptarse mejor a suelos pobres (Davis & Jacobs, 2005; Russel & Wild, 1988; Sáenz, Villaseñor, Muñoz, Rueda & Prieto, 2010).

Conclusión

El porcentaje de enraizamiento de acuerdo a los diferentes materiales utilizados presentó similitudes, exhibiendo los tres materiales resultados favorables, sin embargo, se han encontrado diferencias significativas atribuibles al número de raicillas emitidas siendo el híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla* el que presentó el mayor número de raicillas. Por ello, bajo las condiciones en las cuales fue realizado el experimento, el híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla* fue el que tuvo un mejor desarrollo radicular.



Referencias bibliográficas

- Alfenas, A., Valverde, E., Gonçalves, R., & Assis, T. de. (2009). *Clonagem y doenças do Eucalipto*. Brasil: Editoro UFV.
- Assis, T. F. de, & Rodríguez, F. 7. (2014). La propagación vegetativa de Eucaliptos en Chile. Recuperado de <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/21039/31039.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=137>
- Badilla, Y., & Murillo, O. (2005). Enraizamiento de estacas de especies forestales. *Kurú Revista Forestal*, 6(2):1-6.
- Buamscha, M. G., Contardi, L. T., Dumrose, R. K., Enricci, J., Escobar, R., Gonda, H., ... & Wilkinson, K. (2012). *Producción de plantas en viveros forestales*. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones.
- Davis, A., & Jacobs, D. (2005). Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. *New Forest*, (30), 295-311.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar, un sistema computacional de análisis estadístico. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/262758071_Sisvar_A_computer_statistical_analysis_system
- Higashi, E. N., Arruda Silveira, R. L. V. de, Andrade, H. B., & Motter, M. M. (2003). Enraizamiento de miniestacas apicais e intermediárias de clones de Eucalipto em função das doses de ácido indolbutírico. *ADDUBARE*, 2 (9), 12-16. Recuperado de http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/Voluntario_29.pdf
- Neres, Y. X. D. C. (2016). Efeito da incorporação de hidrogel em diferentes substratos na rizogênese e qualidade de mudas clonais do híbrido *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla*. Recuperado de http://bdm.unb.br/bitstream/10483/15922/1/2016_YolandaXavierdaCruzNeres_tcc.pdf
- Rivera, M., Vargas, J., López, H., Villegas, A., & Jiménez, M. (2016). Enraizamiento de estacas de *Pinus patula*. *Revista Fitotécnica Mexicana*, 39(4), 385-392. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v39n4/0187-7380-rfm-39-04-00385.pdf>
- Russel, E., & Wild, A. (1988). *Soil conditions and plant growth*.
- Sáenz, R. J. T., Villaseñor, R. F. J., Muñoz, F. H. J., Rueda, S. A., & Prieto, R. J. A. (2010). *Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán*. Michoacán, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Sisaro, D., & Hagiwara, J. (2016). *Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo*. Buenos Aires. Recuperado de http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/40600/mod_resource/content/1/inta-propagacion_vegetativa_por_medio_de_estacas_de_tallo.pdd



Capacidad de producción de brotes de *Eucalyptus* spp. y *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson rescatados en campo

González, A. M.^{1*}, Benítez, E.¹, Paiva, J. D.¹

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

*magali_gargimon@hotmail.com

Introducción

El enraizamiento a escala de plantas clonadas de especies de rápido crecimiento es la técnica adoptada a nivel comercial por la mayoría de los viveros forestales, ya que es un método sencillo que permite optimizar ganancias y multiplicar y obtener en un tiempo relativamente corto plantas homogéneas y de buena calidad comercial (Rivera, Vargas, López, Villegas & Giménez, 2016; Sisaro & Hagiwara, 2016). Esta capacidad de enraizamiento se puede ver reducida en individuos maduros, sin embargo, es posible recuperar la capacidad de formar raíces con el modelo de rejuvenecimiento, este modelo consiste en la obtención de brotes a partir de la base de los árboles, principalmente a través de su apeo, o a través del uso de técnicas como el anillado y el uso de fuego (De Assis & Rodríguez, 2014).

La forma más simple y más utilizada es la inducción de brotes basales mediante el apeo del árbol. Este método consiste en voltear el árbol, pudiendo emplearse la motosierra para tal efecto. Luego de 50-60 días los brotes basales tendrán características morfológicas y fisiológicas de plantas juveniles y la capacidad de manifestar todo el potencial genético del árbol seleccionado. El número de estos brotes obtenidos

está directamente relacionado con la productividad del método, por ello es de importancia hallar el método ideal para cada especie (Alfenas, Valverde, Gonçalves & De Assis, 2009).

El objetivo del presente trabajo fue describir la capacidad de producción de brotes de *Eucalyptus* spp. y *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson rescatados en campo.

Metodología

El experimento fue realizado en los campos e instalaciones de la empresa Felber Forestal S.A., localizada en el distrito de Maciel, Departamento de Caazapá, del 15 de octubre del 2019 al 8 de enero del 2020. Las variables meteorológicas durante el periodo de estudio se muestran en el cuadro 1. La población utilizada para las evaluaciones estuvo constituida por dos materiales genéticos, cuyos orígenes fueron totalmente confirmados, el primero, el híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla*, y el segundo, *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson, cada material genético (tratamiento) estuvo representado por cuatro árboles (repeticiones) que fueron apeados para la inducción de brotes basales.



Cuadro 1. Variables meteorológicas durante el periodo de estudio

Mes de evaluación Variable meteorológica	Oct 2019	Nov 2019	Dic 2019	Ene 2020
Temp. med.	24,9 °C	27,3 °C	26,1 °C	26,8 °C
Temp. max. med	29,7 °C	33,5 °C	31,9 °C	31,8 °C
Temp. min. med.	20,1 °C	21,6 °C	20,8 °C	22,5 °C
Precipitación	29,97 mm	55,87 mm	101,34 mm	45,98 mm
Humedad relativa	68%	62,7%	65,5%	73,6%

Fuente: Estación meteorológica de Caazapá

Las variables fisiológicas medidas fueron el número de brotes principal y secundario emitidos por cada árbol. Cada material genético (especie) fue evaluado de manera individual. Fue considerado como brote principal aquel cuya base se encontraba insertada al tocón del árbol volteado y brote secundario al brote emitido en las yemas axilares del primero.

La selección de los individuos fue sistemática, siguiendo la línea de plantación de la parcela establecida para cada especie, en donde se eligieron los árboles con características deseables, como la forma rectilínea del fuste, la resistencia a enfermedades, la altura de la primera rama y la ausencia de bifurcaciones. Fueron marcados y se tomaron las coordenadas de los árboles. El apeo de los árboles se realizó el 15 de octubre de 2019 y la verificación del número de brotes emitidos 85 días más tarde, para posteriormente evaluar la capacidad de producción de brotes de los diferentes materiales seleccionados.

Los datos fueron cargados en planilla electrónica Microsoft Excel para posteriormente ser migrados al programa estadístico Sisvar a fin de aplicar análisis de estadística descriptiva (Ferreira, 2011). Además, con los resultados del híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* por *Eucalyptus urophylla* se realizó un test de ANOVA y un test de Tukey en los casos en los cuáles se observó efecto significativo ($p < 0,05$), se utilizó para ello el programa estadístico Sisvar. Para ambos análisis el error máximo admisible fue de 5%.

Resultados y discusión

Los resultados de la estadística descriptiva se muestran en el cuadro 2. Se observa que *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson presentó medias de número de brotes más favorables, sin embargo, hay que tener en cuenta que solo brotó el 50% de los tocones, a diferencia del híbrido *Eucalyptus camaldulensis* por *Eucalyptus urophylla* donde el 100% de los tocones emitió brotes.



Cuadro 1. Estadística descriptiva básica de los materiales estudiados

Material	Variable	Media aritmética	Varianza	Desviación estándar
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> por <i>Eucalyptus urophylla</i>	Número de brotes principales	6,39	4,70	2,16
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> por <i>Eucalyptus urophylla</i>	Número de brotes secundarios	4,34	7,96	2,82
<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson	Número de brotes principales	16,06	15,37	3,92
<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson	Número de brotes secundarios	6,30	10,28	3,20

El número de brotes principales y secundarios emitidos por los diferentes árboles estudiados del híbrido *Eucalyptus camaldulensis* por *Eucalyptus urophylla* presentó diferencias significativas ($p < 0,05$). Si consideramos solo la cantidad de brotes principales se puede decir que el árbol 1 presentó los mejores resultados (Figura 1), sin embargo, hay que considerar la cantidad neta de brotes que cada árbol puede

ofrecer, esto se puede saber mediante la multiplicación directa del número de brotes principales por el número de brotes secundarios. Esta ecuación nos da un valor neto de brotes de 27 para el primer árbol, 10 para el segundo, 28 para el tercero y 35 para el cuarto. Con estos resultados podemos decir que el árbol cuatro presentó los resultados más favorables.

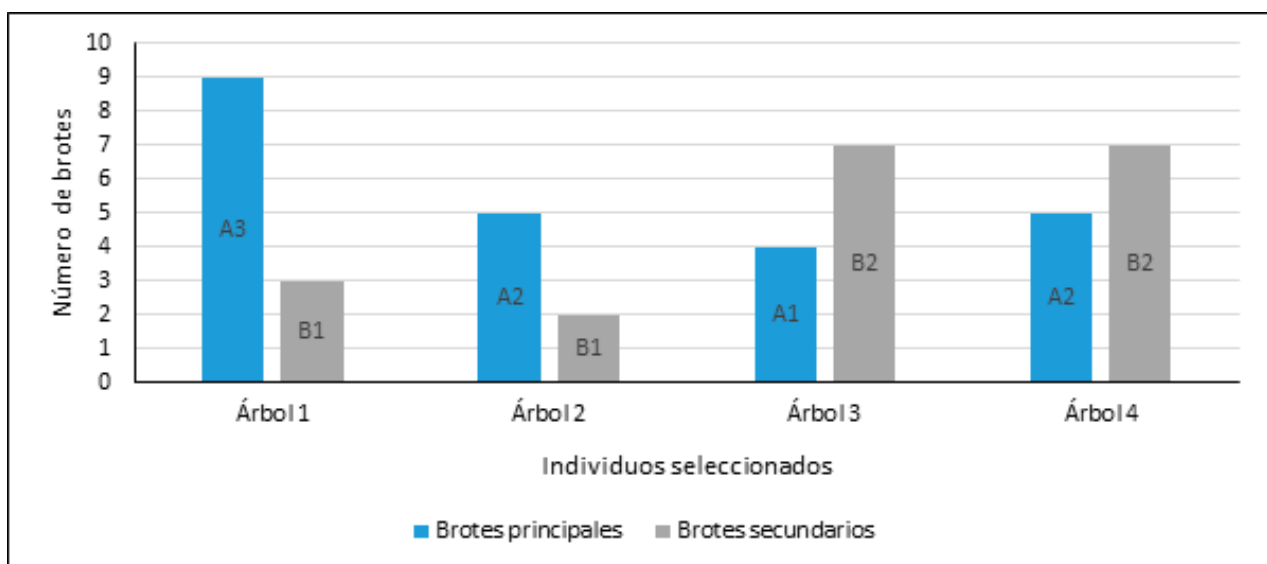


Figura 1. Test de Tukey al 5% para número de brotes principales y secundarios del híbrido *Eucalyptus camaldulensis* por *Eucalyptus urophylla*



En la figura 2 se puede observar el número de brotes principales y secundarios emitidos por los diferentes árboles estudiados de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson. Realizando la multiplica-

ción del número de brotes principales por el número de brotes secundarios tenemos una cantidad de brotes neta de 76 para el primer árbol y 113 para el segundo árbol.

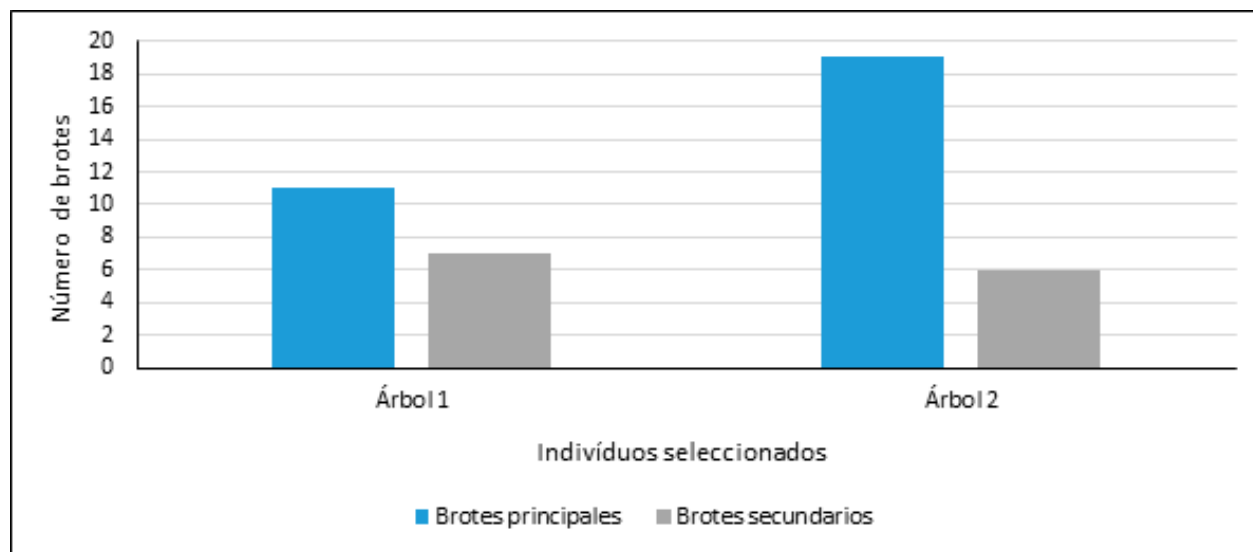


Figura 2. Número de brotes principales y secundarios de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson

En trabajos con *Eucalyptus globulus*, Soria & López (2014) consiguieron en promedio 20 estacas de cada árbol, confirmando así la alta capacidad de brotación de esta especie (Alfenas et al., 2009), sin embargo, hay que tener en cuenta que este número de brotes emitidos es muy variable, depende de varios factores como el genotipo de la planta, la época del año, la luminosidad, las condiciones climáticas, espesor y profundidad de corte (Xavier, Wendling & da Silva, 2004). En relación a la época para la realización del rescate en campo (Alfenas et al., 2009) recomiendan que se realice próxima a la época de lluvias, ya que una alta humedad relativa del aire y temperaturas por encima de los 20°C ayuda a la emisión de brotes. Con respecto a lo mencionado, hay que tener en cuenta que la época en la que se realizó el ensayo se presentaron precipitaciones escasas,

y cuando las hubieron éstas no fueron lo suficientemente intensas, además, la humedad relativa del aire estuvo por debajo del 80% (Cuadro 1). Estas condiciones pudieron haber favorecido el bajo rendimiento observado en ambos materiales genéticos, confirmando así la relación directa que exista entre la brotación y las condiciones meteorológicas (Xavier et al., 2004).

Conclusión

La capacidad de producción de brotes del híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* por *Eucalyptus urophylla* y de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson fue aceptable, siendo el híbrido de *Eucalyptus* el que se destaca y el árbol cuatro el que presentó los resultados más favorables bajo las condiciones en las cuales fue realizado el experimento.



Referencias bibliográficas

- Alfenas, A., Valverde, E., Gonçalves, R., & De Assis, T. (2009). 2 ed. Vicosa (Brazil) Universidade Federal de Vicosa. 500 p.
- De Assis, T. F., & Rodríguez, F. (2014). La propagación vegetativa de eucaliptos en Chile: Mejoramiento genético de eucaliptos en Chile. Recuperado de <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/21039/31039.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=137>
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar, un sistema computacional de análisis estadístico. Lavras, Brasil: UFLA. 1402 p. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/262758071_Sisvar_A_computer_statistical_analysis_system
- Rivera, M., Vargas, J., López, H., Villegas, A., & Jimenez, M. (2016). Enraizamiento de estacas de *Pinus patula*. *Revista Fitotécnica Mexicana*, 39(4), 385–392. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v39n4/0187-7380-rfm-39-04-00385.pdf>
- Sisaro, D., Hagiwara, J. (2016). Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo. Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA. Recuperado de http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/40600/mod_resource/content/1/inta_propagacion_vegetativa_por_medio_de_estacas_de_tallo.pdd
- Soria, F., & López, G. (2014). Propagación vegetativa de *Eucalyptus globulus*: Mejoramiento genético de eucaliptos en Chile. Recuperado de <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/21039/31039.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=137>
- Xavier, A., Wendling, I., & da Silva, R. (2009). Silvicultura clonal: Principios y técnicas. Brasil: Ed. UFV.



Estimación de la calidad de plantas de diferentes clones de *Eucalyptus* sp. En base a parámetros morfológicos

Hospital, B. E.^{1*}, Benítez, E.¹, Alvarenga, J.¹

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

*blancahospital@gmail.com

Introducción

Se ha verificado un constante aumento en el interés por la silvicultura clonal, resultante tanto de las ventajas del proceso y de la posibilidad de eludir problemas de determinadas enfermedades, heterogeneidad y productividad de las plantaciones forestales. En las regiones tropicales y subtropicales, actualmente, el *Eucalyptus* se constituye en uno de los géneros más utilizados y ha merecido atención especial en la silvicultura clonal (Xavier, Wendling & Da Silva, 2009). Las especies del género *Eucalyptus* son de gran importancia en un programa de silvicultura clonal, principalmente, por los intereses económicos, las experiencias adquiridas en la silvicultura en varias condiciones ambientales, el dominio de la tecnología para las más diversas aplicaciones, el uso de los productos provenientes de los árboles, la existencia de gran variabilidad genética de las poblaciones para los más variados propósitos comerciales y por la razonable facilidad de propagación vegetativa, asociada a las características de rápido crecimiento (Assis & Gonçalves, 2007, Xavier et al., 2009). La producción de mudas por propagación vegetativa consiste en multiplicar plantas sin el uso de semillas, originando individuos idénticos a la planta madre (clones). De modo general entre las principales ventajas de la propagación vegetativa de especies forestales, pueden ser citadas: la formación de plantas clonales de alta productividad y uniformidad, la

mejora de la calidad de madera y de sus productos, la multiplicación de individuos resistentes a plagas y enfermedades adaptadas a sitios específicos (Wendling & Dutra, 2010).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad de plantas de diferentes clones de *Eucalyptus* sp. en base a parámetros morfológicos.

Metodología

El experimento se desarrolló primeramente en las instalaciones del vivero clonal Nativa Forestal ubicado en el Distrito de Ciudad del Este, Departamento de Alto Paraná, donde fueron tomados los datos de altura y diámetro del cuello de 100 mudas por clon seleccionadas al azar de los híbridos de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus camaldulensis* (NAT 01), *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urograndis* (NAT 34) y *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (NAT 44). Posterior a ello el estudio tuvo seguimiento en el laboratorio de semillas de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción, donde se llevó a cabo la evaluación de la biomasa en húmedo y la biomasa en seco de la parte aérea y del sistema radical. De las 300 mudas evaluadas inicialmente se procedió a la selección de 30 mudas al azar por cada material, en donde se procedió a la separación de la parte aérea



y parte radicular de la muda utilizando una tijera de podar para su respectivo corte. Luego, ambas partes fueron pesadas por separado con una balanza digital en gramos, posterior a ello fueron puestas en sobres de papel madera con su respectivo registro e introducidas a la estufa a 65°C, hasta alcanzar el peso constante. A partir de los datos de diámetro, altura y biomasa seca de las mudas se calculó el Índice de Calidad de Dickson (Qi). Los datos fueron procesados utilizando el software Microsoft Excel. Las fórmulas utilizadas para esas determinaciones fueron:

PA/PR: $\text{Peso seco parte aérea (g) / Peso seco parte radicular (g)}$ (1)

Qi: $\text{PST (g) / H(cm)/DC(mm)+PSPA(g) / PSR(g)}$ (2)

Las variables registradas durante el proceso de recolección de datos fueron sistematizadas en planillas electrónicas

Excel. Luego, fueron analizadas según las diferentes fórmulas propuestas y posterior análisis de varianza para verificar el efecto de los diferentes clones. Posteriormente fue aplicada la comparación de medias por el test de Tukey al 5% de probabilidad. Para el análisis estadístico fue utilizado el programa estadístico Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados y discusión

Para la relación peso seco - parte aérea y peso seco - parte radicular, según el análisis de varianza, demuestra que existen diferencias significativas entre los diferentes clones ($p=0,0000$). El Test de Tukey muestra que existen diferencias entre los clones, donde NAT 01 (4,57) obtuvo el mayor valor, mientras que NAT 34 (3,06) y NAT 44 (3,32) obtuvieron los valores más bajo.

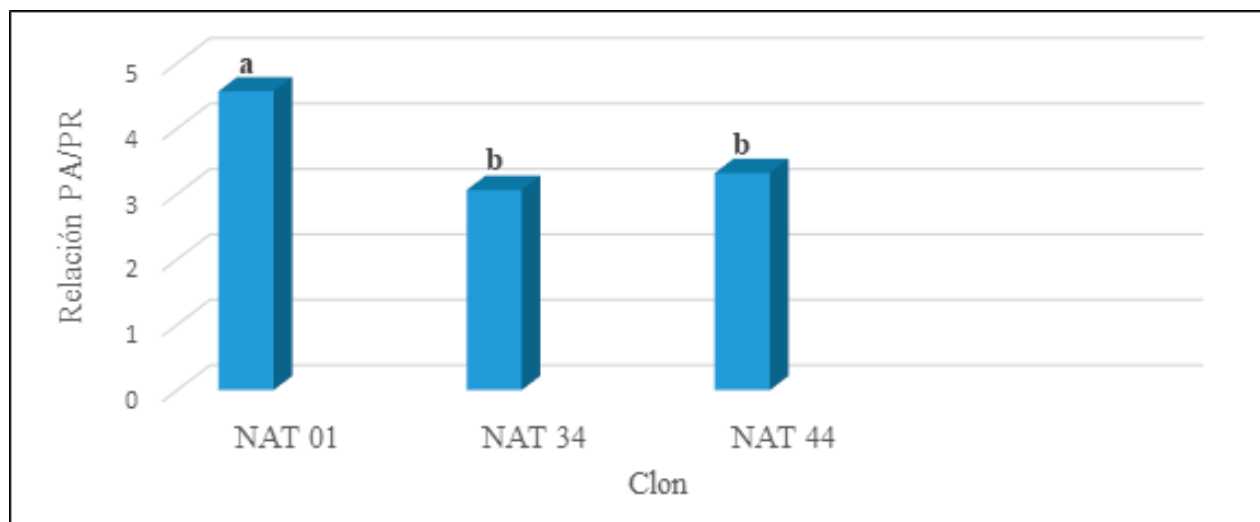


Figura 1. Medias para la relación PA/PR, elaboradas con tres clones (NAT 01, NAT 34, NAT 44) de *Eucalyptus* sp. (FCA-UNA. San Lorenzo. 2019)



Un trabajo realizado por Faustino (2013) con clones de *Eucalyptus* en vivero obtuvieron para este índice valores que variaron de 2,06 a 3,66 a los 90 días considerando un índice eficiente y seguro para evaluar la calidad de mudas en viveros. Cruz, Paiva, Gomes & Guerrero (2009) nos relatan que llegaron a un consenso de que el valor de 2,0 es un buen valor para este índice sin considerar alguna especie. De acuerdo a lo mencionado se considera que el clon con mejor índice es el NAT 34 con un valor de

3,06 sin embargo el NAT 44 entra dentro del parámetro con un valor de 3,32 (Figura 1). Para el Índice de calidad de Dickson, el análisis de varianza demuestra que existen diferencias significativas entre los diferentes clones ($p=0,0000$). El Test de Tukey muestra que existen diferencias entre los clones, donde NAT 01 (0,09) obtuvo el mayor valor. Sin embargo, NAT 34 (0,07) tuvo un valor más alto que NAT 44 (0,05) arrojando el valor más bajo.

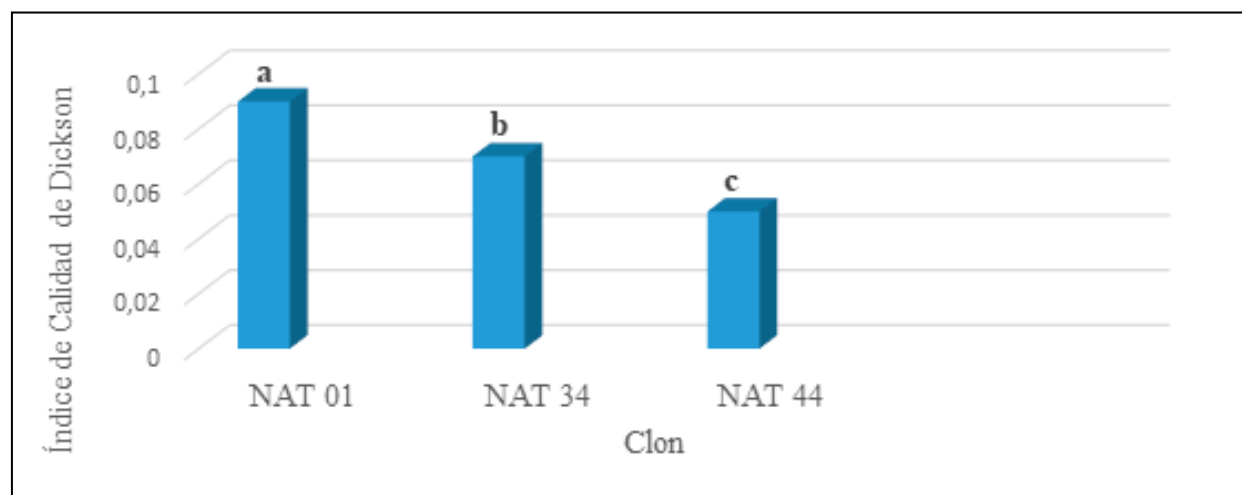


Figura 2. Medias para el Índice de calidad de Dickson (Q_i), elaboradas con tres clones (NAT 01, NAT 34, NAT 44) de *Eucalyptus* sp. (FCA-UNA. San Lorenzo. 2019)

Trabajos realizados por algunos autores demostraron valores muy bajos para mudas de eucalipto. Binotto (2007) presentó Q_i de 0,05 en mudas de *Eucalyptus grandis* a los 90 días considerando un crecimiento adecuado para la plantación. Oliveira Junior (2009) obtuvo Q_i entre 0,08 a 0,11 en mudas de *Eucalyptus urophylla* producidas en sustrato comercial a los 100 días, considerándolas como valores más altos. De acuerdo a lo mencionado todos los clones se encuentran dentro del parámetro, sin embargo, el que presenta una mejor calidad de planta es el que obtiene el valor más alto, en este caso el

NAT 01 con un valor de Q_i de 0,09. Gomes, Caldeira, Delarmelina, Goncalvez & Trazzi (2013) relata que el Q_i puede variar en función de la especie, del manejo de las mudas en el vivero, del tipo y proporción del sustrato, del volumen del recipiente y, principalmente, de acuerdo con la edad en que la muda fue evaluada (Figura 2).

Conclusión

A través de los resultados obtenidos en este estudio, fue posible evidenciar que, en un mismo sistema de producción, el



ritmo de crecimiento de las mudas, para algunos parámetros, varía dependiendo de los factores genéticos del clon estudiado dentro de la misma especie.

Referencias bibliográficas

- Assis, T. F., & Gonçalves, R. (2007). Hibridación e Clonagem. En Borém, A. *Biotecnología Florestal*. Viçosa-MG, Brasil: UFV.
- Binotto, A. F. (2007). Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de *E. grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliottii*-Englem (Tesis masterado). Universidade Federal de Santa María. Recuperado de <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8768/Alexandre.pdf>
- Cruz, C. A., Paiva, H. N., Gomes, K. C., & Guerrero, C. R. (2004). Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipe-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). *Scientia Forestalis*, (66), 100-107. Recuperado de <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr66/cap10.pdf>
- Faustino, J. (2013). Qualidade morfológica de mudas clonales de Eucalipto na fase de Expedição em viveiros comerciais. Lavras-MG: UFLA. Recuperado de <file:///C:/Users/usuario/Documents/PASANTIA/articulos%20cientificos/CLO-NE%20DE%20EUCALIPTO.pdf>
- Ferreira, D. F. (2011). *Sisvar, un sistema computacional de análisis estadístico*. Lavras, Brasil: UFLA. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/262758071_Sisvar_A_computer_statistical_analysis_system
- Gomes, D. R., Caldeira, M. V., Delarmelina, W. M., Goncalvez, E. O., & Trazzi, P. A. (2013). Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis* L. *Cerne Lavras*, 19(1), 123–131. Recuperado de https://www.academia.edu/16430749/Lodo_de_esgoto_como_substrato_para_producao_de_mudas_de_Tectona_grandis_L
- Oliveira Junior, O. A. (2009). Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos (Tesis Mestrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahía, Vitoria da Conquista. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622011000700003
- Wendling, I., & Dutra, L. F. (2010). *Produção de mudas de Eucalipto*. Colombo-PR, Brasil: Embrapa Florestas.
- Xavier, A., Wendling, I., & Da Silva, R. (2009). *Silvicultura clonal: Principios y técnicas*. Viçosa, Brasil: UFV.



Selección visual multivariada para características forrajeras en accesiones de arveja

Mendoza, A.^{1*}, Viera, P.¹, Pintos, W.¹, Mendoza, M.¹

¹Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA-Paraguay). Programa de Investigación Rescate y Valoración de los Recursos Genéticos para la Agricultura Familiar (CIAF-Choré)

*amalio.mendoza@ipta.gov.py

Introducción

Pisum sativum es una leguminosa anual de siembra invernal. La planta puede ser aprovechada como abono verde, fuente de nitrógeno, como forraje verde, heno, ensilaje o como granos secos y triturados en la alimentación animal. Schiavon et al. (2018), considera como plantas de doble propósito e imprescindible para alcanzar una agricultura familiar más sustentable.

Esta leguminosa no oleaginosa presentan niveles de proteínas bruta en torno de 20%, es una alternativa vital para elevar la calidad del forraje (Colling et al., 2012). La producción de fitomasa depende de varios factores, ambientales, genotípicos y de la interacción de ambos, Souza et al. (2014), indican que deben ser evaluados los materiales en cada ambiente para su selección y obtención de mayores producciones.

El objetivo de este trabajo fue evaluar germoplasma de arveja para seleccionar materiales promisoras para la producción forrajeras.

Metodología

El experimento se realizó en el Centro de Investigación para la Agricultura Familiar del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria que se encuentra localizado en el Departamento de San Pedro, a 220 km al noreste de Asunción, a los 24° 10' de Latitud Sur y 56° 37' de Longitud Este de Greenwich y 220 msnm.

Fueron evaluados 19 germoplasma de arveja. Cada material fue sembrado en una parcela de 4 hileras y 5 m de largo sin repeticiones, distanciada a 0,50 entre hileras y 0,15 entre plantas. Las variables utilizadas fueron: longitud de folíolos (LF) en cm, altura de planta (AP) en cm, número de ramas por planta (NRP) y rendimiento de masa seca (RMS) en kg ha⁻¹. La siembra fue realizada en el mes de abril del año 2018.

La metodología de la evaluación para cada acceso fueron utilizados según descriptores de SENAVE de Paraguay para Registro de Cultivares Comerciales y IBPGR (Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos, 1992).

Los datos fueron sometidos a análisis multivariados de selección visual para determinar materiales con mejor desempeños productivos. Para todos los análisis estadísticos se utilizó el programa GENES (Cruz, 2016).

Resultados y discusión

Fueron seleccionadas cuatro accesiones que presentaron mejores valores para la producción forrajera, todas las accesiones presentaron producción de masa seca superior a la media general. Solamente en la variable longitud de folíolo (LF) la media de los seleccionados fue inferior a la media general (**Tabla 1**).



Tabla 1. Promedios de germoplasma seleccionado para las variables longitud de foliolos (LF) en cm, altura de planta (AP) en cm, número de ramas por planta (NRP) y rendimiento de masa seca (RMS) en kg ha⁻¹. Paraguay, 2018.

Accesiones	Variables evaluadas			
	LF	AP	NRP	RMS
PRY A 0014	4,85	124,67	3,60	3466,65
PRY A 0016	5,75	141,33	2,60	2666,65
PRY A 0017	3,40	130,00	5,00	3749,98
PRY A 0018	4,45	109,00	2,40	3666,65
Promedio general	5,01	110,54	2,28	2041,22
Promedio seleccionado	4,61	126,25	3,40	3387,48

*: Código de accesiones correspondiente a la entrada en el banco del programa de Recursos Genéticos del IPTA.

El promedio de rendimiento de masa seca de las accesiones fue de 3387,48 kg ha⁻¹ con una diferencia de 1346,26 kg ha⁻¹ en relación al promedio general. Tomm et al. (2002), verificó que arveja produce en torno de 2700 kg ha⁻¹ de masa seca de la parte aérea, productividad inferior a los obtenidos en este trabajo y resultados que confirman que los genotipos seleccionados puede ser utilizados como forrajeras. Colling et al.

(2012), encontraron rendimiento en masa seca en torno a 1838,32 kg ha⁻¹.

En la longitud de foliolo (LF) la media general fue superior que los seleccionados, no obstante esto se debe a que el acceso **PRY A 0017** presentó menor valor para esta variable, pero presentan mejores valores en la AP, NRP lo cual hace que sea el acceso de mayor producción en masa seca con 3749,98 kg ha⁻¹.

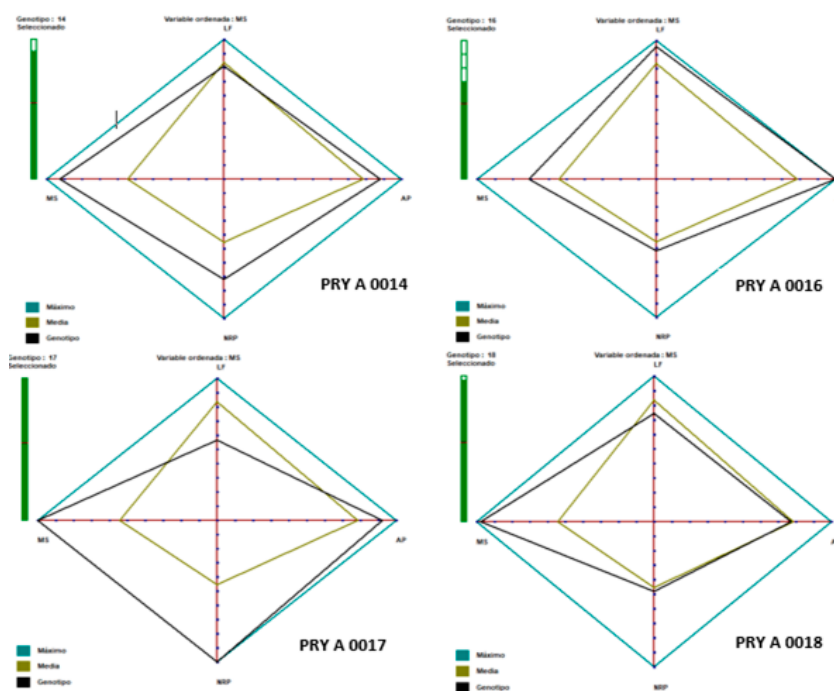


Figura 1. Polígono de dispersión de las accesiones seleccionadas en relación a las variables consideradas. Paraguay, 2018.



Para la selección de los materiales fue considerado el rendimiento de masa seca como variable ordenada para ver las respuestas de las accesiones, siendo el acceso **PRY A 0017** el que presentó el máximo en rendimiento de masa seca (100%), considerándose así como el más productivos entre las accesiones evaluadas.

Conclusión

Con el análisis visual multivariado aplicado se pudo seleccionar cuatro accesiones con mejor desempeño. Siendo el acceso **PRY A 0017** el que presentó el máximo en rendimiento de masa seca.

Referencias bibliográficas

Colling, A.; Koefornder, J.; Nowicki, A.; Schoffel, A. (2012). Efeito de diferentes épocas de semeadura na produção de ervilha forrageira. XVII Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão. Cruz Alta, RS. 4p.

Cruz, C.D. (2016). Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum*. 38 (4): 547 – 552.

Schiavon, J.S.; Bevilaque, G.A.; Albuquerque, T.; Pinheiro, R.; Eberhardt, P.E. & Antunes, I. (2018). Avaliação de cultivares de ervilha de duplo propósito para diversificação de sistemas agrícolas ecológicos. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, 4 (6): 3147 – 3164.

Souza, T.V.; Ribeiro, C.M.; Scalón, J.D.; Guedes, F.L. (2014). Relações entre componentes de rendimento e características morfológicas de milho. *Magistra*, 26 (4): 495 – 506.

Tomm, G.O.; Giordano, L.B.; Santos, H.P.; Voss, M.; Nascimento, W.M.; Álvares, M.C. (2012). Ervilha BRS Forrageira: uma nova alternativa para cobertura de solo. Passo Fundo: Embrapa Trigo. Recuperado de: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123939/1/FD-0197.pdf>

Área temática

Producción Agrícola, Animal y Forestal



Utilización de expeller de pulpa de coco en sustitución del maíz en la dieta de corderos en confinamiento

Caballero Mascheroni, J.D.^{1*}, Fariña Diaz, T.¹, González Cabañas, J.F.¹, Alonzo Griffith, L.A.¹, Ocampos Olmedo, D.A.¹, Martínez Ferreira, E.J.¹

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

*daniel.caballero@agr.una.py

Introducción

En la última década, la producción ovina en Paraguay se ha convertido en una alternativa de renta para pequeños y grandes productores, principalmente debido al aumento en la demanda de carne de cordero. La premisa básica en el engorde intensivo de corderos, es disminuir los costos de producción, sobre todo en la alimentación, ya que este factor constituye alrededor del 70% de los costos totales de producción. El maíz es el ingrediente energético más utilizado en la producción animal, sin embargo, presenta el inconveniente de tener un elevado costo, motivo por el cual aumenta el interés en el uso de alimentos alternativos que permitan economizar en los sistemas intensivos de producción, y a su vez mantener buenos rendimientos productivos y estándares de calidad de la canal y la carne. Es conveniente buscar alimentos alternativos de igual o similar calidad nutritiva en épocas de déficit, para evitar pérdidas que comprometan el crecimiento y desarrollo de los animales en sus diferentes etapas. El expeller de pulpa de coco o *mbokaja* (*Acrocomia aculeata*) constituye la porción sólida que se obtiene del prensado de la pulpa o mesocarpio de coco, es uno de los subproductos más importantes de la industria del coco y con

un futuro prometedor para el uso en la alimentación de rumiantes (Rufino et al 2011). Su utilización como suplemento puro o en mezclas de alimentos balanceados es muy conocida pero aun poco estudiada en alimentación animal del Paraguay (Scheffer 2008). El objetivo principal de la investigación fue evaluar el efecto de la sustitución de maíz por expeller de pulpa de coco sobre el desempeño productivo de corderos en confinamiento.

Metodología

El trabajo de investigación fue realizado en la cabaña "Don Toto", establecimiento ganadero situado en las coordenadas 26°04'41" S y 56°27'30" O, departamento de Guairá, Paraguay. El periodo experimental abarcó desde el mes de noviembre de 2018 a abril de 2019. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 2 tratamientos y 11 repeticiones, donde cada cordero constituyó una unidad experimental. El T1 tuvo 0% de inclusión de expeller de pulpa de coco (EPC) en la dieta, mientras que, para el T2, se reemplazó el 50% del maíz por de EPC, además se utilizaron otros ingredientes complementarios para balancear las dietas, como se observa en la Tabla 1.



Tabla 1. Ingredientes de las raciones experimentales expresados como % de la materia seca de la ración total y composición bromatológica final.

Ingredientes	T1	T2
(% en la ración total)	(0%)	(50%)
Expeller de soja	27,5	27,3
Maíz	48	24
Expeller de pulpa de coco	0	24
Sal mineral	2,5	2,5
Carbonato de Calcio	1	1
Urea	0	0,2
Heno de pasto Pangola (<i>Digitaria eriantha</i>)	21	21
Total	100	100
Composición bromatológica de la ración total		
Proteína bruta (%)	18	18
Energía Metabolizable (Mcal/kg)	2,76	2,77
NDT (%)	62,9	63,9
FDN (%)	29,4	32,6
Calcio (%)	0,80	0,88
Fósforo Total (%)	0,36	0,40
Relación Ca-P	2,2	2,2
Materia Seca (%)	90,0	89,8

*Valores entre paréntesis indican el nivel de sustitución de maíz por expeller de pulpa de coco en la ración total.

Las dietas fueron formuladas por medio de planillas electrónicas, utilizando el software Microsoft Excel, las dietas fueron isoproteicas y similares en contenido energético, las mismas fueron realizadas para cubrir los requerimientos de la categoría corderos en crecimiento, siendo la exigencia energética de 2,8 Mcal/kgMS y la proteína bruta de 18%, para una ganancia diaria de peso de 200 g.dia⁻¹. Los ingredientes fueron mezclados y peletizados de forma industrial. El total del balanceado por día fue dividido en dos raciones diarias y ofrecida a las 7:00 y 17:00 horas, retirando diariamente el sobrante del día anterior en el caso que hubiere. El consumo diario de alimento (CD) fue estimado inicialmente en 3,5% del peso vivo, el cual iba ajustándose cada 27

días de acuerdo a la evolución de peso de dicho periodo.

Los animales utilizados fueron machos enteros procedentes del mismo padre, nacidos y criados en el establecimiento, tuvieron previamente el mismo trato y manejo sanitario, son similares en biotipo (cruza Dorper), edad (5 meses de edad al inicio del experimento) y peso vivo inicial (19 ±2 kg en promedio), sin diferencias significativas entre sí al inicio del experimento (p>0,05). El periodo de acostumbramiento al sistema y a la ración experimental se realizó durante 20 días, luego se dio inicio al periodo experimental, que tuvo una duración de 112 días, durante dicho periodo los animales recibieron agua limpia y fresca *ad libitum*.



Los animales fueron previamente pesados de forma individual para conocer el peso de entrada al periodo experimental y posteriormente cada 27 días, durante los 108 días que duró el experimento. Los pesajes se realizaron a las 7:00 horas, posterior ayuno de 12 horas, en todas las ocasiones mediante la misma báscula electrónica instalada en el brete con una precisión de 0,1 kg.

Las variables evaluadas y analizadas estadísticamente fueron la ganancia diaria de peso (GDP), ganancia total de peso (GTP) y rendimiento de la canal caliente (RCC), el cual se obtuvo a través de la división entre el peso de la canal caliente (PCC) y el peso vivo final (PVF) de cada animal antes de la faena, expresado en porcentaje. Además, fueron medidos el consumo total diario (CTD) y la conversión alimenticia promedio (CAP), ambas variables no fueron analizadas estadísticamente ya que fueron calculadas en forma grupal y, por lo tanto, no contenían las repeticiones

necesarias para el análisis estadístico. El consumo total diario se obtuvo a través de la diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento sobrante después de 24 horas, y fue medido durante 3 días consecutivos antes del inicio de cada periodo de pesaje. La conversión alimenticia promedio se calculó a través de la división entre el consumo total de alimento y la ganancia total de peso para cada tratamiento. Para el análisis estadístico, los datos recolectados fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Tabla 2. Ganancia diaria de peso promedio (GDP), ganancia total de peso (GTP), consumo total diario (CTD), conversión alimenticia promedio (CAP) y rendimiento de la canal caliente (RCC) de corderos alimentados con expeller de pulpa de coco en sustitución parcial del maíz en la dieta. Guairá, Paraguay, 2019.

Tratamiento	GDP (g.día ⁻¹)	GTP (kg)	CTD (%PV)	CAP (kg/kg)	RCC (%)
T1	145 ^{*NS}	15,6 ^{*NS}	3,6	8,7	41,9 ^{*NS}
T2	124	13,4	3,7	9,7	44,2
Promedio	135	14,5	3,65	9,2	43,1
CV	18,08	17,8			4,9

*NS: No significativo. CV: Coeficiente de variación. GDP: Ganancia diaria de peso. GTP: Ganancia total de peso. CTD: Consumo total diario. CAP: Conversión alimenticia promedio. RCC: Rendimiento de la canal caliente.

Los resultados indican que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables GDP y GTP, con valores promedio de 135 g.día⁻¹ y 14,5 kg respectivamente. Resultados similares fueron reportados en una investigación realizada por Azevedo et al. (2012), quienes utilizaron expeller de pulpa de coco en reemplazo del 60% del maíz en la dieta y

no obtuvieron diferencias significativas en la GDP de corderos confinados.

Los mismos autores mencionan que, si bien, la inclusión de hasta 60% de expeller de pulpa de coco no alteró el rendimiento productivo de los animales, la inclusión de 20% (100 g.kg⁻¹) de EPC mostró la mejor relación costo: beneficio del sistema de producción.



En relación al consumo total diario, ambos tratamientos mostraron resultados similares, con valor promedio de 3,65 %PV. En ese sentido, Dos Santos et al. (2017) mencionan que el EPC ofrecido hasta 300 g.kg⁻¹ de materia seca de ración (60% de sustitución por maíz) no altera el consumo de alimento de corderos de Santa Inés en confinamiento.

Por su parte, Azevedo et al. (2013) estudiaron la inclusión de EPC en las dietas de corderos y su efecto sobre el comportamiento ingestivo de los animales, los autores mencionan que el EPC altera principalmente el tiempo de rumia, sin embargo, no compromete el consumo y el rendimiento de los animales. Los autores mencionan que dicho subproducto puede representar una alternativa viable para reemplazar al maíz en la alimentación de corderos en crecimiento.

Por otra parte, los resultados de RCC arrojaron un valor promedio de 43,1%, sin diferencias significativas entre tratamientos. Fonseca et al. (2012) evaluaron diferentes dietas en el engorde de corderos confinados, con raciones que contenían hasta 300 g.kg⁻¹ de expeller de pulpa de coco en reemplazo del maíz y no encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas de características de la carcasa ni mediciones morfométricas de la canal, el rendimiento promedio de la canal caliente arrojó valores de 47,7%, dichos valores, superiores al del presente experimento, podrían deberse a un mayor peso y mejor terminación de los animales al momento de la faena.

Conclusión

La sustitución parcial del maíz por expeller de pulpa de coco no presentó diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas (GDP, GTP y RCC), por lo tanto, se infiere que la utilización de dicho subproducto es una alternativa válida para el uso en la ración de corderos en confinamiento.

Referencias bibliográficas

- Azevedo, R.A., Rufino, L.M., Dos Santos, C.R., Da Silva, L.P., Bonfá, H.C., Duarte, E.R., Geraseev, L.C. (2012). Desempenho de cordeiros alimentados com inclusão de torta de macaúba na dieta, *Pesquisa agropecuária brasileira*. 47(11), pp. 1663-1668.
- Azevedo, R.A., Rufino, L.M., Dos Santos, C.R., Ribeiro Junior, C.S., Rodriguez, N.M., Geraseev, L.C. (2013). Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com torta de macaúba. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 65(2), pp. 490-496.
- Dos Santos, C.R., Azevedo, R.A., Virgínio Junior, G.F., Rodriguez, N.M., Duarte, E.R., Geraseev, L.C. (2017). Effects of macauba cake on profile of rumen protozoa of lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 46(3) pp. 251-256.
- Fonseca, M.P, Geraseev, L.C., Rufino, L.M., Garcia, I.F., De Souza, R.M., Neto, P.P. (2012). Use of macaúba cake replacing corn on carcass characteristics and body measurements of Santa Inês lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 41(5) pp. 1231-1235.
- Rufino, L.M., Barreto, S.M., Duarte, E.R., Geraseev, L.C., Santos, A.C., Jaruche, Y.G. (2011). Efeitos da inclusão de torta de macaúba sobre a população de protozoários ruminais de caprinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40(4) pp. 899-903.
- Scheffer, S. (2012). *Mbokajá como fuente de alimentación animal*. Recuperado de: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14807502/mbokaja-como-fuente-de-alimentacion-animal-acrocomia-solutions>.



Utilización de afrecho de arroz como ingrediente sustituto del maíz en la ración de corderos en confinamiento

Caballero Mascheroni, J.D.^{1*}, Alonzo Griffith, L.A.¹, González Cabañas, J.F.¹, Fariña Diaz, T.¹, Ocampos Olmedo, D.A.¹, González Sarquis, C.J.¹

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

*daniel.caballero@agr.una.py

Introducción

Como consecuencia de los elevados precios de venta de la carne de cordero y un aumento considerable en la demanda nacional, la producción ovina se ha convertido en una alternativa de renta para productores ganaderos, dicha especie tiene la peculiaridad de adaptarse bien a diferentes zonas edafoclimáticas y a variados tipos de alimentos, lo cual permite al productor la posibilidad de optar por diferentes forrajes, granos o subproductos industriales disponibles en el mercado. El maíz es el ingrediente energético por excelencia más utilizado en las raciones de rumiantes en confinamiento, sin embargo, presenta el inconveniente de tener una alta demanda y consecuente elevado costo por tratarse de una materia prima utilizada también para alimentación en animales monogástricos, consumo humano, producción de etanol, entre otros. En base a lo expuesto, es de suma importancia el estudio de alimentos alternativos que permitan economizar en los sistemas intensivos de producción de rumiantes, y a su vez conservar los estándares de producción y calidad del producto final. El afrecho de arroz es un subproducto de la industria arrocera, el cual es obtenido al separarse del endospermo almidonado durante el proceso de pulido del arroz en las industrias (Bhosale y

Vijayalakshmi, 2015). Dicho subproducto posee aproximadamente 13% de proteína bruta, alto nivel de lípidos (13 a 23%) y un contenido de almidón y azúcares del 25 al 35% (Sampedro, 2015). El objetivo principal de la investigación fue evaluar el efecto de la sustitución parcial de afrecho de arroz por maíz sobre el desempeño productivo de corderos en confinamiento.

Metodología

El trabajo de investigación fue realizado en un establecimiento ganadero situado en el departamento de Guairá, en las coordenadas geográficas 26°04'41" S y 56°27'30" O. El periodo experimental tuvo una duración de 60 días y abarcó los meses de agosto a octubre de 2018. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 2 tratamientos y 18 repeticiones, donde cada cordero (9 machos y 9 hembras por tratamiento) constituyó una unidad experimental.

La ración diaria de todos los tratamientos estaba compuesta por una fracción concentrada (80%) y una fracción voluminosa (20%) formada por heno de pasto Pangola (*Digitaria eriantha*). Los ingredientes utilizados para la formulación del alimento concentrado de todos los tratamientos son presentados en la Tabla 1.



Tabla 1. Ingredientes de las raciones experimentales expresados como % de la materia seca de la ración concentrada.

Ingredientes	T1	T2
(% en la ración concentrada)	(37%)	(0%)
Expeller de soja	19,8	19,2
Maíz	49,1	78,2
Afrecho de arroz	29,2	0
Sal mineral	0,9	0,9
Carbonato de Calcio	1	1
Urea	0	0,7
Total	100	100
Composición bromatologica de la ración concentrada		
Proteína bruta (%)	17,8	17,9
Energía Metabolizable (Mcal/kg)	3,01	3,02
NDT (%)	84,1	81,0
FDN (%)	20,3	18,3
Calcio (%)	0,62	0,61
Fósforo Total (%)	0,32	0,31
Relacion Ca-P	1,9	2,0
Materia Seca (%)	90,1	90,5

*Valores entre paréntesis indican el nivel de sustitución de maíz por afrecho de arroz en la ración concentrada.

Bajo las proporciones mencionadas, la dieta de todos los tratamientos fueron isoproteicas e isoenergeticas. Las dietas fueron formuladas por medio de planillas electrónicas, utilizando el software Microsoft Excel, la dieta fue basada para cubrir los requerimientos de la categoría corderos en crecimiento, siendo la exigencia energética de 2,8 Mcal/kgMS y la proteína bruta de 18% para una ganancia de peso de 200 g.dia⁻¹ (NRC, 1985).

El total del alimento diario fue dividido en tres raciones diarias y ofrecida a las 6:00 y 12:00 y 18:00 horas, retirando diariamente el sobrante del día anterior en el caso que hubiere. El consumo diario de alimento (CD) fue estimado y limitado hasta 3,5% del peso vivo, el cual iba ajustándose cada

15 días de acuerdo a la evolución de peso en dicho periodo.

Los animales utilizados fueron procedentes del mismo padre, nacidos y criados en el establecimiento, además, tuvieron previamente el mismo trato y manejo sanitario, son similares en biotipo (cruza Dorper), edad (120±15 días meses de edad) y peso vivo (26±3 kg en promedio), sin diferencias significativas entre si al inicio del experimento (p>0,05). El periodo de acostumbramiento al sistema y a la ración experimental se realizó durante 15 días, luego se dio inicio al periodo experimental, que tuvo una duración de 60 días, durante dicho periodo los animales recibieron agua limpia y fresca *ad libitum*.



Los animales contaron con un espacio físico a razón de 3,3m² por animal (2 piquetes de 15mx4m.). Dentro de cada piquete se distribuyeron los 18 animales de cada tratamiento, totalizando así 36 animales. La totalidad de los corderos fueron desparasitados de manera preventiva y vacunados contra enfermedades clostridiales antes del inicio del experimento.

Los animales fueron previamente pesados de forma individual para conocer el peso de entrada al periodo experimental y posteriormente cada 15 días, durante los 60 días que duró el experimento, en todas las ocasiones mediante la misma báscula electrónica instalada en el brete con una precisión de 0,1 kg. Previo al pesaje fue los animales fueron mantenidos en ayuno solido de 12 horas.

Las variables evaluadas y analizadas estadísticamente fueron la ganancia diaria de peso (GDP) y ganancia total de peso (GTP). Además, fueron calculados el consumo diario y la conversión alimenticia,

ambas variables no fueron analizadas estadísticamente ya que los valores fueron generados en forma grupal y, por lo tanto, no contenían las repeticiones necesarias para el análisis estadístico. El consumo diario se obtuvo a través de la diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento sobrante después de 24 horas, y fue medido durante 3 días consecutivos antes del inicio de cada periodo de pesaje (limitado en 3,5%PV). La conversión alimenticia promedio se calculó a través de la división entre el consumo total de alimento y la ganancia total de peso para cada tratamiento. Para el análisis estadístico, los datos recolectados fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Tabla 2. Ganancia diaria de peso promedio (GDP), ganancia total de peso (GTP), consumo diario (CD), conversión alimenticia (CA) de corderos alimentados con afrecho de arroz en sustitución parcial del maíz en la dieta. Guairá, Paraguay, 2018.

Tratamiento	GDP	GTP	CD	CA
	(g día ⁻¹)	(kg)	(%PV)	(kg/kg)
T1 (37% AA)	152 ^{*NS}	9,2 ^{*NS}	3,5	7,9
T2 (0% AA)	170	10,2	3,5	7,1
Promedio	161	9,7	3,5	7,5
CV	10,08	19,46	-	-

*El valor entre paréntesis indica el porcentaje de inclusión de afrecho de arroz (AA) en la ración concentrada. NS: No significativo. CV: Coeficiente de variación. GDP: Ganancia diaria de peso. GTP: Ganancia total de peso. CD: Consumo diario. CA: Conversión alimenticia.

Los resultados indican que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables GDP y GTP, con valores promedio de 161 g.día⁻¹ y 9,7 kg respectivamente. Resultados similares fueron reportados en una investigación realizada Garg et al. (2004), quienes

evaluaron la sustitución de maíz por afrecho de arroz desgrasado (AAD) en la dieta de borregas, los autores afirmaron que no hubo diferencias significativas en la ganancia de peso con la dieta que contenía hasta 50% de sustitución de maíz por AAD (55% de AAD en el total de la dieta),



también mencionan que el consumo y la digestibilidad de la materia seca fue similar entre todos los tratamientos.

De igual forma, diversos autores evaluaron el uso de afrecho de arroz en la dieta de corderos utilizando como dieta control otros alimentos energéticos diferentes del maíz. Flakemore et al. (2015), trabajaron con corderos en confinamiento y evaluaron la inclusión de hasta 19% de afrecho de arroz en sustitución de afrecho de cebada (AC) y no obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, con valores promedio de GDP de 184 g.día⁻¹, similar al presente experimento. Además, los autores mencionan que tampoco hubo diferencias significativas en otras variables de desempeño animal (consumo y eficiencia de conversión) y características de la carcasa (peso de la carcasa caliente, rendimiento de la canal, espesor de grasa dorsal, área de ojo de bife, etc.). Así también, Tabeidian y Sadeghi (2009) estudiaron el efecto de sustituir maíz por afrecho de cebada en la dieta de corderos Afshari en confinamiento, los autores mencionan que no hubo diferencias significativas en las variables de ganancia diaria de peso, ganancia total de peso y consumo de alimento cuando el nivel de sustitución del maíz fue de hasta 30% (35% de AC en la ración total), sin embargo, niveles de sustitución superiores tuvieron efectos adversos en el desempeño animal.

Por otra parte, Muhammad et al. (2008) evaluaron técnica y económicamente la sustitución de afrecho de trigo por afrecho de arroz en la dieta de corderos machos enteros en confinamiento, los autores mencionan que la inclusión de hasta 45% de AA en la dieta no afectó el desempeño productivo de los corderos, sin embargo, para un mayor retorno económico, el AA en la dieta de corderos no debe exceder el 30% de inclusión.

En relación al consumo de materia seca, estudios recientes realizados por Vargas

et al. (2020) afirman que el afrecho de arroz es un buen alimento energético y puede usarse en dietas de cordero que reemplazan totalmente la harina de maíz (hasta el 22,5% de inclusión en la ingesta total de materia seca diaria), sin perjudicar el consumo de alimento, la digestibilidad, el balance de nitrógeno, la concentración de nitrógeno amoniacal en el fluido del rumen y el pH ruminal.

Por otra parte, Santos et al. (2010) evaluaron el consumo y digestibilidad de nutrientes de dietas que contienen diferentes niveles de afrecho de arroz (0, 7, 14 y 21%), reemplazando el maíz en el alimento concentrado para corderos enteros, resultando en una inclusión de 0, 14, 28 y 42% de afrecho de arroz en la ración total respectivamente. Los autores mencionan que cada unidad de porcentaje de aumento del afrecho de arroz en la dieta promovió una reducción en el consumo de materia seca, sin embargo, no fue observado efecto del afrecho de arroz en la digestibilidad de nutrientes. Cabe destacar que, en el mencionado experimento, la dieta fue ofrecida *ad libitum* y los valores registrados en consumo fueron mayores a 3,5% PV, eso podría explicar la diferencia con relación al presente experimento, cuyos animales tuvieron acceso restringido al alimento, limitado en 3,5 %PV.

Conclusión

La sustitución parcial del maíz por afrecho de arroz no presentó diferencias significativas en los parámetros de ganancia diaria de peso (GDP) y ganancia de peso total (GPT), así también, los valores estimados de consumo diario y conversión alimenticia se encuentran dentro de los rangos aceptables de desempeño animal, por lo tanto, se infiere que, la utilización de afrecho de arroz es una alternativa válida para el uso en la ración de corderos en confinamiento.



Referencias bibliográficas

- Bhosale, S. y Vijayalakshmi, D. (2015). Processing and nutritional composition of rice bran. *Current Research Nutrition and Food Science Journal*. 3(1), pp. 74-80.
- Flakemore, A. R., Otto, J.R., Suybeng, B., Balogun, R. O., Malau-Aduli, B. S., Nichols, P. D., ..., Malau-Aduli, A. E. (2015). Performance and carcass characteristics of Australian purebred and crossbred lambs supplemented with Rice Bran. *Journal of Animal Science and Technology* 57:36.
- Garg, A.K., Singh, P., Malik, R. & Agrawal, D.K. (2004). Effect of replacing maize grain with de-oiled rice bran on intake and utilization of nutrients in adult ewes. *Small Ruminant Research* 52, pp. 75-79.
- Muhammad, N., Maigandi, S.A., Hassan W.A. & Daneji A.I. (2008). Growth performance and economics of sheep production with varying levels of rice milling waste. *Sokoto Journal of Veterinary Sciences*. 7(1), pp. 59-64.
- NRC (1985). Nutrient requirements of sheep. 6th Edition. National Research Council, National Academy Press, Washington DC.
- Sampedro, D. (2015). El afrecho de arroz, un subproducto regional de importancia para la alimentación de los vacunos. *Hoja informativa* N° 79. Edición EEA INTA Mercedes. 5p.
- Santos, J. W., Cabral, L., Zervoudakis, J. T., Abreu, J. G., Souza, Al. L., Pereira, G. A., ..., Reverdito, R. (2010). Farelo de arroz em dietas para ovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 11(1), pp. 193-201
- Tabeidian, S.A. y Sadeghi, G.H. (2009). Effect of replacing barley with rice bran in finishing diet on productive performance and carcass characteristics of Afshari lambs. *Tropical Animal Health Production*. 41. pp. 791-796.
- Vargas, J. A., Mezzomo, R., Gomes, D. I., Oliveira, L. R., Da Mata, V. J., Dos Santos, R., ... Alves, K. S. (2020). Total and partial replacement of corn meal with rice bran in lamb rations: Nutritional effects. *Livestock Science*. 234.



Efecto del sexo y diferentes métodos de castración en machos sobre la ganancia de peso de corderos en confinamiento

Caballero Mascheroni, J.D.^{1*}, Alonzo Griffith, L.A.¹, González Cabañas, J.F.¹,
Fariña Diaz, T.¹, Ocampos Olmedo, D.A.¹, Cabello Manevy, S.F.¹

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

*daniel.caballero@agr.una.py

Introducción

En los últimos años, la producción de carne ovina ha ido creciendo sostenidamente en cantidad y calidad del producto final. La producción de carne de cordero se ha convertido en una oportunidad de renta para un gran número de productores pecuarios. El engorde intensivo a corral se ha convertido en un sistema alternativo que permite aumentar considerablemente la cantidad de animales en un espacio más reducido y controlado. Además, en el confinamiento, tanto el manejo de los animales como la calidad del producto final es diferente de un sistema tradicional a pasto. Independientemente del sistema de producción empleado, a nivel de productor todavía existen prácticas de manejo que son controversiales, además, generan dudas acerca de los beneficios o consecuencias que puede acarrear la implementación o no de esas prácticas.

Uno de los debates trata de la viabilidad técnica del engorde a corral de hembras en comparación a machos, sobre el punto, algunos autores como Quintero et al. (1997) y Zambrano et al. (1997) mencionan que no existe diferencia en la ganancia diaria de peso (GDP) postdestete entre machos y hembras, sin embargo, otros autores como Beerman et al. (1995), Bores et al. (2002) y Macías et al. (2010) encontraron 20 a 30% de superioridad en machos sobre las hembras.

Otra de controversias trata de la castración de machos, el cual es una de las herramientas de manejo más importantes utilizadas en los machos, básicamente, la castración en la ganadería tiene por objeto reducir la agresividad y comportamiento sexual indeseado, además de evitar la reproducción de animales no deseados. Sin embargo, según Mach et al. (2010) implica también una reducción importante de rendimientos productivos a causa del estrés, el dolor y la disminución de la concentración de hormonas anabólicas. Existen varias metodologías para realizarlo, entre ellas se pueden citar el método más antiguo conocido (quirúrgico), también otro método muy utilizado en ovinos es la emasculación mediante la aplicación de anillos de goma o elastrador. Así también, existe otro método conocido como pseudocastración o castración parcial, donde mediante el uso del elastrador, se procede a la eliminación del escroto, dejando los testículos en cavidad abdominal, es decir, los testículos son empujados a los canales inguinales y confinados allí por acción del anillo de goma del elastrador, colocado en el saco escrotal, y así, la temperatura corporal del abdomen inhibe la espermatogénesis, pero continúa habiendo producción de andrógenos a una tasa reducida, suficiente para mejorar el crecimiento del animal con respecto al castrado total, pero un poco inferior al entero, manteniendo; sin embargo, un comportamiento apropiado para el manejo



en la finca y una mejor calidad de canal que el macho sin castrar (Savastano, 2000).

El objetivo principal de la investigación fue evaluar la ganancia de peso de corderos machos enteros, hembras y machos castrados bajo diferentes métodos de castración, todos en ambiente de confinamiento.

Metodología

El trabajo de investigación fue realizado en la cabaña "Don Toto", establecimiento ganadero situado en las coordenadas 26°04'41" S y 56°27'30" O, departamento de Guairá, Paraguay. El periodo experimental abarcó desde el mes de agosto de 2017 a enero de 2018. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 5 tratamientos y 6 repeticiones, totalizando 30 unidades experimentales, donde cada cordero constituyó una unidad experimental. Los tratamientos fueron los siguientes: T1: Corderos machos enteros; T2: Corderas (hembras); T3: Corderos castrados a través de método quirúrgico; T4: Corderos castrados con goma elastradora "testículo descendido"; T5: Corderos castrados con goma elastradora "testículo elevado". Cabe mencionar que los animales del T3 fueron sometidos con el método tradicional de castración, el cual consiste en la incisión en la base del escroto para luego proceder a la extracción completa de los testículos, aplicando anestesia local y de larga duración, además de yodopovidona como desinfectante. Para los animales del T4 se utilizó el método de "anillo elastrador", en el cual se utiliza una pinza elastradora que permite estirar los anillos de goma para poder pasar los testículos y colocar el anillo en el cordón espermático, los cuales producen una compresión extraluminal de las arterias y venas, lo que resulta en isquemia crónica que induce una lesión celular irreversible y posteriormente una necrosis coagulativa

(muerte del tejido corporal). En cuanto a los animales del T5, fue utilizado el mismo método de castración del "anillo elastrador", con la diferencia que el anillo de goma se colocó debajo de los testículos una vez insertos hacia la cavidad abdominal, donde la temperatura del cuerpo inviabiliza el funcionamiento normal de los mismos. Luego del periodo de recuperación de las castraciones (21 días) se procedió al inicio del periodo de acostumbramiento a la ración balanceada comercial (18% PB, 2800 kcal.kg⁻¹, 2% EE, 7% FC), el cual tuvo una duración de 15 días, en el cual se les ofreció una ración al 4,5% PV. Los animales contaron con un espacio físico a razón de 4m² por animal (2 piquetes de 15x4mts.). Dentro de cada piquete se distribuyeron 15 animales a razón de 3 animales de cada tratamiento, totalizando así 30 animales.

El periodo experimental tuvo una duración de 84 días, durante dicho periodo los animales recibieron agua limpia y fresca *ad libitum*. El total del balanceado por día fue dividido en tres raciones diarias a las 6:00, 12:00 y 18:00 horas, retirando diariamente el balanceado sobrante del día anterior en el caso que hubiere. El consumo diario de alimento (CD) fue estimado 4,5% del peso vivo, el cual fue ajustándose cada 42 días de acuerdo a la evolución de peso de dicho periodo. El CD se obtuvo a través de la diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento sobrante después de 24 horas, y fue medido durante 3 días consecutivos antes del inicio de cada periodo de pesaje. La conversión alimenticia promedio se calculó a través de la división entre el consumo total de alimento por periodo y la ganancia total de peso por periodo. Los animales fueron previamente pesados de forma individual de modo a establecer el peso de entrada al periodo experimental y posteriormente cada 42 días, durante los 84 días que duró el experimento, los pesajes se realizaron a las 7:00 horas, posterior ayuno solido de 12 horas. Los animales utilizados fueron procedentes del



mismo padre, similares en biotipo (75% Dorper y 25% Santa Inés), nacidos y criados en el mismo establecimiento, por lo que tuvieron previamente el mismo trato y manejo sanitario, además, fueron semejantes en edad (12 ± 2 semanas de edad al inicio del experimento) y sin diferencia significativa ($p > 0,05$) en el peso vivo inicial ($19,8 \pm 2$ kg en promedio).

Las variables evaluadas y analizadas estadísticamente fueron la ganancia diaria de peso (GDP) y ganancia total de peso (GTP). Además, fueron medidos el consumo total diario y la conversión alimenticia a lo largo de todo el periodo experimental, sin embargo, ambas variables no fueron analizadas estadísticamente ya que fueron calculadas en forma grupal y, por lo tanto, no contenían las repeticiones necesarias para realizar el análisis estadístico. Para las demás variables, los datos recolectados fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Los valores de consumo total diario variaron entre 3,5 y 4,5%PV (porcentaje

del peso vivo), con un valor promedio de 4,42%PV. Si bien el consumo de voluminoso fue *ad libitum*, se cuantificó un consumo promedio de 0,2 kg/animal/día (equivalente a 0,5% PV). Por otra parte, el consumo de balanceado varió entre 0,6 a 1 kg/animal/día (periodo 1) y entre 1 a 1,4 kg/animal/día (periodo 2). Con base a los valores mencionados, se estima que el consumo total de ración se mantuvo en una relación balanceado-voluminoso de 80-20 a 85-15.

Los valores de conversión alimenticia variaron entre 4,5 y 6,8, con un valor promedio de 5,86 para todo el periodo experimental. Cabe descartar que menores valores (mejores conversiones) se dieron en el primer periodo del experimento, esta tendencia coincide con autores como Webster (1989), quien menciona que a medida que los corderos avanzan del destete a la madurez fisiológica, la energía metabolizable consumida es utilizada con menor eficiencia para la ganancia de peso, es decir que a edades más tempranas los corderos tienden a tener mejores valores de conversión alimenticia.

Tabla 1. Ganancia diaria de peso por periodo (GDPP), ganancia diaria de peso promedio (GDP) y ganancia total de peso (GTP) de corderos en confinamiento sometidos a diferentes métodos de castración. Guaira, Paraguay, 2018.

Tratamiento	GDPP (g.día ⁻¹)		GDP (g.día ⁻¹)	CTP (kg)
	P1 (día 1 a 42)	P2 (día 43 a 84)		
T1	256 ^{NS}	250 ^{NS}	253 ^{NS}	21,3 ^{NS}
T2	185	234	210	17,6
T3	214	231	223	18,7
T4	225	209	217	18,3
T5	248	288	268	22,5
Promedio	225	242	234	19,7
CV	25,2	15,9	15,7	16,5

*NS: No significativo. CV: Coeficiente de variación. GDPP: Ganancia diaria de peso por periodo. GDP: Ganancia diaria de peso promedio. GTP: Ganancia total de peso.



Los resultados indican que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las variables evaluadas, con valores promedio de GDP de 225 y 242 g.día⁻¹ para el periodo 1 y 2 respectivamente. De igual forma, tampoco arrojaron diferencias significativas la GDP y GTP, con valores promedio de 234 g.día⁻¹ y 19,7 kg respectivamente. Resultados similares fueron mencionados por Osório et al. (1999) quienes no encontraron diferencias significativas en la producción de carne en un trabajo realizado con corderos de 5 meses cruza Hampshire Down x Corriedale, mencionan además que corderos castrados y no castrados presentaron morfologías *in vivo* similares, y, en la carcasa, componentes del peso vivo, composición regional y de tejido similares, por lo cual concluye que no hay ventaja (en cuanto a la producción de carne) en castrar los corderos muy jóvenes. Así también, Haddad et al. (2006) mencionan que no hallaron diferencias significativas en la GDP al evaluar corderos enteros y castrados de la raza Awassi en confinamiento, con peso y edad similar al presente experimento. Los autores mencionan también que la castración no afectó el peso de la carcasa caliente ni el rendimiento de la canal, sin embargo, los corderos castrados presentaron grasa renal significativamente mayor que los corderos enteros.

Por otra parte, cuando los corderos son sacrificados a una mayor edad (7 a 13 meses), los machos enteros tienen un rendimiento superior a los castrados, demostrado a través de una ganancia diaria promedio y ganancia de peso total más alta, mayor eficiencia de conversión alimenticia y menor gordura en la carcasa (Gravador et al. 2018). Sin embargo, los mismos autores afirman que existen pequeñas diferencias sensoriales entre la carne de machos enteros y castrados, donde los consumidores prefieren la carne de corderos castrados, pero no les desagrada

la carne de carnero (macho entero), la cual a menudo se considera inferior a la carne de cordero castrado, especialmente en animales más viejos o más pesados. En ese contexto, Claffey et al. (2018) menciona que la castración puede practicarse en algunas granjas como herramienta de gestión, sin embargo, no se justifica la castración de corderos si serán sacrificados a edades muy tempranas o si no es una exigencia del mercado consumidor.

En relación al sexo, autores como Beerman et al. (1995) refirieron que los corderos machos enteros tienen una mayor respuesta en la engorda que las hembras, y reportan un 22% más de ganancia diaria de peso en corderos Suffolk en comparación con las hembras. A pesar de no mostrar diferencia significativa en el presente trabajo, se encontraron valores similares al mencionado estudio, con 21% más de GDP en los machos enteros con relación a las hembras. Al comparar los machos con anillo elastrador debajo de los testículos (T5) con relación a las hembras, se encuentra también una tendencia similar, ya que los machos del T5 podrían haber producido hormonas masculinas por un tiempo más prolongado en relación a los otros métodos de castración debido a la condición de dicho tratamiento, ya mencionado anteriormente. Por su parte, Macías et al. (2010), encontraron diferencias significativas entre machos y hembras al evaluar el crecimiento de corderos Pelibuey puros y cruza Dorper x Pelibuey y Katahdin x Pelibuey en confinamiento, con un valor promedio de GDP en hembras de 170 g.día⁻¹ y machos de 250 g.día⁻¹. Así también, Bores et al. (2002) mencionan que las hembras presentan, durante la fase de engorda, una GDP aproximadamente 27 % menor con respecto a los machos (185 vs 254 g.día⁻¹).

En cuanto al método de castración, Ribeiro et al. (2003) evaluaron corderos



cruzas Hampshire Down, Ile de France y Suffolk castrados a los 58 días de edad y confinados hasta alcanzar un peso de faena de 31 ± 1 kg, los autores mencionan que no encontraron diferencias significativas en el desempeño productivo de corderos castrados por diferentes técnicas como ser: quirúrgico, pinza de burdizzo y goma elastradora.

Conclusión

La diferencia entre sexo y métodos de castración en los machos no resulto en diferencias significativas en los variables evaluadas, Por lo tanto, se infiere que, independientemente del sexo y los diferentes métodos de castración aplicadas a los machos enteros, es factible mantener estándares altos de ganancia de peso de corderos en confinamiento.

Referencias bibliográficas

Bores, R. F., Velásquez, P.A., Heredia, M. (2002). Evaluación de cruza terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Técnica Pecuaria en México*. 40 (1), pp. 71-79.

Beermann, D. H., Robinson, T. F., Hogue, D. (1995). Impact of composition manipulation on lean lamb production in the United States. *Journal of Animal Science*. 73, pp. 2493-2503.

Carvalho., Pires, C. C., Peres, J. R. R., Zeppenfeld, C., Weiss, A. (1999). Desempenho de cordeiros machos inteiros, machos castrados e fêmeas, alimentados em confinamento. *Ciência Rural*, 29:129-133.

Claffey, N. A., Fahey, A. G., Gkarane, V., Moloney, A. P., Monahan, F. J., Diskin, M. G. (2018). Effect of breed and castration on production and carcass traits of male lambs following an intensive finishing period. *Translational Animal Science*. 2(4), pp. 407-418.

Gravador R. S., Pace, E., Mooney, B. R., Jaeger, S. R., Gkarane, V., Fahey, A. G., Monahan, F.J. (2018). A consumer study of the effect of castration and slaughter age of lambs on the sensory quality of meat. *Small Ruminant Research*. 169, pp. 148-153.

Haddad, S. G., Husein, M. Q., Sweidan, R. W. (2006). Effects of castration on growth performance and carcass characteristics of Awassi lambs fed high concentrate diet. *Small Ruminant Research*. 65(1), pp. 149-153.

Mach, N., Bach, A., Realini, C., Font-Furnols, M., Velaverde, A., Devant, M. (2010). Efecto de la castración en terneros. Recuperado en: <https://www.portalveterinaria.com/articoli/articulos/7023/efecto-de-la-castracion-en-terneros.html>

Macías, U., Alvarez, F. D., Rodríguez, J., Correa, A., Torrentera, N. G., Molina, L., Avendaño, L. (2010). Crecimiento y características de canal en corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 42, pp. 147-154.



- Osório, J. C., Jardim, P. O., Pimentel, M.A., Pouey, J. Osório, M. A., Lüder, W. E., Borba, M. F. (1999). Produção de carne entre cordeiros castrados e não castrados. 1. cruzas Hampshire down x Corriedale. *Ciência Rural*, 29(1), pp. 135-138.
- Quintero, A., Boscán, J., Palomares, R., González, A., Boissiere. J. (1997). Efecto del sexo sobre el peso corporal a diferentes edades en corderos West-African criados en el trópico venezolano. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5(1), pp. 426-427
- Ribeiro, E. L., Da Silva, L. D., Rocha, M. A., Mizubuti, I. Y. (2003). Desempenho de cordeiros inteiros ou submetidos a diferentes métodos de castração abatidos aos 30 kg de peso vivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 32(3), pp. 745-752
- Savastano, S. (2000). Efeito da castracao sobre o desempenho e características de carcaça e de carne do bovino superprecoce. Teses Ph.D. FMVZ-UNESP. Botucatu, BR, 83 p.
- Webster, A. J. F. (1989). Bioenergetics, bioengineering and growth. *Animal Production*. 48(2), pp. 249-269. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0003356100040265>
- Zambrano, A.C.R. (1997). Crecimiento postdestete en corderos West African. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5(1), pp. 445-447.



Fertilización foliar en lechuga americana

Enciso Garay, C.R.^{1*}, Schneider, J.¹, Benítez, M.¹, Oviedo, V.R.S.¹

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Producción Agrícola

*cipriano.enciso@gmail.com

Introducción

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una de las hortalizas de hojas más cultivada en el mundo, debido a su valor nutritivo, agradable sabor, siendo consumida principalmente en forma cruda. La lechuga americana o arrepollada (*Lactuca sativa* var. capitata) se caracteriza por formar cabezas compactas, presentar una mayor vida post cosecha y mayor resistencia al transporte, viene adquiriendo importancia económica en el país, debido a la demanda que tiene para la preparación de comidas rápidas y también de ensaladas.

En el Paraguay, es un rubro de gran importancia económica, cultivada principalmente por productores familiares en pequeñas propiedades, en áreas periurbanas de las grandes ciudades. Dichos productores se caracterizan por la escasa disponibilidad de tierra que poseen, razón por la cual el cultivo de hortalizas de hojas como la lechuga americana, representa una importante opción económica, debido al ciclo corto que presenta, pudiendo realizarse varias siembras y cosechas durante el año (Enciso-Garay, Santacruz Oviedo, Godoy & Caballero, 2019).

En los últimos tiempos, el uso de fertilizantes foliares en horticultura ha despertado el interés de los productores, debido a la posibilidad de mejorar la producción y calidad de sus cosechas. Luz, Oliveira Queiroz & Carreon (2010) mencionan que la fertilización foliar es una tecnología que pue-

de contribuir en la mejora de la calidad de los productos vegetales y al mismo tiempo disminuir los costos de producción. Tiene la función de complementar y corregir posibles fallas en la fertilización vía suelo, además de estimular fisiológicamente algunas fases del cultivo. Por su parte, Fernández, Sotiropoulos & Brown (2015) mencionan que el uso de fertilizantes foliares se basa en la premisa en que ofrecen ventajas específicas sobre los fertilizantes aplicados vía suelo en determinadas etapas fenológicas, cuando la demanda de nutrientes es alta y coincide con una inadecuada oferta desde el suelo, o pobre transporte de nutrientes esenciales en la planta.

La aplicación de fertilizantes foliares tiene resultados contradictorios en cuanto al efecto en el rendimiento. Así Luz et al., (2010) trabajando con seis formulaciones de abono foliar en la lechuga, cultivar Vera, obtuvieron mayor masa fresca de la parte aérea en las plantas que recibieron el tratamiento, comparadas al testigo. Por su parte, Barbosa, Silva, Silva, Souza & Santos Neto (2014) evaluaron cuatro tipos de abonos foliares comerciales en la lechuga, cultivar Irene, sin encontrar diferencias significativas en el número de hojas por planta, masa fresca y seca de la parte aérea.

Actualmente para la producción intensiva de lechuga son utilizados diversos productos para aumentar la productividad del cultivo y la calidad de la producción, como los fertilizantes foliares y bioestimulantes. Trabajos de investigación sobre el uso de fertilizantes foliares en hortalizas como lechuga del tipo americana en el país son escasos.



Por lo mencionado, el objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar el efecto de diferentes formulaciones y dosis de fertilizantes foliares en la productividad de la lechuga del tipo americana, cultivar Taina.

Metodología

El trabajo de investigación se desarrolló entre los meses de julio y octubre del año 2017 en el Centro Hortícola de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA) situado entre las coordenadas 25°20'16.9" Sur, 57°31'03.9" Oeste y altitud de 116 m. La media anual de temperatura en dicha localidad es de 22°C y precipitación de 1.348,8 mm (FCA/UNA, 2010).

El análisis de suelo de la parcela experimental realizado en el Laboratorio de Suelo de la FCA/ UNA arrojó los siguientes resultados: pH = 6,6, contenido de materia orgánica = 0,81%, P = 35,75 mg kg⁻¹. Los niveles de cationes intercambiables fueron: Ca⁺² = 1,96 cmol_c kg⁻¹, Mg⁺ = 0,88 cmol_c kg⁻¹ y K⁺ = 0,17 cmol_c kg⁻¹. La textura es arenosa, y el color marrón rojizo opaco (5 YR 4/4 según escala de Munsell). El material genético utilizado fue la lechuga del tipo americana, cultivar Taina. Los tratamientos estuvieron constituidos por la aplicación de diferentes dosis de fertilizantes foliares conteniendo N-P-K -Mg. (F1=10-50 -10 -00; F2 = 20-10-20-2; F3 = 13-8-24-3 y F4= 7-8-40-2). Las dosis (tratamientos) fueron: T1 = testigo, T2 = 1,25 g L de agua, T3= 2,5 g L de agua, T4= 3,75 g L de agua y T5= 5 g L de agua de F1, F2, F3 y F4, respectivamente. La primera aplicación se efectuó 10 días después del trasplante y las demás fueron hechas semanalmente, hasta completar seis aplicaciones, siendo pulverizada en media cada planta con 50 ml de la solución. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con cinco repeticiones.

La producción de mudas se realizó en bandejas de 162 celdas, cargadas con el sustrato comercial Carolina, realizando la siembra en fecha 11-07-17, depositando una semilla por alveolo. Las bandejas se mantuvieron sobre mesadas en el interior de un invernadero hasta el trasplante, donde el riego se realizó por microaspersión. La preparación de suelo en lugar definitivo se realizó mediante aradas y rastreadas. La fertilización básica se efectuó en base a los resultados del análisis de suelo y fue la siguiente: calcáreo de ostras Cysy 240 g m⁻², abono organomineral en polvo Coopercotia 2 B PLUS que contiene macroelementos (N, P, K, Ca y S) y microelementos (B y Zn) a una dosis de 480 g m⁻². Los tablones fueron confeccionados con una altura de 0,20 m y 1,20 m de ancho, posteriormente se colocaron dos cintas de riego por tablón y el *mulching* bicolor (blanco y negro) colocando el color blanco hacia arriba.

El trasplante se efectuó el 25-08-17, cuando las mudas presentaros entre tres y cuatro hojas, en un espaciamiento de 0,5 m entre plantas y 0,25 m entre hileras, en un sistema de tres bolillos, con cuatro hileras por tablón y 44 plantas por unidad experimental. La cosecha se realizó 50 días después del trasplante, al observar el principal indicador que es la dureza de las cabezas. Las evaluaciones se efectuaron utilizando seis plantas de cada unidad experimental y fueron: a) masa fresca de la parte aérea (g planta⁻¹), para el efecto se cortaron las plantas al nivel del suelo y fueron pesadas con una balanza digital, b) masa fresca comercial: se eliminaron las hojas externas y se procedió a pesar la "cabeza", c) número de hojas externas: corresponde a las hojas que no forman parte de la "cabeza", d) número de hojas comerciales, considerándose como hojas comerciales aquellas que presentaban como mínimo 5 cm de longitud, e) masa seca comercial: luego de pesar las hojas comerciales de la cabeza,



fueron colocadas en bolsas de papel rotuladas por tratamiento y repetición y, llevadas a una estufa a una temperatura de 65 °C durante 72 horas y e) número total de hojas por planta, que corresponde a la sumatoria de las hojas externas y hojas comerciales. Se aplicó análisis de variancia a los datos, utilizando el programa estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2015).

Resultados y discusión

La masa fresca total, masa fresca comercial por planta y masa seca comercial (cabeza) no presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Cuadro 1). La masa fresca total por planta estuvo entre 626,18 g (T2) y 768,50 g (T3). Estos resultados no coinciden con los trabajos de Luz et al., (2010) quienes evaluando diferentes fertilizantes organominerales líquidos en aplicación foliar en lechuga, constataron que todos los tratamientos con fertilizantes foliares superaron al testigo en la producción de la masa fresca de la parte aérea. Por otro lado, los resultados son

coincidentes con lo reportado por Pantano, Andreani Junior, Reis & Andreani (2010) quienes evaluaron cuatro tipos de abonos foliares en la producción de biomasa de la lechuga cultivar Julia, sin encontrar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

La masa fresca total de la parte aérea y masa fresca comercial por planta de esta investigación, son superiores a las medias de 427,71 y 218,75 g planta⁻¹ encontradas en su investigación por Enciso-Garay et al., (2019) para el mismo cultivar utilizado en este trabajo que es Taina.

La masa seca comercial estuvo entre 9,53 (T2) y 16,86 (T3) g planta⁻¹, sin que existieran diferencias estadísticas entre los tratamientos. Resultados similares fueron encontrados por autores como Barbosa et al., (2014) y Alves et al., (2012) quienes aplicando diferentes tipos de abono foliar en lechuga, cultivar Irene e Isabella, respectivamente, no encontraron diferencias estadísticas significativas en la masa seca de hojas.

Cuadro 1: Masa fresca total de la parte aérea (MFTP), masa fresca comercial (MFC), masa seca comercial (MSC) por planta de la lechuga cultivar Taina, en función a diferentes dosis de fertilizantes foliares hidrosolubles. FCA/UNA, San Lorenzo, 2017.

Tratamientos	MFTP (g planta ⁻¹)	MFC (g planta ⁻¹)	MSC (g planta ⁻¹)
T1 = Testigo	732,48 ^{ns}	405,52 ^{ns}	10,53 ^{ns}
T2 = 1,25 g L de agua de F1, F2, F3 y F4	626,18	331,84	9,53
T3 = 2,50 g L de agua de F1, F2, F3 y F4	768,50	411,84	16,86
T4 = 3,75 g L de agua de F1, F2, F3 y F4	762,34	366,16	11,44
T5 = 5 g L de agua de F1, F2, F3 y F4	747,48	414,52	13,24
CV (%)	23,36	24,96	62,53

^{ns} = no significativo al 5% de probabilidad de error.



En el Cuadro 2 se encuentran los valores medios del número de hojas externas, número de hojas comerciales y número total de hojas de las plantas de lechuga que recibieron diferentes dosis de fertilizantes foliares. Se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas para las variables evaluadas. El número de hojas externas por planta varió entre 11,2 (T2) y 13,6 (T5), el número de hojas comerciales entre 15,0 (T2) y 18,8 (T3) y, el número total de hojas entre 26,2 (T2) y 30,8 (T3), respectivamente. Respuestas similares fueron reportados por Pantano et al., (2010) quienes aplicando cuatro tipos de fertilizantes foliares en lechuga, no encontraron diferencias estadísticas en el número de hojas entre las plantas que recibieron los tratamientos y el testigo. Asimismo, Barbosa et al. (2014) trabajando con cuatro tipos de abonos foliares comerciales en lechuga, cultivar Irene, no encontraron diferencias en el número de hojas por planta. Por otro lado, estos resultados no coinciden con Pereira

et al., (2010) quienes evaluando diferentes dosis de fertilizante foliar en lechuga, cultivar Verônica, reportaron diferencias en el número de hojas por planta, en función a las concentraciones utilizadas.

El hecho de que no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el número de hojas por planta, explica en cierta forma de que tampoco existieron diferencias en la masa fresca total y comercial, debido a que el mayor número de hojas puede estar relacionado con una mayor masa fresca de la parte aérea de la planta. En esta investigación no se encontraron diferencias estadísticas para ambas variables.

Es probable que la fertilización de base aplicada al suelo, que consistió en calcáreo elaborado en base a ostras marinas y de los fertilizantes órgano minerales, cubrió las necesidades nutricionales de la planta de lechuga, razón por la cual la aplicación de los fertilizantes foliares no tuvieron efecto significativo.

Cuadro 2. Número de hojas externas (NHE), número de hojas comerciales (NHC) y número total de hojas (NTH) por planta de la lechuga cultivar Taina, en función a diferentes formulaciones y dosis fertilizantes minerales hidrosolubles. FCA/UNA. San Lorenzo, 2017.

Tratamientos	NHE	NHC	NTH
T1 = Testigo	11,8 ^{ns}	16,0 ^{ns}	27,8 ^{ns}
T2 = 1,25 g L de agua de F1, F2, F3 y F4	11,2	15,0	26,2
T3 = 2,50 g L de agua de F1, F2, F3 y F4	12,0	18,8	30,8
T4 = 3,75 g L de agua de F1, F2, F3 y F4	12,8	16,2	29,0
T5 = 5 g L de agua de F1, F2, F3 y F4	13,6	16,8	30,4
CV (%)	13,22	13,8	8,85

^{ns} = no significativo al 5% de probabilidad de error.



Conclusión

La aplicación de diferentes formulaciones y dosis de fertilizantes foliares hidrosolubles no afectaron la masa fresca total, masa fresca comercial, masa seca comercial y número de hojas por planta de la lechuga, cultivar Taina.

Referencias bibliográficas

- Alves, F. Q. G., Vieira, R. F., Oliveira, F. S., Barbosa, F. S., Pegpraro, R. F., Kondo, M. K., & Mota, W. F. (2012). Produção de alface em diferentes doses de adubo foliar e dois tipos de solos. *Revista Horticultura Brasileira*. Recuperado de http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_6/A4823_T6824_Comp.pdf
- Barbosa, W. S. S., Silva, W. E., Silva, J. R., & Souza, A. A. (2014). Avaliação de adubos foliares na cultura da alface americana. *Revista Horticultura Brasileira*. Recuperado de http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_7/A5731_T9801_Comp.pdf
- Fernández, V., Sotiropoulos, T., & Brown, P. (2015). Fertilización foliar: Principios científicos y práctica de campo. Paris, Francia: Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes.
- Luz, J. M. Q., Oliveira, G., Queiroz, A. A., & Carreon, R. (2010). Aplicação foliar de fertilizantes organominerais em cultura de alface. *Revista Horticultura Brasileira*, 28(3), 373-377.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M.G.; González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2015). InfoStat versión 2015. Argentina: Grupo InfoStat Universidad Nacional de Córdoba.
- Enciso-Garay, C. R., Oviedo, V. R. S., Godoy, N. I., & Caballero, C. A. (2019). Comportamiento agronómico de cultivares de lechuga americana en el departamento Central de Paraguay. *Revista Horticultura Argentina*, 38(97), 13-22.
- FCA/UNA. (2010). Anuario meteorológico. San Lorenzo, Paraguay. 50 p.
- Pantano, D. R. S., Andreani Junior, R., Reis, J. C., & Andreani, D. I. K. (2010). Adubação foliar em alface. *Revista Horticultura Brasileira*. Recuperado de http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_4/A2826_T4109_Comp.pdf
- Pereira, M. A. B., Silva, J. C., Mata, J. F., Silva, J. C., Freitas, G. A., Santos, L. B., & Nascimento, I. R. (2010). Uso de biofertilizante foliar em adubação de cobertura da alface cv. Verônica. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, 3(2), 129-134.



Calidad y crecimiento inicial en árboles de *Gmelina arborea* Roxb. en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNA, Paraguay

Dacosta, E.L.P.^{1*}, Bernal Álvarez, M.¹, Enciso Gómez, M.M.¹, de Jesús Vera Cabral, OM.¹

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

*elidaco28@gmail.com

Introducción

La especie *Gmelina arborea* Roxb es poco conocida en Paraguay, y por tal motivo no existe una utilización intensa de la misma para la producción con fines maderables o no. Vinuesa (2012) menciona que es un árbol, que alcanza hasta los 30 m de altura y hasta 50 a 80 cm de diámetro del tronco, y según Rojas et al. (2004) es una especie que en condiciones óptimas puede alcanzar un rendimiento de hasta 30 m³/ha/año. González, Murillo y Ávila (2016) expresan que esta especie puede comercializarse por su versatilidad para la fabricación de material de embalaje, la industria de construcción y la ebanistería en la fabricación de muebles. Según Araujo, Massi, Soares y Guerra (2012) cuando el objetivo fuera la obtención de madera de calidad, se recomiendan prácticas adecuadas del manejo de árboles seleccionados, como espaciamiento, vigor, calidad y número de fustes a permanecer, con la eliminación de los menos vigorosos, frecuencia e intensidad de poda de las ramificaciones laterales. Para obtener resultados favorables, se debe realizar un monitoreo constante no solo de las características cuantitativas de una plantación, sino también de las cualitativas, para así definir la calidad de una

plantación e interceder con tratamientos silviculturales si es necesario para que la plantación pueda cumplir con los objetivos futuros de producción (Duré & Elias, 2017). Schneider, Brena y Finger (1999) indican que se puede determinar la calidad de los árboles registrando características de ciertos parámetros como fuste, ramas, copas, defectos, clases de valor y grado de cobertura. El objetivo principal de esta investigación fue determinar la calidad y crecimiento inicial de los árboles de *Gmelina arborea* Roxb. en un área del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

Metodología

El estudio se realizó en la ciudad de San Lorenzo en un área del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, dentro del campus de la Universidad Nacional de Asunción con las coordenadas de referencia 25° 19' 45,12" de latitud sur y 57° 31' 11,36" de latitud oeste.

La parcela de *Gmelina arborea* Roxb. fue instalada en el año 2014, en una superficie de 684 m² utilizando un es espaciamiento inicial de 3 m x 6 m.



La investigación fue realizada entre mayo y septiembre del año 2017 encontrándose 54 individuos vivos y 6 espacios vacíos (fallas). Con una cinta diamétrica se procedió a tomar los datos de diámetros a 1,30 metros de la altura del fuste (DAP) de todos los individuos de la población. En el caso de individuos bifurcados o trifurcados por debajo de 1,30 metros los diámetros de las furcaciones fueron tomados como árboles individuales. Luego con un hipsómetro Blume - Leiss se registraron los datos de la altura total de todos los individuos. Para la determinación del volumen de los individuos se utilizó el factor de forma 0,46 citado por Mejía (2013). La metodología de Schneider et al. (1999) fue aplicada para registrar la calidad de los árboles, teniendo en cuenta: Forma del fuste (largo y recto, largo e irregular, medio y recto, medio e irregular, corto y recto, corto e irregular); Ramas (gruesa y fina); Copa (copa profunda, copa media, copa corta); Clase de valor (altísimo valor de producción, alto valor de producción, medio valor de producción, bajo valor de producción, ningún valor de producción, grado de cobertura (categorías- en línea y entre línea). Los datos registrados referentes a la calidad del árbol, y variables dendrométricas (altura total (h), diámetro (d y dg), área basal (g) y volumen (v), además del IMA en volumen por hectárea) fueron procesados y analizados a través de la estadística descriptiva (porcentajes y promedio). Los resultados fueron presentados mediante cuadros y figuras.

Resultados y discusión

Del total de individuos vivos de *Gmelina arborea* Roxb. (54) el 78% presentó fustes rectos y 22% presentaban bifurcaciones o trifurcaciones. Respecto a la calidad de los árboles se obtuvo lo siguiente:

Forma del fuste: En cuanto a las formas de los fustes, la mayor cantidad de individuos apareció en la categoría 3 (medio y recto) con 35%, seguidos de la categoría 4 (medio e irregular) con 26%, la categoría 5 (corto y recto) con 21% y la categoría 6 (corto e irregular) con 20% de individuos y por último la categoría 2 (largo e irregular) con 2%.

Presencia de ramas: Para esta variable se registraron 67% de individuos que se encuentran en la categoría 1 (ramas gruesas), y en la categoría 2 (ramas finas) el 33% de los individuos pertenecen a esta categoría.

Tipo de copa: El 60% de los individuos registrados pertenecen a la categoría 2 (copa media), seguido de la categoría 1 (copa profunda) con 36% y categoría 3 (copa corta) con 4%.

González y Serrano (2004) expresan que los individuos de esta especie tiene un fuste largo, recto y una copa bien formada en sitios buenos y en plantaciones bien manejadas. Además, Vinueza (2012) cita que las plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb que prosperan en suelos erosionados o muy compactados, de topografía quebrada y muy superficiales, presentan características indeseables como fustes torcidos, poca altura, muy ramificados y con aspecto arbustivo.

Clase de valor: En la variable clase de valor, el 71% de los individuos pertenece a la categoría 3 (medio valor de producción) seguido de las categorías 4 (bajo valor de producción) (Figura 1).

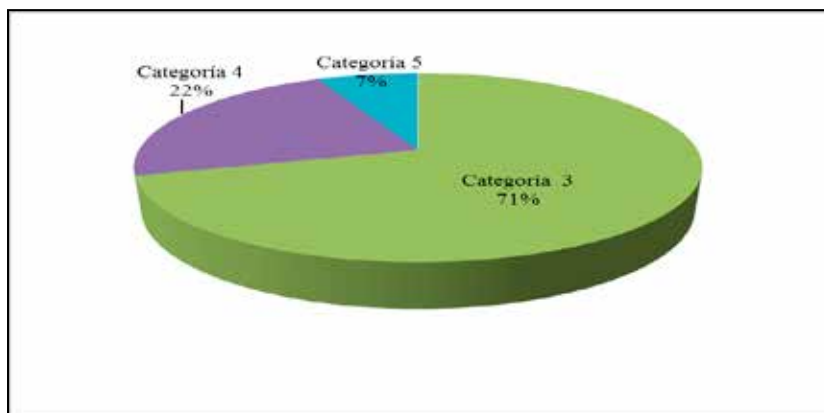


Figura 1. Clase de valor de *Gmelina arborea* Roxb.

Grado de cobertura: Las copas se encuentran en su mayoría en la categoría 2 (co-

bertura cerrada) tanto en las líneas 51,1% como entre líneas 52,9%. (Figura 2).

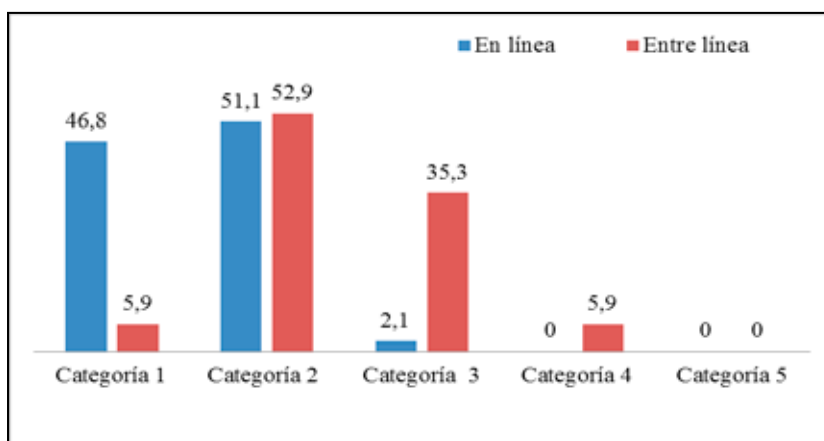


Figura 2. Grado de cobertura de *Gmelina arborea* Roxb.

En el Cuadro 1 se muestran los valores medios de las variables dendrométricas por parcela. De la misma manera se mues-

tra el volumen total y el IMA (incremento medio anual) de la parcela y por hectárea.

Cuadro 1. Variables dendrométricas

d_x (cm)	d_g (cm)	h_x (m)	g_x (m ²)	v_x (m ³)	v (m ³ /parcela)	IMA (m ³ /parcela/año)	V (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/año)
13,29	13,89	8,86	0,015	0,065	3,43	1,14	50,14	16,71



En algunos casos puede alcanzar rendimientos de hasta 38 m³/ha/año (Rojas et al., 2004). Vinueza (2012) menciona que el rendimiento en volumen varía de 20 a 35 m³/ha/año. En un buen sitio, el incremento del diámetro a la altura del pecho es de un promedio de 2,6 cm/año y la producción varía de 25 a 40 m³/ha/año (Moya, 2004).

Estudios hechos en la zona del sur oeste de Nigeria, en la selva húmeda tropical Oluwa, en unas plantaciones establecidas con la especie *Gmelina arborea* Roxb., demostraron que el incremento medio anual del volumen (IMA) varió desde 40 hasta 51,7 m³/ha/año. El IMA se detiene a la edad de 17,5 años, y entre los 15 y 20 años el IMA fue casi igual (Florez & Florez, 2013).

Conclusión

Considerando la calidad de los árboles la mayor cantidad de individuos presentan fustes medios y rectos, ramas gruesas, copas medias, con medio valor de producción y el grado de cobertura cerrada tanto en línea como entre línea.

Se recomienda aplicar raleo selectivo bajo ciertos criterios y podas de formación a aquellos árboles que formarán parte de la cosecha final.

Referencias bibliográficas

Araujo Carneiro, JG de, Massi Ferraz, T, Soares Silva, MP da & Guerra Barroso, D. (2012). *Principios de desrama e desbastes florestais*. Campos dos Goytacazes: O.

Duré Domínguez, FG. & Elias Dacosta, LP. (2017). Calidad de una Plantación de *Pinus taeda* L. en el Distrito de Itacurubí de la Cordillera, Cordillera. En *IV Congreso Nacional de Ciencias Agrarias. 19-21 de abril*. San Lorenzo: Universidad Nacional de Asunción pp. 489-492.

Vinueza, M. (2012). Ficha Técnica N° 3: MELINA. *Ecuador/Forestal*. Recuperado de <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-3-melina/>

Florez Orjuela, J. A., & Florez Orjuela, O. R. (2013). *Estudio del crecimiento de "Gmelina arborea" en los consejos comunitarios de Quiparadó y Domingodó (Choco-Colombia)*. (Tesis de Maestría, Universidad de Manizales). Recuperado de <http://ridum.umanizales.edu.co>



González-Trejos, G., & Serrano-Montero, J. R. (2004). Propiedades y utilidades de la madera de melina (*Gmelina arborea* Roxb) procedente de árboles plantados en Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 1(1), 77-86. Recuperado de <http://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/598/523>

Mejía Bayas, M. M. (2013). *Determinación del factor de forma de Gmelina (Gmelina arborea Roxb) en plantaciones de uno, dos y tres años de edad en la hacienda El Vergel, cantón Valencia, provincia de Los Ríos* (Tesis de Ingeniero Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec>

Moya Roque, R (2004). *Gmelina arborea* en Costa Rica. *BOIS & FORETS DES TROPICQUES*, 279(279), 47-57. Recuperado de http://bft.cirad.fr/cd/BFT_279_47-57.pdf

Rojas Rodríguez, F., Arias Aguilar, D., Moya Roque, R., Meza Montoya, A., Murillo Gamboa, O. & Arguedas, M. (2004). *Manual para productores de Melina Gmelina arborea en Costa Rica*. Cartago: Centro de Investigación en Integración Bosque Industria de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Recuperado de http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Especies_plantaciones/MELINA

Schneider, P., Brena, D. & Finger, C. 1999. *Manual para a coleta de informações dendrométricas*. 2. Ed. Santa Maria: UFSM, CCR, CEPEF.



Efecto de la aplicación de boro con y sin fertilizante de base en el cultivo de girasol

Oroa, E.^{1*}, Villalba, C.J.¹

¹ Facultad Ciencias de la Producción, Universidad Nacional de Caaguazú, Coronel Oviedo, Paraguay.

*elmira.oroa@fcpunk.edu.py

Introducción

Las exportaciones de aceites vegetales, principalmente de soja y girasol, han venido siendo una importante fuente de ingreso de divisas para Paraguay (Unidad Técnica de Estudios para la Industria [UTEPI], 2008). Asimismo, la producción se focaliza hacia los rubros representativos de la agricultura mecanizada, soja y girasol (FAO, 2004). El cultivo del Girasol presentó en los últimos años altibajos en sus niveles de producción, concentrándose progresivamente en los estratos de la agricultura mecanizada, datos de la campaña 2016/2017 expresan que se tuvo 30.000 has de área sembrada y rendimientos promedios de 1600 kg.ha⁻¹ (CAPECO, 2020).

Una de las principales causas de la disminución de los rendimientos son los escenarios climáticos manifestados en los últimos años en la región. El aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones, previstos en los escenarios climáticos regionales, influye en la fecha y duración de las distintas fases de cultivo, acortando su tiempo de desarrollo y, por tanto, reduciendo la producción de biomasa y rendimiento (Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía [AGAPA], 2012).

Las situaciones arriba mencionadas, requieren de estrategias que colaboren a romper la barrera de adaptabilidad y resistencia, entre las prácticas comunes se encuentra la fertilización con boro. Generalmente condiciones de altas temperaturas y

sequía regulan la provisión de boro e intensifican la respuesta a aplicaciones de este nutriente (Balboa, Espósito, Castillo & Balboa, 2016). El girasol tiene requerimientos de boro (B) sensiblemente más altos que otras especies (Souza, Olivera & Castiglioni, 2004).

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la aplicación de boro en el cultivo de girasol en el distrito de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú.

Metodología

El experimento fue conducido en el distrito de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú entre los meses noviembre y febrero de la zafra 2019/2020. Características de suelo en el cuadro 1. Para la investigación se utilizó semillas de girasol del híbrido Dk 4045. En la investigación fueron medidas las siguientes variables: altura de planta; diámetro del capítulo, diámetro de tallo, peso de 100 semillas y rendimiento kg.ha⁻¹. La investigación se realizó bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2x2 con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones totalizando 16 unidades experimentales. Los tratamientos fueron: T1 (Testigo); T2 (aplicación de fertilizante de base según el cuadro 2); T3 (Aplicación de boro a razón de 5 l.ha⁻¹ de H₃BO₃) y T4 (Aplicación de fertilizante de base y boro 5 l.ha⁻¹). Las cantidades de nutrientes aplicado por fertilización se presentan en el cuadro 2.



Cuadro 1. Resultados de análisis de suelo

pH	%MO	P (mg/L.S.)	K (Cmolx/L.S.)	Al (Cmolx/L.S.)
6	2,48	80	0,18	0,4

La aplicación de boro se realizó en forma foliar con 5 l.ha⁻¹ de H₃BO₃ en cada unidad se aplicó 6 ml a los 41 días (equivalente

a 5 l.ha⁻¹) cuando la planta se encontraba en su etapa fenológica de R1, el producto aplicado fue Borogreen.

Cuadro 2. Fertilización de base realizada en el experimento (T2 y T4)

Nutriente	Dosis	Momento	Fuente	Cant/kg.ha ⁻¹
N (kg.ha ⁻¹)	20	Cobertura	Urea/Ha	43,5
P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)	20	Siembra	SPT/ha	43,5
K ₂ O (kg.ha ⁻¹)	20	Siembra	KCL/ha	33,3
Cal Agrícola (kg.ha ⁻¹)*	1150			

* (Finalidad – Neutralizar el Al)

Para el control de malezas se efectuó carpida manual en cuatro oportunidades con la utilización de azada, la eliminación de malezas fue de suma importancia para evitar que estas compitan con el cultivo de renta, también se realizó el raleo para eliminar la cantidad que era mayor a la densidad recomendada. De acuerdo a la variables se realizaron las mediciones correspondientes para la obtención de los datos así también se realizó las observaciones periódicas para la detección de plagas y enfermedades que pudieran afectar el cultivo, la principal plaga que atacó al cultivo fue la Mariposa de Maracuya *Agraulis Vanidae* que fue controlada con la aplicación del insecticida Proclaim Fit.

Los aquenios del girasol fueron cosechados 105 días después de la siembra en forma manual recolectados del área central para evitar el efecto borde, se cosecharon cinco plantas lo que corresponde a un metro lineal por unidad experimental y se procedió

a la limpieza de cuerpos extraños que pudieran alterar los resultados finalmente se embolsaron marcadas y diferenciadas por cada tratamiento aplicado.

Las variables fueron medidas de la siguiente manera:

Altura de la planta: para determinar esta variable se procedió a escoger cinco plantas consecutivas de la línea central de la unidad experimental, de tal modo a evitar el efecto borde; la medición se realizó con cinta métrica desde la base del tallo al receptáculo floral, las mediciones se realizaron a los a los 30, 60 y 105 días y los resultados fueron expresados en cm.pl⁻¹. Circunferencia del tallo, diámetro de capítulo, peso de 100 semillas: Fueron seleccionadas las mismas cinco plantas tomadas anteriormente y se procedió a medir con cinta métrica expresando los resultados en centímetros la mismas fueron medidas los 105 días después de la siembra, para determinar el peso de las semillas se utilizó



una balanza de precisión y los resultados fueron expresados en gramos previa eliminación de aquellas semillas vanas. Rendimiento $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, se determinó pesando las semillas cosechadas de las cinco plantas muestreadas, se utilizó una balanza analítica para el pesaje y los resultados se expresaron en kilogramos, la fórmula aplicada fue $R = \text{Kg obtenido por unidad de muestreo} \times 71.428 \text{ plantas} \cdot \text{ha} / 5 \text{ plantas}$.

Las variables estudiadas fueron sometidas a análisis de variancia y cuando el valor de p fue significativo, fue utilizado para comparación de medias en el test de Skott-Knott con 5% de significancia. Fue utilizado el programa estadístico Minitab 18.1. Para determinar la precisión del experimento fue estimado el Índice de Variación (IV), calculado por CV / \sqrt{N} , en que, IV es igual al coeficiente de variación (CV) dividido por la raíz cuadrada del número de repeticiones (N) (Pimentel

Gomes, 2009). Además los resultados fueron sometidos a análisis de efectos principales para la magnitud en que el boro tuvo efecto sobre el aumento de las variables de rendimiento (diámetro del capítulo, peso de 100 semillas y rendimiento de granos).

Resultados y discusión

En la investigación se obtuvieron los siguientes resultados conforme las condiciones en que se realizó el estudio. El análisis de variancia demostró que la aplicación boro a razón de $5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ tuvo un efecto significativo sobre las variables en estudio exceptuando el diámetro del capítulo y el rendimiento los cuales no fueron afectados por este nutriente. Por otro lado, también la fertilización con 20-20-20 de N, P_2O_5 y K_2O , presentó efectos significativos sobre todas las variables en estudio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Altura de la planta, circunferencia del tallo, diámetro del capítulo, peso de 100 semillas y rendimiento del girasol. Zafra 2019-2020. Coronel Oviedo. Paraguay.

FACTOR A $\text{H}_3\text{BO}_3 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$	Altura de la planta			CT	DC	P100	R
	30	60	105				
0	-	1,99 B	2,09 B	11,18 B	18,21 A	8,36 B	1766 A
5	-	2,18 A	2,27 A	11,74 A	17,85 B	8,56 A	1758 A
p-valor		<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0347	<0,0001	0,8962
FACTOR B Fertilizacion	Altura de la planta			CT	DC	P100	R
	30	60	105				
Sin fertilizante	0,57 A	1,99 B	2,09 B	11,36 A	17,46 B	8,19 B	1685,1 B
Con fertilizante	0,56 A	2,18 A	2,27 A	11,56 A	18,6 A	8,73 A	1838,6 A
p-valor	0,2008	<0,0001	<0,0001	0,0754	<0,0001	<0,0001	0,0184
IV	1,64	0,70	0,70	0,90	0,85	0,19	3,20

Referencia: l/ha (litros por hectárea); CT (Circunferencia del tallo); DC (Diámetro del capítulo); P100 (Peso de 100 semillas); R (Rendimiento). *Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el teste de Skott-Knott al 5% de probabilidad de error.

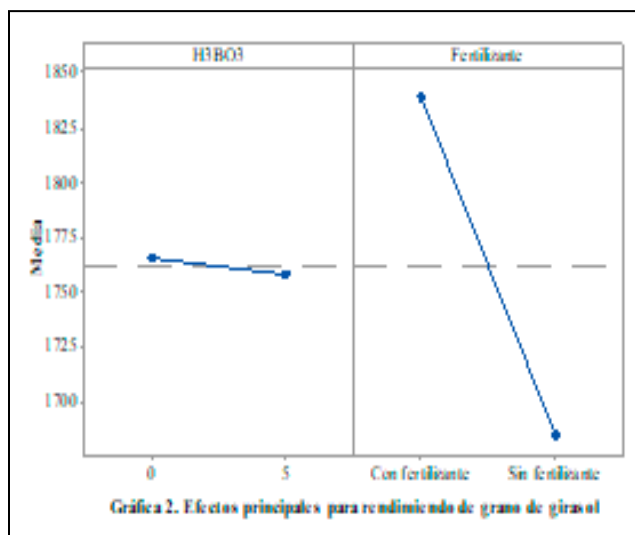
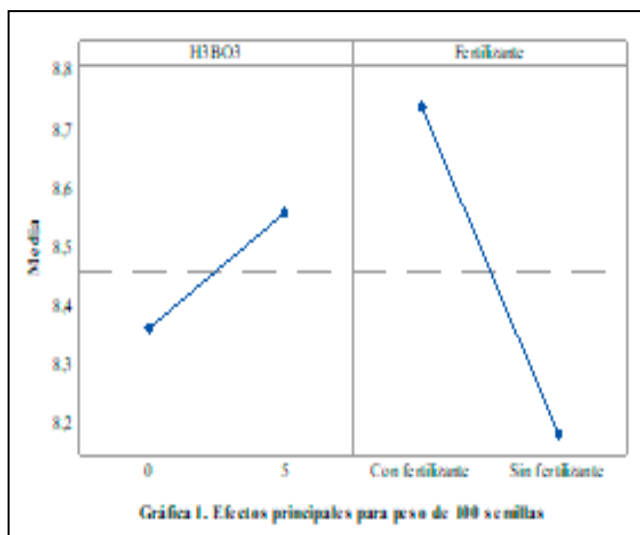


Flores-Núñez (2010), al evaluar el efecto de la aplicación de boro sobre diversos híbridos de girasol, reportó como resultado que la aplicación de boro no afecta la altura de la planta, el peso de 100 semillas.

Díaz-Zorita (2015), explica que en algunas regiones girasoleras algunos micronutrientes, en particular el boro (B) muestran potenciales condiciones de restricción al normal crecimiento y producción del cultivo, y la ausencia del uso del mismo deriva en deformaciones de hojas y debilitamientos del tallo, por

lo cual es muy importante la aplicación del boro en el cultivo. Mientras, según indican García Lamothe & Quincke (2012), al aplicar boro en forma foliar en cultivos de girasol no observaron que aumentará el rendimiento. Paino (2016), indica que no se detectaron diferencias significativas para el rendimiento, peso de 1000 semillas y los distintos calibres estudiados entre los tratamientos con fertilización y sin ella.

En ninguno de los casos se reflejó interacción entre la fertilización y el boro.



En cuanto a los efectos principales observados en las gráficas 1 y 2, se puede mencionar que para tanto el peso de 100 semillas y el rendimiento del cultivo, el simple hecho de fertilizar el cultivo tuvo un mayor efecto positivo en el aumento de ambas variables. Por otro lado, la aplicación de boro a razón de 5 l.ha⁻¹, hizo que el peso de 100 semillas aumentará pero la misma no fue suficiente para decir que es significativo; pero ésta aplicación tuvo un efecto depresor sobre el rendimiento del cultivo.

Caletti & Vázquez Amábile (2002), expresaron que no encontraron incrementos significativos de rendimiento frente al agregado de boro, sólo se registró una disminución significativa de rendimiento en uno de los tres sitios, para la dosis más alta aplicada.

Por otro lado, Paino (2016), indica que fue posible obtener un 6% más de semillas con calibre superior cuando se fertiliza con boro, situación que puede ser estudiado en otros ensayos.



Conclusión

La aplicación de boro tiene efectos sobre las variables de rendimiento del girasol, si bien el mismo presentó efecto sobre algunas variables de crecimiento como altura de la planta y circunferencia del tallo y peso de 100 semillas. Y la misma no presenta interacción con el fertilizante aplicado.

Referencias bibliográficas

- AGAPA (Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía). (2012). Impacto del cambio climático en el trigo y el girasol en Andalucía: Medidas de adaptación. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/333117876>
- Balboa, G. R., Espósito, G. P. Castillo, C., & Balboa, R. (2010). Estrategias de fertilización con boro en girasol. En Actas del XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario Actas del XX Congreso de la Ciencia del Suelo. Recuperado de https://www.produccionvegetalunrc.org/images/fotos/149 ESTRATEGIAS%20DE%20FERTILIZACION%20CON%20BORO%20EN%20GIRASOL_CEREALES_2010_AACS_BALBOA%20G.R.pdf
- Caletti, M. J., & Vázquez Amábile, G. (2002). Evaluación del efecto de la fertilización con boro para híbridos de girasol en suelos Haplustoles Énticos de Gral. Pico, Departamento De Maraco, Prov. De La Pampa. *Rev Facultad de Agronomia*, 22 (1), 45-49.
- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas). (s.f.). Área de siembra, producción y rendimiento. Paraguay. Recuperado de <https://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>
- Díaz-Zorita, M. (2016). Importancia del fósforo en la nutrición mineral de girasol, Argentina. Recuperado de <http://www.fertilizando.com/articulos/Importancia%20del%20Fosforo%20en%20la%20Nutricion%20Mineral%20del%20Girasol.asp>
- Flores-Núñez, A. M. (2010). Influencia en seis híbridos de girasol *Helianthus annuus*, con aplicación de boro, su comportamiento agronómico y el rendimiento, en la granja experimental E.C.A.A. (Tesis de grado Ingeniería Agropecuaria). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador. 138 p. Recuperado de <https://es.slideshare.net/CasianoCarvajal/boro-en-girasol>



García Lamothe, A., & Quincke, J. A. (2012). Girasol: Respuesta a la aplicación foliar de boro en suelos del litoral suroeste de Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 16(1), 7-14. 15482012000100002&lng=es&tlng=es.

Paino, M. L. (2016). Influencia de la fertilización con boro en rendimiento, peso de mil y calibre de semillas de una línea progenitora de girasol (*Helianthus annuus* L.) híbrido (Trabajo final para optar al título de Especialista en Producción de Semillas de Cereales, Oleaginosas y Forrajeras). Recuperado de <https://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/19062/PAINO.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Pimentel-Gomes, F. (2009). *Curso de estadística experimental* (15 ed.) Piracicaba: FEALQ.

Souza, A., Olivera, M. F., & Castiglioni, V. B. R. (2004). O boro na cultura de girassol. *Semina: Ciências Agrárias*, 25, 27 - 34.

UTEPI (Unidad Técnica de Estudios para la Industria). (2008). Industria de los aceites vegetales. *Perfil Sectorial*, V. Recuperado de http://www.mic.gov.py/mic/w/industria/deei/pdf/Perfil_Sect/AceitesVegetales.pdf



Predicción del consumo de materia seca y ganancia de diaria de peso mediante el uso de dos modelos de nutricionales en toros terminados en confinamiento

Portillo, G.A.¹, Ocampos Olmedo, D.A.^{1*}, Paniagua Alcaraz, P.L.¹

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

*docamposolmedo@gmail.com

Introducción

El objetivo principal de un programa de nutrición es formular dietas que cubran las exigencias nutricionales del animal (Souza et al., 2018) a bajo precio ya que la alimentación puede superar el 70% del costo total de producción (Anderson et al., 2005); con lo que resulta necesario adoptar estrategias que mejoren la eficiencia alimentar de los bovinos y consecuentemente, la económica (Valadares Filho et al., 2005). En tal sentido, el uso de modelos nutricionales se convierte en una estrategia interesante pues permiten formular dietas más eficientes haciendo posible evaluarlas y corregirlas en caso de déficit o exceso de nutrientes y a la vez mejorar la comprensión de los procesos digestivos y la eficiencia de utilización de nutrientes (Souza 2006), pudiendo simular diferentes sistemas de producción (Tedeschi et al. 2004). De entre los modelos de nutrición más utilizados se destacan los modelos *National Research Council* (NRC, versión 2000) y *Large Ruminant Nutrition System* (LRNS, versión 1.0.33). Estos programas integran algoritmos de cálculos desarrollados en animales de razas taurinas criados en condiciones climáticas

distintas a los países de zonas tropicales y subtropicales (Ribeiro et al., 2012). Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar las precisiones y exactitudes de las estimaciones del CMS y la GDP de estos modelos en toros confinados en condiciones de clima subtropical del Paraguay.

Metodología

El estudio se realizó en un establecimiento situado en Santa Rosa del Aguaray, departamento de San Pedro, Paraguay (Latitud: 24° 01' 28" S, Longitud: 57° 0' 25" O) entre agosto y diciembre de 2018 con una duración de 114 días. Los datos climáticos durante la investigación fueron: temperatura media promedio de 23,28°C; precipitación total de 755 mm, humedad relativa promedio del 77% y velocidad del viento de 22,6 km/h. Se utilizaron 61 toros Brangus y 55 toros Brahman con pesos iniciales de 383,20 ± 10,39 kg y 348,45 ± 18,54 kg y edades promedio de 21 ± 3 meses. Los animales fueron sometidos a un periodo de acostumbamiento de 15 días a una dieta totalmente mezclada (TMR) formulada con una relación voluminoso-concentrado de 40:60 y posteriormente recibieron *ad libitum*.



Cuadro 1. Formulación y valores nutricionales calculados de la dieta.

Ingredientes (MS, kg)	LRNS (versión 1.0.33)	NRC (versión 2000)
Silaje de maíz	13,84	13,84
Silaje de <i>Urochloa brizantha</i>	25,26	25,26
Maíz grano húmedo	47,25	47,25
Burlanda de maíz	11,39	11,39
Urea	1,05	1,05
Núcleo mineral ⁽¹⁾	1,20	1,20
Total	100	100
Valores calculados		
Masa seca (MS, %)	49	49
Proteína bruta (PB, %)	13,23	13,23
Nutrientes digestibles totales (NDT, %)	78	75
Energía neta de mantenimiento (ENm, Mcal/kg)	1,89	1,79
Energía neta de ganancia (ENg, Mcal/kg)	1,25	1,16

⁽¹⁾ Niveles de garantía por kg: Ca: 240g; P: 18g; Vit. A: 140.000 UI; D3: 30.000 UI y E: 120 UI.

Los animales se pesaron al inicio y final del confinamiento con ayunos de 14 horas. Las duraciones del confinamiento fueron de 108 días (Brangus) y 114 días (Brahman). El CMS observado se determinó de la cantidad total de alimentos consumidos durante el ensayo, con esto se determinó el CMS con relación al peso vivo de los animales de cada corral y de allí el consumo individual y posteriormente se simularon en los modelos nutricionales. La GDP se calculó mediante las diferencias de pesos iniciales y finales de los animales divididos por la duración del confinamiento. Se utilizó el diseño completamente al azar y los análisis fueron mediante la prueba *t* de Student al 5% de probabilidad de error, considerando la precisión (r^2_{aj}) entre los valores observados y pronosticados (Neter et al., 1996) y la exactitud de las estimaciones (C_b) conforme a Lin (1989).

La hipótesis planteada fue conforme a Dent y Blackie (1979) en que los valores observados y predichos deberían ser estadísticamente similares si el intercepto (α) y la inclinación (β) son iguales a 0 y 1 respectivamente ($\alpha=1$ y $\beta=0$). Los análisis se realizaron con el programa *Model Evaluation System* (MES, versión 3.1.17) (Tedeschi 2006).

Resultados y discusión

Los valores del α y la β fueron similares a 0 y 1, respectivamente (Cuadro 2; $P>0,05$) demostrando que los modelos evaluados estiman correctamente el CMS en la raza Brangus, donde el modelo NRC (versión 2000) presentó alta precisión y exactitud con relación a los valores observados, así también el LRNS (versión 1.0.33) se mostró altamente preciso pero con mediana exactitud.



No obstante para la raza la Brahman, los sistemas fueron ineficientes con subestimaciones del 3,08% (NRC, versión 2000) y del 6,16% (LRNS, versión 1.0.33).

Cuadro 2. Consumos de materia seca promedios observados y estimados por los sistemas nutricionales LRNS (versión 1.0.33) y NRC (versión 2000).

		Raza Brangus (CMS, kg/d)			Análisis de regresión			
Modelos	Nº	Mínimo	Promedio	Máximo	α	β	r^2_{aj} (%)	Cb (%)
Observado	61	8,54	9,14 ± 0,22	9,47	-	-	-	-
LRNS (v. 1.0.33)	61	8,33	8,86 ± 0,20	9,15	-0,09 ± 0,38	1,04 ± 0,04	90,63	53,92
NRC (v. 2000)	61	8,50	9,00 ± 0,20	9,30	-0,52 ± 0,36	1,07 ± 0,04	91,27	80,06
		Raza Brahman (CMS, kg/d)			Análisis de regresión			
Modelos	Nº	Mínimo	Promedio	Máximo	α	β	r^2_{aj} (%)	Cb (%)
Observado	55	8,34	8,77 ± 0,27	9,23	-	-	-	-
LRNS (v. 1.0.33)	55	7,69	8,23 ± 0,20	8,73	3,30 ± 0,57*	0,66 ± 0,07*	63,06	37,84
NRC (v. 2000)	55	7,83	8,39 ± 0,34	8,91	3,31 ± 0,56*	0,65 ± 0,07*	63,78	54,77

Nº: número de animales utilizados, α : intercepto, β : inclinación, r^2_{aj} : precisión, (*) Difieren estadísticamente de los valores observados ($P < 0,05$). Cb: exactitud.

Aunque ambos modelos utilicen el mismo mecanismo de cálculo del CMS y que en sí se presenten precisos, el modelo NRC (versión 2000) fue 26,14 (Brangus) y 16,93 (Brahman) puntos porcentuales más exacto que el otro modelo con relación a los CMS observados. Esto es por la diferencia existente en el contenido estimado de ENm de la dieta (Cuadro 1) lo que causó que los CMS estimados por el modelo LRNS (versión 1.0.33) fueran menos aproximados a los CMS observados ya que el algoritmo de cálculo del CMS incrementa el valor estimado paralelamente al contenido de ENm de la dieta hasta un nivel máximo de 1,58 Mcal/kg y a partir de este límite decrece y cuanto mayor sea dicho valor por encima del límite mencionado, mayor será la disminución (NRC 1996). Con respecto

a la ineficiencia estimativa en la raza Brahman puede deberse a que la ecuación fue desarrollada en EE UU en condiciones climáticas distintas de las zonas tropicales utilizándose mayoritariamente animales *Bos taurus* (Ribeiro et al. 2012) por lo que sería más eficiente en animales taurinos (Azevêdo et al. 2016) y mestizos (Machado Neto 2008), como se constató en la raza Brangus. Rezende et al. (2011) también demostraron que los modelos NRC (versión 2000) y *Cornell Net of Carbohydrate and Protein System* (CNCPS, versión 5.0) estiman correctamente el CMS en novillos mestizos (Holandes x Cebu) terminados en confinamiento. También Ferreira (2019) demostró el mismo efecto con el modelo NRC (versión 2000) en toros Senepol terminados en confinamiento.



Cuadro 3. Ganancias diarias de peso promedios observados y estimados por los sistemas nutricionales LRNS (versión 1.0.33) y NRC (versión 2000).

		Raza Brangus (GDP, kg/d)			Análisis de regresión			
Modelos	Nº	Mínimo	Promedio	Máximo	α	β	r^2_{aj} (%)	Cb (%)
Observado	61	1,24	1,37 ± 0,07	1,49	-	-	-	-
LRNS (v. 1.0.33)	61	1,26	1,37 ± 0,07	1,53	-0,10 ± 0,06	1,07 ± 0,04	92,77	99,37
NRC (v. 2000)	61	1,13	1,21 ± 0,05	1,31	-0,27 ± 0,09*	1,35 ± 0,08*	82,71	22,29
		Raza Brahman (GDP, kg/d)			Análisis de regresión			
Modelos	Nº	Mínimo	Promedio	Máximo	α	β	r^2_{aj} (%)	Cb (%)
Observado	55	1,22	1,40 ± 0,06	1,48	-	-	-	-
LRNS (v. 1.0.33)	55	1,30	1,42 ± 0,06	1,51	0,13 ± 0,08	0,66 ± 0,07	83,15	91,24
NRC (v. 2000)	55	1,19	1,28 ± 0,06	1,37	0,31 ± 0,09*	0,85 ± 0,07*	63,78	54,78

Nº: número de animales utilizados, α : intercepto, β : inclinación, r^2_{aj} : precisión, (*) Difieren estadísticamente de los valores observados ($P < 0,05$). Cb: exactitud.

Los valores de los α e β demuestran que el modelo LRNS (versión 1.0.33) estimó correctamente la GDP (Cuadro 3; $P > 0,05$) con alta precisión y exactitud en ambas razas. Sin embargo, el modelo NRC (versión 2000) se mostró preciso, pero inexacto con subestimaciones del 11,68% (Brangus) y 8,57% (Brahman), siendo ineficiente para estimar esta variable, efecto atribuible a que los cálculos del requerimiento total de ENm de este modelo fueron en media 3,39% (Brangus) y 2,31% (Brahman) mayores en comparación al modelo LRNS (versión 1.0.33) y sumado a esto, el menor contenido de ENm estimado de la dieta (Cuadro 1), hizo que utilice gran parte de la energía disponible en la dieta para computar el requerimiento de ENm de los animales, reduciendo la disponibilidad de ENG lo que pudo causar las subestimaciones observadas en este estudio. Gesualdi Júnior et al. (2005)

también demostraron que el modelo NRC (versión 2000) es ineficiente para estimar la GDP en toros Nelore terminados en confinamiento. En cuanto al modelo LRNS (versión 1.0.33), Mayberry et al. (2014) demostraron que este sistema es eficiente para estimar la GDP en toros Ongolés (*Bos indicus*) terminados en confinamiento. Así también Chingala (2018) demostró mismo efecto al evaluar la GDP en novillos de Malawi-África (*Bos indicus*) terminados en confinamiento.

Conclusión

Los modelos nutricionales fueron eficientes en la estimación del CMS en toros Brangus, mostrándose como mejor predictor el modelo NRC (versión 2000); mientras que para la raza Brahman se requiere más estudios a fin de obtener resultados más satisfactorios.



En cuanto a la estimación de la GDP, el modelo LRNS (versión 1.0.33) se mostró como mejor estimador con alta precisión y exactitud; mientras que el modelo NRC (versión 2000) fue ineficiente en esta variable, con subestimaciones del 11,68% (Brangus) y 8,57% (Brahman).

Referencias bibliográficas

- Anderson, R. V., Rasby, R. J., Klopfenstein, T. J., & Clark, R. T. (2005). An evaluation of production and economic efficiency of two beef systems from calving to slaughter. *Journal of Animal Science*, 83: pp.694–704. Recuperado de: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/83/3/694/4790795>
- Azevêdo, J. A. G., Valadares Filho, S. C., Costa e Silva, L. F., Dos Santos, A. B., Souza, L. L.,... & Do Prado, I. N. (2016). *Regulação e predição de consumo de matéria seca*. Recuperado de: <https://v3.brcorte.com.br/bundles/junglebrcorte2/book2016/br/c2.pdf>
- Chingala, G. (2018). *Beef production and quality of Malawi Zebu steers fed diets containing rangeland-based protein sources under feedlot conditions*. Tesis Doctoral. Faculty of AgriSciences at Stellenbosch University, 200p.
- Dent, J. B., Blackie, M. J. (1979). *Systems Simulation in Agriculture*. Applied Science, London. Elsevier Applied Science, 180p.
- Ferreira, M. A. S. (2019). *Consumo observado e predito pelos sistemas nutricionais em bovinos de corte confinados*. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Uberlândia. Recuperado de: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/24175>
- Gesuáldi Júnior, A.; Queiroz, A. C.; Resende, F. D. Lana, R., de Souza Gesuáldi,... & de Figueiredo, L. (2005). Validação dos sistemas Viçosa, CNCPS e NRC para formulação de dietas para bovinos Nelore e Caracu, não-castrados, selecionados em condições brasileiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(3): pp.997-1005.
- Lin, L. I. K. (1989). A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*. 45: pp.255-268.
- Machado Neto, O. R. (2008). *Consumo, desempenho e características de carcaça de novilhos Nelore e Red Norte terminados em confinamento e avaliação de sistemas de exigências nutricionais*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras. Recuperado de: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/3521>
- Mayberry, D. E., Syahniar, T. M., Antari, R., Ningrum, G. P.,... & Poppi, D. P. (2014). Predicting feed intake and liveweight gain of Ongole (*Bos indicus*) cattle in Indonesia. *Animal Production Science*, 54: pp.2089–2096.



- Neter, J., Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Wasserman, W. (1996). *Applied Linear Statistical Models*. 1.ed. McGraw-Hill, Boston. Recuperado de: <https://mysite.science.uottawa.ca/rkulik/mat3378/mat3378-textbook.pdf>
- NRC (National Research Council). (1996). *Nutrient requirements of beef cattle*. 7th ed. Nutrient requirements of domestic animals. National Academy Press, Washington, DC.
- Rezende, P. L. P., Neto, M. D. F., Restle, J., Fernandes, J. J. R., Pádua, J. T., & Queiroz, G. A. B. (2011). Validação de modelos matemáticos para predição de consumo voluntário e ganho em peso de bovinos. *Arquivo de Zootecnia*, 60(232): pp.921-930.
- Ribeiro, J. S.; Ladeira, M. M.; Machado Neto, O. R.; Campos, F. R. (2012). Consumo alimentar e sua predição pelos sistemas NRC, CNCPS e BR-CORTE, para tourinhos zebuínos confinados. *Revista Ciência Agronômica*, 43(4): pp.802-810.
- Souza, H. M. (2006). *Modelagem matemática e proposta de resolução do Problema da dieta alimentar para gado bovino de Corte*. Recuperado de: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:yMnhcbkuJLwJ:https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/publicacao/1894.pdf+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=py>
- Souza, R. A., Tempelman, R. J., Allen, M. S., Weiss, W. P., Bernard, J. K., & Vande Haar, M. J. (2018). Predicting nutrient digestibility in high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 101: pp.1123–1135.
- Tedeschi, L. O. (2006). Assessment of the adequacy of mathematical models. *Agricultural Systems*, 89(02/03): 225-247. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X05002568?via%3Dihub>
- Tedeschi, L. O.; Fox, D. G.; & Guirouy, P. J. (2004). A decision support system to improve individual cattle management. 1. *A mechanistic, dynamic model for animal growth*. *Agricultural Systems*, 79: pp.171-204.
- Valadares Filho, S. C., Paulino P. V. R., & Sainz, R. D. (2005). *Desafios metodológicos para determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil*. In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia. Anais, Sociedade Brasileira de Zootecnia. pp.261-287.



Evolución del peso vivo y características morfológicas de terneros tres biotipos bovinos de carne (Brahman, Nelore y Criollo) desde el nacimiento hasta el destete mantenidos sobre pastizal nativo. Py

Ocampos Olmedo, D.A.^{1*}, Paniagua Alcaraz, P.L.¹, Alonzo Griffith, L.A.¹, Velázquez Rojas, J.T.¹

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

*docamposr@agr.una.py

Introducción

El crecimiento del animal está frecuentemente asociado al aumento de peso en función del tiempo, casi de manera exclusiva. Sin embargo, la evolución del aumento de peso vivo a lo largo de la vida de un animal es un fenómeno complejo que depende del genotipo del animal y de factores ambientales como la alimentación, el manejo, el estado de salud y efectos climatológicos, factores que tienen mayor impacto en las épocas iniciales del crecimiento (Sánchez, 2013).

Existen otros parámetros, como medidas o características morfológicas, que permitirían determinar, además, el grado de adecuación al manejo y la alimentación empleados para ver la potencialidad genética del rebaño bovino por medio de tales condiciones ambientales.

Es fundamental establecer estrategias para la correcta estimación del crecimiento potencial y contrastarla con el desarrollo real en el campo, con alimentos de baja calidad nutricional (PB, FDN bajos y poca concentración de minerales) y sin suplementos extra finca. En este sentido, el propósito de la investigación fue relacionar aspectos morfológicos medibles como el perímetro torácico, la altura de la grupa y el peso de los terneros al nacimiento y al destete de tres biotipos raciales: Brahman, Nelore y Criollo (*Bos taurus* adaptado).

Metodología

El presente trabajo de investigación fue realizado en el Campo Experimental Barrerito, perteneciente al Instituto Paraguayo de Tecnología Agropecuaria. El periodo experimental abarcó desde el mes de agosto de 2017 a enero de 2018. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar (DCA), con arreglo factorial de en el cual el factor A fue el biotipo racial: Brahman, Nelore y Criollo, y el factor B la época de nacimiento: cabecera (segunda quincena de 09/17), media (10/17) y cola (11/17). Fueron seleccionados 220 terneros, desde el nacimiento (año 2017) con peso promedio 30 ± 5 kg de peso vivo, hasta el desmamentamiento (7 meses de edad) en el periodo comprendido desde abril a mayo de 2018, con peso promedio de 130 ± 5 kg de peso vivo. Del total de animales seleccionados 131 terneros pertenecen al biotipo Brahman, 16 terneros a la raza Nelore y 73 terneros pertenecen al biotipo Criollo. Se buscó analizar el total de terneros lactantes provenientes de madres multíparas mayor a 2 partos del plantel general del establecimiento. Cada ternero lactante fue considerado como una unidad experimental, el grupo en su totalidad fue manejado en sistemas de producción sobre pastizal natural, con una suplementación mineral mínima necesaria.



Durante todo el periodo de experimentación los terneros estuvieron al pie de la madre desde el nacimiento hasta el destete. Los parámetros evaluados fueron peso vivo al nacimiento (PN), peso vivo al destete ajustado a los 205 días (PD), perímetro torácico al nacimiento (PTN), perímetro torácico al destete (PTD), altura de grupa al nacimiento (AGN), altura de grupa al destete (AGD).

El peso corporal se obtuvo con básculas disponibles en la finca, las cuales eran calibradas antes de comenzar el pesaje y en forma posterior al pesaje de 25 animales. Las mediciones de perímetro torácico fueron registradas de acuerdo al valor obtenido de la circunferencia de pecho, pasando una cinta métrica flexible inmediatamente después de la cruz detrás de la escápula, y la altura de grupa fue medida en centímetros entre la cabeza del fémur y el suelo.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un Análisis de Varianza con un nivel de

95% de confiabilidad para cada parámetro evaluado. Al presentarse diferencias significativas en la interacción de factores los resultados en el análisis de varianza, debido a que el efecto de los biotipos en las variables independientes evaluadas no se manifestaron similares en todos los periodos de nacimiento. Por lo cual el efecto del biotipo fue analizado para cada época de parición y comparados mediante el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Se presentan los promedios de peso al nacimiento (PN), perímetro torácico (PTN) y altura de la grupa (AGN) ajustados al nacimiento (Cuadro 2), por biotipo y época de parición (cabecera, media, cola). El mismo presentó interacciones para cada una de las variables evaluadas por lo cual el análisis se realizó evaluando cada biotipo por época de parición. Los valores de p correspondientes a la interacción fueron de <0,043 para PTN, <0,03 para AGN y de <0,049 para PN.

Cuadro 1. Desvío estándar y valores promedios de Perímetro torácico (PTN), Altura de grupa (AGN) y Peso (PN) de terneros de los biotipos raciales Brahman, Nelore y Criollo al nacimiento, distribuidos en épocas de parición.

Biotipo	Nº	Cabecera								
		PTN (cm)	DS	p-valor	AGN (cm)	DS	p-valor	PN (kg)	DS	p-valor
Brahman	91	51,43 ^b	1,38	<0,0001	77,98 ^a	0,51	0,0461	35,97 ^{*n/s}	0,60	0,065
Nelore	7	75,26 ^a	4,96		73,67 ^b	1,84		31,59	2,18	
Criollo	62	76,54 ^a	1,67		76,83 ^a	0,62		34,41	0,73	
		Media								
Brahman	4	73,28 ^{*n/s}	6,48	0,1583	88,31 ^a	4,17	0,0294	34,19 ^{*n/s}	6,58	0,3677
Nelore	4	80,59	6,48		72,67 ^b	4,82		34,89	6,58	
Criollo	10	88,50	4,10		88,89 ^a	2,64		43,67	4,16	
		Cola								
Brahman	36	70,59 ^{*n/s}	1,25	0,4219	85,45 ^a	0,82	<0,0001	39,81 ^a	1,08	0,0357
Nelore	5	74,87	3,34		72,20 ^b	2,21		31,54 ^b	2,89	
Criollo	1	75,40	7,48		77,87 ^b	4,95		37,13 ^b	6,46	

*n/s= no significativo. (a,b) Medias con una letra común en las columnas no son significativamente diferentes ($P < 0,05$), DS= desvío estándar.



El perímetro torácico al nacimiento (PTN) no presentó diferencias significativas entre los biotipos evaluados en los grupos de parición agrupados por época tanto en media como en la cola de parición. Sin embargo, se presentaron diferencias significativas entre los biotipos evaluados en el grupo de parición clasificado como cabecera, donde los biotipos Nelore y Criollo se manifestaron superiores al biotipo Brahman con valores superiores de 46,33% del Nelore en relación al Brahman y de 48,82% superior del criollo en relación al Brahman.

Los resultados obtenidos se relacionan a los mencionados por (Castillo & Navarro, 1993), quienes no observaron diferencias estadísticas del perímetro torácico al nacimiento en terneros de distintos biotipos raciales. Los mismos autores reportaron que el perímetro torácico se ubicó entre 70 y 88 cm en promedio, coincidiendo con los resultados obtenidos en este estudio que (75 ± 9 cm).

Por el contrario, según la evaluación realizada por Heinrichs (2007), la época de parición tuvo un efecto sobre el perímetro torácico de los terneros, siendo superior para los nacidos al final de la época de verano y principios de otoño que, en las posteriores épocas, se interpretaría como un efecto favorable para los animales del bloque cabecera del presente estudio, no obstante al evaluar el promedio eso no fue observado en nuestro estudio.

Con respecto a la altura de grupa al nacimiento (AGN), se observaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) presentando superioridad del biotipo Brahman en cabecera y cola un rango variable de 77,98 a 85,45 para cabecera y cola de parición. El biotipo Nelore se ubicó segundo en todas las épocas de parición con una variación de 72,2 a 73,67 cm. para cola y cabecera de parición respectivamente. El biotipo criollo demostró un AGM superior solo en la media de parición con 88,99 cm. de AGN.

Madeira et al. (2018), mencionan que también observaron diferencias estadísticas en la estructura corporal al nacimiento tanto en el perímetro torácico como en la altura de grupa. Con respecto al peso vivo al nacimiento (PN), no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados en cabecera y media de parición, presentando una media general de $35,9 \pm 3$ kg. Se presentaron diferencias en la cola de parición con un PN superior del Brahman en relación a los otros dos biotipos evaluados.

Se presentan las medias y desvío estándar sobre interacciones de las medidas morfológicas de terneros al destete ajustado a los 205 días (Cuadro 3), a partir de 9 tratamientos constituidos en biotipo y época de parición.



Cuadro 2. Desvío estándar y valores promedios de Perímetro torácico (PTD), Altura de grupa (AGD) y Peso (PD) de terneros de los biotipos raciales Brahman, Nelore y Criollo al destete ajustado a los 205 días, distribuidos en épocas de parición.

Biotipo	Nº	Cabecera							
		PTD (cm)	DS	p-valor	AGD (cm)	DS	p-valor	PD (kg)	DS
Brahman	91	125,54 ^b	1,23	0,0073	106,81 ^b	0,90	<0,0001	128,28 ^b	2,85
Nelore	7	136,83 ^a	4,42		159,35 ^a	3,23		167,77 ^a	10,2
Criollo	62	130,19 ^{ab}	1,49		109,31 ^b	1,08		153,78 ^a	3,45
		Media							
Brahman	4	129,39 ^{n/s}	6,12	0,4527	106,17 ^b	4,40	<0,0001	126,35 ^{n/s}	17,9
Nelore	4	139,24	6,12		147,64 ^a	4,40		164,36	17,9
Criollo	10	130,75	3,87		107,00 ^b	2,78		159,52	11,3
		Cola							
Brahman	36	115,18 ^b	2,04	<0,0001	98,68 ^b	3,17	0,0006	94,32 ^b	3,92
Nelore	5	170,70 ^a	5,47		136,94 ^a	8,51		188,87 ^a	10,5
Criollo	1	135,14 ^b	12,3		113,27 ^a	19,3		157,14 ^a	23,5

^{n/s}= no significativo.

(a,b) Medias con una letra común en las columnas no son significativamente diferentes ($P < 0,05$), DS= desvío estándar.

Los resultados obtenidos indican que el perímetro torácico varió significativamente entre las épocas de parición cabecera y cola, indicando que el biotipo Nelore fue superior estadísticamente a los demás biotipos, con un 20,71% promedio superior al biotipo Brahman y 12,80% promedio superior al biotipo Criollo. A medida que el animal avanza en edad se ve afectado por factores ambientales capaces de acelerar o disminuir su crecimiento y desarrollo, lo que podría afectar las medidas de animales de la misma edad e incluso genética (Utrera, 2007). En contraparte, no se presentaron diferencias en los biotipos en la época de parición correspondiente a la media

La evaluación AGD obtuvo diferencias estadísticas en las tres épocas de parición, posicionando al Nelore como el biotipo

con más altura, que superó en 42,44% del Brahman y al Criollo en las épocas cabecera y media de parición. Por otra parte el Criollo se mostró similar al Nelore en la cola de parición y ambos superiores al Criollo. Los resultados obtenidos por Martínez et al. (1998), coinciden en que la altura de grupa presentó discrepancias entre biotipos y varió en un 5% en contraparte con este estudio donde las variaciones se dieron en un rango de 3,4 a 7,6% entre las épocas de parición.

En cuanto al PD, ajustado a los 205 días, registraron diferencias significativas para los biotipos evaluados en las épocas de parición cabecera y cola, obteniendo superioridad el biotipo Nelore en un 49,3% con respecto al Brahman y 10,74% con



respecto al biotipo Criollo, este último a su vez fue superior al biotipo Brahman en un 34,82 %, probablemente esto es debido a que el biotipo Nelore se constituye como raza pura en los registros utilizados y un programa de selección relativamente consolidado, donde Barcellos (2008) explica que, a medida que aumenta la sangre cebuína aumentan los porcentajes de peso vivo de los animales. Sin embargo, en la época de parición media no se registró diferencias estadísticas significativas en los biotipos estudiados manteniendo una promedio de 150,07 kg con un DS elevado en relación a los DS observados en las demás épocas de parición. Todos estos resultados coinciden con lo mencionado por Mahecha et al. (2002) los cuales encontraron un incremento rápido en las medidas morfológicas en bovinos en sus primeras etapas de vida.

Conclusión

En las condiciones en las que fue realizado el presente experimento los PN del biotipo Brahman se mostraron superiores solo en la cola de parición no así en las demás épocas en las cuales no se encontraron diferencias estadísticas.

Los PD del biotipo Nelore se mostraron con una ganancia promedio superior en un 69,3% observados en el biotipo Brahman y en un 23,1% a lo observado en el biotipo Criollo para los animales nacidos en cabecera y cola de parición, para los nacidos en media de parición no se presentaron diferencias estadísticas

Al evaluar PTD el Nelore se mostró superior a los demás biotipos en la Cabecera y cola de parición de igual forma la AGD fue superior para el biotipo Nelore en todos los periodos de nacimiento evaluados.

Referencias bibliográficas

- Barcellos, J. (2008). Frame y crecimiento animal: Manejo en función al objetivo del ganadero. Congreso Internacional de la carne bovina. Universidad de Rio Grande do Sul, Brasil. Consultado el 03 de marzo de 2020. Disponible en julio.barcellos@ufrgs.br
- Castillo, H & Navarro, R. (1993). Análisis genético del cociente de producción de leche/perímetro torácico como indicador indirecto de la eficiencia en bovinos Holstein fresian. (En línea). Consultado el 9 de marzo de 2020. Disponible en <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-227536>
- Heinrichs, A. (2007). Nutrición para optimizar la salud y el rendimiento de las terneras de recría. (En línea). Consultado el 5 de marzo de 2020. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/38-07CAP_VII.pdf
- Madeira, E.; Zumbarda, R.; Tavares, P.; Albandes, T.; Duarte, G.; Augusti, A. (2018). Diferentes estruturas corporais na produtividade efetiva de vacas primíparas aos 24 meses de idade. *Seminário: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 39, n. 5, pp. 2093-2102.



Mahecha, L.; Angulo, J.; Manrique (2002). Predicción del peso vivo a través del perímetro torácico en la raza bobina Lucerna. *Rev Col Cienc Pec* Vol. 15: 1, 2002, pp. 81-91.

Martinez, G.; Petrocinio, C.; Herrera D. (1998). Factores que afectan el peso al destete em um rebaño de bovinos de carne. *Revista Fac. Agr.* 15, pp. 266-277

Sánchez, F. (2013). *Crecimiento y Desarrollo*. Universidad Nacional de la Provincia de Buenos Aires.

Utrera, A; Martínez, G; Tsuruta, S; Bertrand, J; Vega, V; Montañó, M. (2007). Estimadores de parámetros genéticos para características de crecimiento de ganado Charolais mexicano. *Técnica Pecuaria en México*, vol. 45, núm. 2, mayo-agosto, 2007, pp. 121-130.



Efecto de los intervalos de corte crecientes sobre el desempeño productivo y la variación en el contenido de carbón aéreo y en el suelo en un pastizal nativo en el Departamento de Alto Paraguay. Py

Ocampos Olmedo, D.A.^{1*}, Paniagua Alcaraz, P.L.¹,
Alonzo Griffith, L.A.¹

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

*docampos@agr.una.py

Introducción

En todo ecosistema existe un flujo o movimiento de nutrientes en los diferentes estratos del ecosistema de pastizal (suelo-planta-animal-atmósfera). La disponibilidad de estos nutrientes está en función de las alteraciones moleculares a las que son expuestos con la finalidad de ser utilizados por la microbiota del suelo, especies vegetales y animales que consumen el pastizal (Dubeux Júnior et al., 2006).

Muchos estudios indican que los sistemas de terminación o engorde a diferencia de los sistemas de cría y recría de ganado vacuno, tienen menos emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por kilogramo de peso en la canal, debido a que los sistemas tanto de cría como recría generalmente se realizan, sobre pastizales y por lo tanto tienen mayores emisiones de metano entérico (CH_4), debido a los microorganismos que realizan la fermentación dentro del rumen, atribuido a una dieta con mayor contenido de fibra y a los relativamente largos periodos de terminación de los animales, sumados a los menores pesos promedios de la carcasa (Capper, 2012; Desjardins et al., 2012; Lupo et al., 2013; Pelletier et al., 2010; Stackhouse-Lawson et al., 2012; Swain et al., 2018). Sin embargo, como se señaló en párrafos precedentes, muchos de estos

estudios no consideraron el potencial de secuestro de carbono dentro del ciclo total del carbono, que incluye a la forrajera, al animal (sus deyecciones) y el suelo, sobre todo en pastizales bien manejados. A todo esto, se debe agregar que las emisiones de animales terminados en confinamiento pueden ser subestimadas debido a la falta de representación de cambios en el suelo durante la producción de alimento, tampoco contabilizamos la erosión de suelo producto de la actividades agrícolas, que se produce hasta con prácticas conservacionistas (Janzen, 2011). La materia orgánica del suelo (MOS) contiene el 40–75% del C del suelo, por lo cual la erosión constituye una importante pérdida de fertilidad del suelo y capacidad de retención de agua, pudiendo contribuir al incremento de las emisiones de GEI.

Teniendo en cuenta la variabilidad en las estrategias de pastoreo empleadas y las brechas de investigación en la dinámica de C del suelo, el objetivo del presente estudio fue evaluar el ciclo de carbono en ecosistemas de pastizal, así como el contenido de Carbono en los suelos en la zona del pantanal paraguayo de modo a estimar su capacidad como sumideros de Carbono y asociar el ciclo de crecimiento de consumo y rebrote a los animales mantenidos sobre dichos pastizales



Metodología

La investigación se desarrolló en la Región Occidental (Chaco Paraguayo), Departamento de Alto Paraguay, en la propiedad *La Marianna* de Agropecuaria Riacho Periquito, cuyas coordenadas geográficas son latitud 21° 1' 29,85" S y longitud 58° 17' 38,55" O. El periodo de colecta de muestras de suelo se extendió

desde el 21 de diciembre del 2019 hasta el 12 de febrero del 2020 y luego los datos fueron ajustados para totalizar 365 días de evaluación.

En la Figura 1 se presentan los datos promedios de precipitación y temperatura desde el inicio del periodo de evaluación (dic 2018) hasta su término (marzo, 2020).

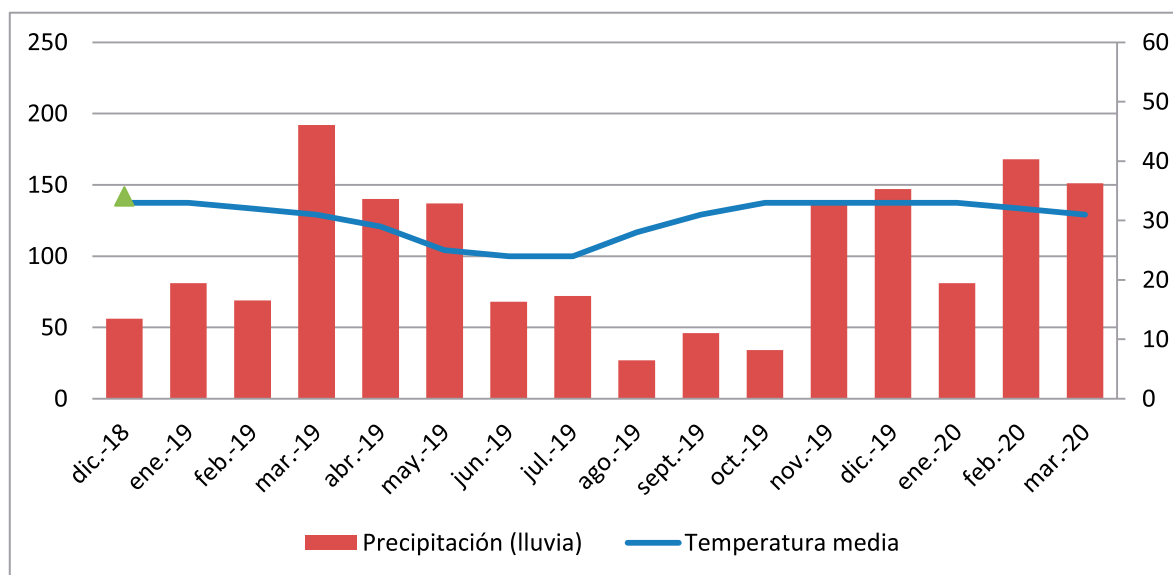


Figura 1. Variación de Temperatura y precipitación a lo largo de la evaluación 2018-2020

El suelo de acuerdo a perforaciones y análisis realizados en las áreas de estudio correspondió a suelos en general de una coloración marrón oscura y de textura franco arenoso con una consistencia dura. Relativamente escaso contenido de materia orgánica al momento de la toma de muestras. Topografía de manera general muy plana. Las evaluaciones de suelo, productividad forrajera de la vegetación fueron realizadas en 4 sitios agroecológicos diferenciados del pastizal nativo de la propiedad. En cada sitio fue instalada una jaula de exclusión de 8*8 metros

ubicándose en su interior los tratamientos correspondientes a tres intervalos de corte (35, 70 y 105 días) en subparcelas de 4 m² distribuidos aleatoriamente en cada jaula de exclusión. Estos tratamientos se ajustaron a un esquema factorial de 3x4 con 12 repeticiones, el factor A se refiere a los intervalos de corte y el factor B está asociado a las estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno).

Fueron evaluadas las siguientes variables: **Producción de materia seca por estación.** En cada momento de evaluación (sitio



agroecológico, Época del año e intervalo de corte y) fueron determinada la Producción de Materia Verde, mediante el uso de un cuadro de un metro cuadrado colocada en cada unidad experimental (subparcela), todo el material incluido en el cuadro fue cosechado y pesado con una balanza electrónica con 10 g de precisión, con una altura de residuo de 10 cm. El peso obtenido fue extrapolado a una ha, del total del material cosechado se extrajo una muestra de 300 gr aproximadamente las mismas fueron introducidas a estufa de aire forzado a 65 °C por 72 h o hasta que se obtuvieron un peso final constante.

Una vez obtenido el peso seco de la muestra las muestras se determinaron el porcentaje de MS de cada unidad experimental que multiplicado por la producción de MV ha⁻¹ represento el rendimiento forrajero en kg MS ha⁻¹. La suma de la producción de materia seca de cada estación se obtuvo por medio de la interpolación de datos, para de este modo ajustar el rendimiento real de cada frecuencia en las estaciones del año, determinándose así la producción de materia seca por estación.

Para estimar el stock de carbono en la pradera, se utilizará la siguiente ecuación (Deng et al. 2014): $C_v = B * C_f$ Dónde: C_v es el stock de carbono en la vegetación (kg/ha), B es la biomasa de la vegetación (kg ha⁻¹), y C_f es el coeficiente de la biomasa de la planta. Se utilizará 0,45 como el coeficiente de carbono de la biomasa vegetal para estimar el stock de carbono de la vegetación.

La concentración de carbono fue tomada en base a lo establecido por Yerena et al. (2011) **ajustándose** a un 43% del contenido de materia seca, como protocolo de seguridad.

Esta relación fue empleada tanto para el cálculo de carbono en biomasa radicular como para la biomasa aérea (Etchevers et al., 2005).

Muestras de suelo y raíces: Las muestras de suelo se realizaron el 17 -18 mayo y el 22-23 agosto del 2019 y febrero a marzo 2020, para determinar los parámetros del suelo en momentos de baja y alta precipitación. Asociado a cada jaula de exclusión fueron realizadas dos calicatas en lo que se denominó áreas representativas del pastizal nativo obteniéndose muestras de suelo a diferentes profundidades (totalizaron 8 calicatas).

Las calicatas fueron realizadas en dos periodos del año, una en la estación seca y otra en la transición inmediatamente posterior a la estación lluviosa, al momento que el suelo lo permitió. Estas calicatas fueron de 1 m² de superficie*1 m. de profundidad de modo a permitir tomar muestras de hasta 80 cm de profundidad con relativa comodidad, las profundidades muestreadas fueron de 0-5; 5 a 10; 11-15; 16-20; 21-40; 41-80 cm, totalizando así 5 muestras por camada a 6 niveles de profundidad por cada calicata correspondiendo dos calicatas a cada área fisiográfica (60 muestras por cada calicata).

En dichas calicatas fueron extraídas muestras de suelo con ayuda de un anillo de aluminio para la determinación de densidad a profundidades a 0-5, 5-10, 11-15, 16-20, 21-40, y 41 a 80 cm de profundidad. Con las muestras de suelo extraídas en los cilindros se procedió a obtener un valor promedio de la densidad del suelo, la misma se aplica para el cálculo de la cantidad de carbono en kg/ha y/o en ton/ha.



La determinación del carbono orgánico se realizó por la metodología propuesta por Walkley y Black, (1934), que consiste en la oxidación del carbono con dicromato de potasio, utilizando ácido sulfúrico como catalizador y titulación con sulfato ferroso heptahidratado, utilizando ortophenantrolina como indicador en el Laboratorio de suelos de la Empresa Timac Agro (Alto Paraná). El contenido de carbono acumulado en suelo se determinó mediante la adaptación de lo establecido por Burrman et al (2004).

Para la determinación del carbono contenido en raíces asociado a cada intervalo de corte a lo largo del año, fueron aisladas áreas de 4*4 m. en zonas contiguas (radio de 300 mts en relación a los puntos de ubicación de las jaulas) a las jaulas de exclusión colectándose una muestra de suelo equivalente al intervalo de corte evaluado en las jaulas de exclusión con la ayuda de un tomador de muestras acanalado de aluminio preparado para la toma de muestras inalteradas de hasta 1,20 m. Las profundidades muestreadas fueron de 0-5; 5 a 10; 11-15; 16-20; 21-40; 41-80 cm, totalizando 3 puntos de extracción en un área de 1 m² del área total excluidas de 4 m².

Las raíces colectadas fueron lavadas y separadas del suelo mediante tamices con malla de 1 mm; luego se llevaron a estufa de 65 °C hasta alcanzar peso constante para determinar la Materia Seca (MS).

Las raíces gruesas y finas distinguibles a simple vista fueron separadas manualmente; las más finas hasta 1 mm fueron separadas por tamices (Etchevers et al., 2005), y las raíces de > 1 mm se excluyeron por no diferenciarse de hojas o de MO del suelo. El contenido de carbono acumulado en la biomasa de raíces se obtuvo al calcular la MS del total de raíces de cada estrato del suelo y multiplicar el contenido por 0,43 (Etchevers et al.,2005).

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se observan las producciones forrajeras acumuladas por estación del año, para cada intervalo de corte, donde se detalla que el incremental del menor intervalo de corte (35 días) fue un 32% superior al mayor intervalo de corte evaluado (105 días) y un 25% superior al intervalo de corte de 70 días.

Cuadro 1. Promedios de producción de materia seca acumulada por estación y por año (kg MS ha⁻¹) del pastizal nativo para los tres intervalos de corte (35, 70 y 105 días) evaluados. Pantanal-Chaco Paraguayo. 2018-2019.

Intervalo	Otoño kg MS ha ⁻¹	Invierno kg MS ha ⁻¹	Primavera kg MS ha ⁻¹	Verano kg MS ha ⁻¹	Total kg MS ha ⁻¹
35 días	1.500 ^{Aa}	666 ^{Ab}	1.504 ^{Aa}	1.172 ^{Aa}	4.842^A
70 días	1.399 ^{Aa}	643 ^{Ab}	684 ^{Bb}	1.141 ^{Aa}	3.867^{BC}
105 días	1.555 ^{Aa}	696 ^{Ac}	506 ^{Bc}	916 ^{Bb}	3.673^C
<i>D.S</i>	<i>301,0</i>	<i>123,3</i>	<i>133,7</i>	<i>205.3</i>	

(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 ($P < 0,05$)



Se observa que los cortes de otoño fueron superiores inclusive a los cortes de primavera y verano dada la anomalía de una inusual precipitación observada en este periodo de marzo a junio, con picos en marzo. En el Cuadro 2 se detallan los promedios de contenido de carbono radicular (CR) en kg ha⁻¹ para cada periodo del año, y se presentan los

resúmenes globales de productividad total por hectárea para cada intervalo de corte analizado, donde se observa una tendencia a obtener mayores producciones totales, en promedio, para el menor intervalo de corte. Es así como las mayores cantidades acumuladas valor de corte de 35 días con 1.557 kg de CR ha Año⁻¹.

Cuadro 2. Contenido de Carbono radicular (CR) asociado a la biomasa aérea para cada periodo 2019-2020

Intervalo	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total
kg CR ha ⁻¹	kg CR ha ⁻¹	kg C.R ha ⁻¹	kg C.R ha ⁻¹	kg C.R ha ⁻¹	
35 días	461 ^{Aa}	239 ^{Ac}	498 ^{Aa}	360 ^{Ab}	1.557^A
70 días	429 ^{Aa}	230 ^{Ac}	226 ^{Bc}	350 ^{Ab}	1.236^B
105 días	464 ^{Aa}	248 ^{Abc}	177 ^{Bc}	283 ^{Bb}	1.171^B

(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)

En la Tabla 3 se presenta un desglose del carbono atrapado por la biomasa aérea por

hectárea para cada estación en función al intervalo de corte evaluado.

Tabla 3. Contenido de Carbono en kg ha⁻¹ contenido en la biomasa aérea (CPA) para cada intervalo de corte estudiado por estación y acumulado por año. Pantanal – Chaco paraguayo. 2018-2019

Intervalo	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total
kg CPA ha ⁻¹	kg CPA ha ⁻¹	kg CPA ha ⁻¹	kg CPA ha ⁻¹	kg CPA/ha ⁻¹	
35 días	646 ^{Aa}	287 ^{Ac}	647 ^{Aa}	504 ^{bA}	2.083^A
70 días	601 ^{Aba}	276 ^{Ac}	294 ^{Bc}	490 ^{Ab}	1.661^B
105 días	572 ^{Ba}	300 ^{Abc}	218 ^{Bb}	394 ^{Bb}	1.484^B

(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)



El contenido de Carbono en suelo generalmente es evaluado a diferentes profundidades, de tal forma a determinar la variación existente según el uso del

suelo. La Tabla 4 presenta el Contenido promedio del suelo (carbono total por ha) y el carbono contenido por m³ de suelo, a seis profundidades de muestreo.

Tabla 4. Contenido promedio de Carbono en kg ha⁻¹ para cada profundidad de suelo en kg total y kg m⁻³. Pantanal – Chaco paraguayo. 2018-2019.

Profundidad de suelo (cm)	kg de Carbono total ha ⁻¹	kg de Carbono m ⁻³
0-5	17.245	34,5 ^A
5-10	12.382	24,8 ^B
10-15	7.962	15,9 ^C
15-20	5.943	11,9 ^{CD}
20-40	12.421	6,6 ^{DE}
40-80	11.089	1,3 ^E
CV%	25,7%	23,1%

(A, B, C) Las letras mayúsculas distintas, en las columnas, difieren entre sí por la prueba de Tukey (P < 0,05)

La cantidad total presenta una disminución en la medida en que se profundiza el punto de la extracción, no obstante, de manera general se observa que casi el 70% de la concentración total del carbono se encuentra concentrado en la camada de hasta 20 cm y el 80% hasta la camada de los 40 cm de profundidad, esto cuando analizamos o tenemos en cuenta el volumen de carbono a las distintas profundidades evaluadas.

Conclusión

Al evaluar los contenidos de Carbono asociados al ciclo de pastizal en el marco de un correcto intervalo de pastoreo, una carga animal adecuada, asociados ambos a un residuo de pastoreo considerable, son prácticas que favorecen el flujo de nutrientes favorable a la ganadería de pastizal, por lo cual se concluye que la ganadería de pastizal con baja carga en la zona de Pantanal no podría ser considerada emisora neta de GEI, sino más bien una eficiente captadora de estos

gases emitidos por otros componentes de la cadena de carnes, llámese industrias, transporte, etc.

Referencias bibliográficas

- Capper, J.L., (2012). Is the grass always greener? Comparing the environmental impact of conventional, natural and grass-fed beef production systems. *Animals* 2, 127–143. Cassady, C.J., Felix, T.L., Beever, J.E., Shike, D.W., 2016. Effects of timing and duration of test period and diet type on intake and feed efficiency of Charolais-sired cattle. *J. Anim. Sci.* 94, 4748–4758. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2016-0633>
- Dubeux Júnior, J., Lira, M. d. A., Santos, M. d. Y Cunha, M. d. (2006). Flujo de nutrientes en ecosistemas de pastizales: impactos en medio ambiente y productividad. *Simposio sobre Manejo de pasturas*, 23, 439-506.



- Dubeux Júnior, J., Sollenberger, L., Mathews, B., Scholberg, J. y Santos, H. (2007). Nutriente ciclismo en praderas de clima cálido. *Recortar Science*, 47 (3), 915-928.
- Dubeux Júnior, JCB, Sollenberger, LE, Vendramini, JMB, Interrante, SM y Lira, MA(2014). Método de almacenamiento, animal Comportamiento y redistribución de nutrientes del suelo: ¿Cómo están vinculados? *Ciencia de cultivos*, 54, 2341-2350.
- Janzen, H.H., (2011). What place for livestock on a re-greening earth? *Anim. Feed Sci. Technol.* 166–167, 783–796. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.055>.
- Lupo, C.D., Clay, D.E., Benning, J.L., Stone, J.J., (2013). Life-cycle assessment of the beef cattle production system for the northern Great Plains, USA. *J. Environ. Qual.* 42, 1386–1394.
- Pelletier, N., Pirog, R., Rasmussen, R., (2010). Comparative life cycle environmental impacts of three beef production strategies in the Upper Midwestern United States. *Agric. Syst.* 103, 380–389. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agry.2010.03.009>.
- Rouquette, F.M., Florence, M.J. (1986). Influence of long-term grazing pressures on root-rhizome mass of common and coastal Bermudagrass pastures. *Forage Research in Texas*, Texas AM University, College Station, TX. 65-66.
- Stackhouse-Lawson, K.R., Rotz, C.A., Oltjen, J.W., Mitloehner, F.M., (2012). Carbon footprint and ammonia emissions of California beef production systems. *J. Anim. Sci.* 90, 4641–4655. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2011-4653>.
- Swain, M., Blomqvist, L., McNamara, J., Ripple, W.J., (2018). Reducing the environmental impact of global diets. *Sci. Total Environ.* 610–611, 1207–1209. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.125>.
- Taymer, M., Machado, R., Machado, H. y Duquesne, P. (2007) *Carbono secuestrado en ecosistemas agropecuarios cubanos y su valoración económica*. Estudio de caso. Pastos y Forrajes. 55 p
- Teixeira, VI (2010). *Ciclos de nutrientes en pastizales de Brachiaria decumbens Stapf. Bajo diferentes medias de animales*. 120p., Tesis (PhD) - Universidad Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Van Groenigen, J.W., Van Kessel, C., Hungate, B.A., Oenema, O., Powlson, D.S., Van Groenigen, K.J., (2017). Sequestering soil organic carbon: a nitrogen dilemma. *Environ. Sci. Technol.* 51 (9), 4738–4739.



Organogénesis directa *in vitro* de cotiledones de *Sesamum indicum*

Sosa, L.A.^{1*}, Aquino, C. I.¹, Flores, M.E.¹, Romero, M.C.¹

¹ Departamento de Química Biológica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*arami_94@hotmail.com

Introducción

S. indicum es una planta originaria de Asia y África tropical, sus semillas presentan propiedades altamente nutritivas para el consumo humano (Debnath, Gangopadhyay, Basu & Sikdar, 2018).

En el año 2010, Paraguay se encontraba en el ranking de los veinte principales productores de sésamo del mundo. El principal destino de exportación es Japón, mercado conocido por sus altas exigencias de calidad. La variedad de sésamo Escoba Blanca es la preferida de este mercado, debido al sabor del grano, lo que hace que sea la variedad más sembrada del país. (Friedmann & Penner, 2009) y el sustento económico de los pequeños productores que se dedican netamente al rubro.

El cultivo del sésamo convencional presenta varios desafíos por la susceptibilidad del mismo al estrés abiótico y biótico (Ayala R & Orrego F, 2006). Estas condiciones plantean la necesidad de desarrollar metodologías con el fin de mejorar el cultivo de sésamo. En la actualidad existe una gran cantidad de información a nivel de genómica del sésamo que permitiría apoyar los programas de fitomejoramiento mediante la aplicación de herramientas biotecnológicas como la transformación genética (Dossa et al., 2017), mediante la cual se podrían obtener nuevas variedades acortando el periodo de obtención de variedades y superar las barreras de postfertilización (Yadav, Chaudhary,

Sainger & Jaiwal, 2010). Sin embargo, la aplicación de estas herramientas requiere el desarrollo de un protocolo eficiente de regeneración en cultivo *in vitro* para la especie a ser mejorada. Hasta la fecha se han descrito distintos protocolos de regeneración de sésamo, entre los cuales la organogénesis directa utilizando cotiledón como explante (Al-Shafeay, Ibrahim, Nesiem & Tawfik, 2011) presentó mayor eficacia. Los programas de fitomejoramiento de sésamo en Paraguay no cuentan con una metodología eficiente de regeneración *in vitro* de las variedades locales

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una metodología de regeneración directa de *S. indicum* utilizando cotiledones como explantes.

Metodología

Material vegetal: Las semillas fueron provistas por investigadores de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. Fueron utilizadas cuatro variedades codificadas como V1, V2, V3 y V4.

Obtención de explantes estériles para organogénesis: Para obtener los explantes se seleccionaron semillas de la variedad V1 por su importancia comercial. Las semillas se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 30% y tritón X-100 al 0,1 % luego fueron lavadas agua destilada



estéril. El cotiledón se obtuvo siguiendo el protocolo descrito por Chowdhury, Basu & Kundu (2014) con mínimas modificaciones.

Evaluación del crecimiento de crecimiento de las variedades de sésamo en distintos medios de cultivo:

Se evaluó cuatro variedades en tres medios de cultivo: Murashige & Skoog (MS) (Murashige & Skoog, 1962) a media y un cuarto de fórmula, 1/2MS y 1/4MS respectivamente y el medio nutritivo de Hoagland (Hoagland & Arnon, 1938). Todos los medios fueron semisólidos con 0,8% de fitoagar. Las semillas de las cuatro variedades fueron desinfectadas según el procedimiento descrito previamente, fueron pre-germinadas en papel de filtro, una vez germinadas se transfirieron a placas de Petri que contenían los medios de cultivo que fueron ensayados. Se evaluaron cinco réplicas por cada condición de cultivo y variedad. Transcurridos seis días de crecimiento a 28 °C y 16 horas luz, se realizó la medición de la longitud de la parte aérea y de la raíz para evaluar el crecimiento de la planta.

Inducción de brotes en explantes de cotiledón:

La inducción de brotes a partir de cotiledón se realizó con tres combinaciones diferentes de fitohormonas, a cada combinación se le denominó metodología 1, 2 y 3. Para la metodología 1 se utilizó ácido indol acético (AIA) y bencilaminopurina (BAP) según lo descrito por Chowdhury et al. (2014) a una concentración de 5,7 μM y 30 μM , respectivamente; para la metodología 2 se utilizó 5,7 μM AIA, 4,6

μM kinetina (kin) y 20 μM BAP siguiendo lo descrito por Baskaran *et al.* (Baskaran & Jayabalan, 2006) y para la metodología 3 se utilizó 5,7 μM AIA y 20 μM tidiazuron (TDZ) según lo descrito por Wadeyar & Loksha (2011). Se utilizó el medio Murashige & Skoog (MS) (Murashige & Skoog, 1962) suplementado con vitaminas como medio nutritivo, sacarosa como fuente de carbono y fitoagar como soporte sólido del medio. Para cada metodología se utilizó cuatro placas conteniendo 20 explantes cada una. La inducción de brotes se realizó siguiendo el protocolo descrito por Chowdhury et al. (2014) con modificaciones. Todo el experimento se llevó a cabo a 28 °C y 16 horas de luz.

Inducción de raíces y aclimatación en sustrato:

Los brotes se transfirieron al medio de inducción de raíces compuesto por MS suplementado con vitamina; sacarosa 3%; fitoagar 0,7%; AIA 4,57 μM a 28 °C y 16 horas de luz durante 20 a 25 días. Los brotes con el sistema radicular formado fueron transferidos a un sustrato orgánico estéril para su aclimatación en sala de cultivo.

Resultados y discusión

En la **Figura 1** se muestran los porcentajes de formación de brotes de la variedad V1 con las metodologías ensayadas, donde se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de formación de brotes de las distintas metodologías.

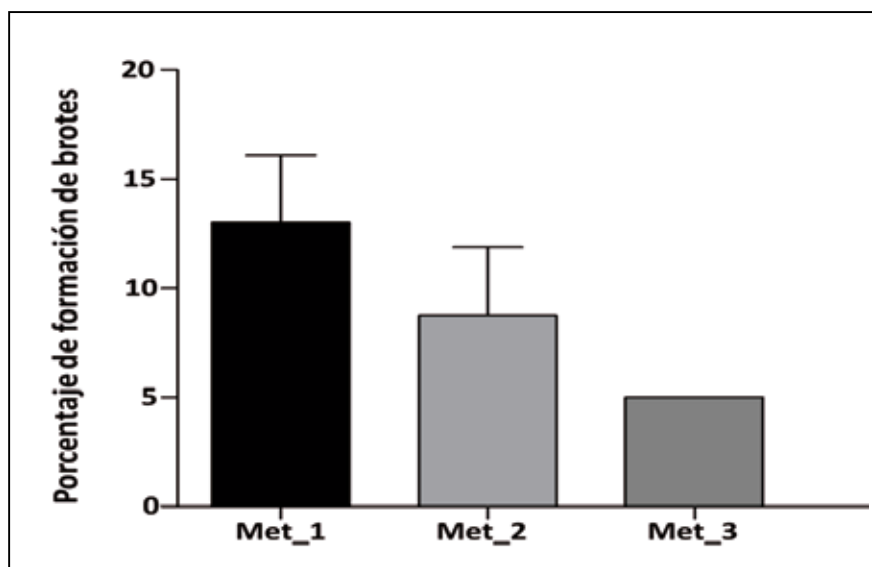


Figura 1: Comparación del porcentaje de formación de brotes en los métodos ensayados. Se representan los promedios y el error estándar del porcentaje de formación de brotes en los distintos medios ensayados. Las medias fueron comparadas mediante un ANOVA y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. N=80 explantes por metodología ensayada

La combinación y concentración de fitohormonas de la metodología 1 fue la que permitió obtener el porcentaje de formación de brotes ligeramente más alto, con un promedio de 13 ± 6 % por placa, estos resultados son muy inferiores a los obtenidos por Yadav et al. (2010), esta diferencia en los resultados puede deberse a la variación genética de la variedad utilizada y de las condiciones experimentales en las cuales fueron llevados a cabo ambos experimentos.

Los brotes provenientes de la metodología 2 presentaron un porcentaje de enraizamiento de 53%, mientras que los brotes provenientes de la metodología 1 se logró enraizar sólo un 10 % de los brotes. Las plantas regeneradas provenientes de brotes obtenidos con la metodología 2 crecieron en sustrato orgánico y completaron su ciclo fenológico en una casa de vegetación.

La metodología 2, siendo la composición del medio: AIA $5,7 \mu\text{M}$, Kin $4,6 \mu\text{M}$ y BAP

$20 \mu\text{M}$, presentó el mayor porcentaje de regeneración en las condiciones experimentales del trabajo, el mismo fue de 3,75%, muy por debajo de lo reportado en trabajos anteriores como el experimento de Chowdhury et al. (2014) en donde obtuvieron un porcentaje de regeneración de 57,33%. Estas diferencias pueden deberse a que el material genético no presenta buen crecimiento en el medio de cultivo seleccionado y además se deben realizar más ensayos que permitan encontrar la combinación y la concentración óptima de fitohormonas con un elevado porcentaje de regeneración.

Considerando los resultados obtenidos, se ha evaluado el crecimiento de cuatro variedades en diferentes medios de cultivo (Fig. 2), con el objetivo de encontrar una variedad que mejor se adapte al cultivo *in vitro*. Estas variedades han sido seleccionadas por su importancia comercial.

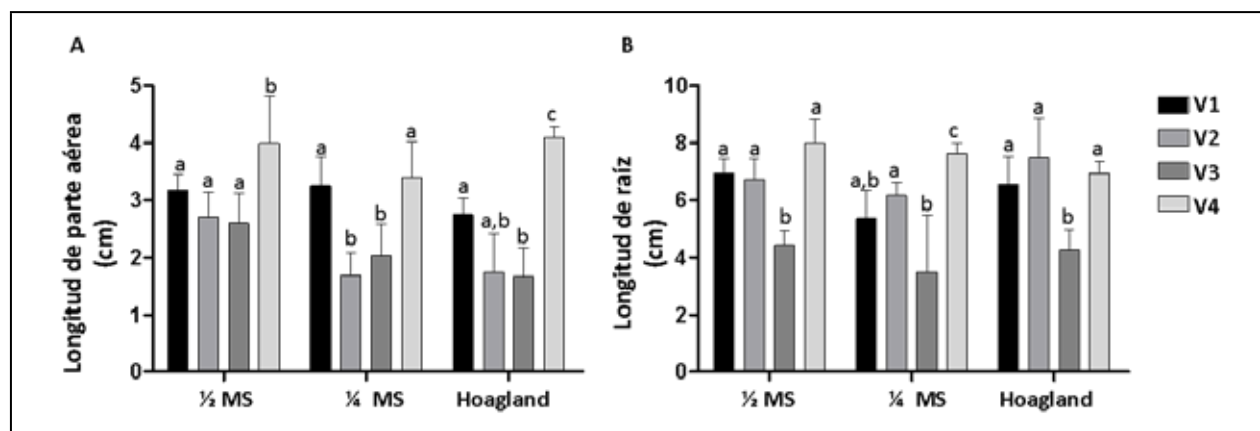


Figura 2: Evaluación del crecimiento de variedades de *S. indicum* en distintos medios de cultivo. A. Comparación de longitud de la parte aérea de la plántula de cuatro variedades en los medios de cultivo ensayados. **B.** Comparación de la longitud de la raíz de la plántula en cada medio de cultivo evaluado. Las mediciones fueron realizadas a los seis días de la plántula, las letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas mediante ANOVA, $p < 0,05$ seguido de un post-test de Bonferroni. $N=5$. En la figura se representan los promedios y la desviación estándar. V1-V4 son las codificaciones de las variedades seleccionadas.

En la **Figura 2** se observa que la V1 y la V4 presentaron los valores más altos de longitud de la raíz y de la parte aérea, la V1 es la variedad que fue utilizada para realizar la organogénesis directa. Considerando el medio de cultivo para ambas variedades, no se han detectado diferencias estadísticamente significativas

Conclusión

La combinación de fitohormonas que permitió regenerar una planta completa fue la combinación de la metodología 2: AIA 5,7 μM , Kin 4,6 μM y BAP 20 μM . Sin embargo, el porcentaje de la eficiencia de regeneración fue de 3,75%, por lo que se ha evaluado el crecimiento de otras variedades en diferentes medios de cultivo, y se ha encontrado que la V4 presenta un crecimiento óptimo independiente del medio en el cual se crece, por lo que se propone utilizar esta variedad junto con la V1 para la optimización de la concentración y combinación de fitohormonas. Este trabajo constituye la primera descripción sobre la metodología de

regeneración directa de sésamo en una variedad paraguaya utilizando cotiledón como explante y se requieren estudios posteriores para obtener una combinación óptima de fitohormonas y mejorar la eficiencia de regeneración, que permita ensayar protocolos de transformación mediante los cuales se podrán introducir o silenciar genes para obtener un carácter deseado

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 Amal. *Landes Bioscience*, 2(3), 1–11. <https://doi.org/10.4161/gmcr.2.3.18378>
- Ayala R, N., & Orrego F, A. L. (2006). Eficiencia del tratamiento químico para el control de la pudrición carbonosa del tallo en el cultivo de sésamo (*Sesamum indicum*). *Investigación Agraria*, 11(3), 2–5.



- Baskaran, P., & Jayabalan, N. (2006). In vitro mass propagation and diverse callus orientation on *Sesamum indicum* L. -an important oil plant. *Journal of Agricultural Technology*, 2(2), 259–269.
- Chowdhury, S., Basu, A., & Kundu, S. (2014). A new high-frequency Agrobacterium-mediated transformation technique for *Sesamum indicum* L. using de-embryonated cotyledon as explant. *Protoplasma*, 251(5), 1175–1190. <https://doi.org/10.1007/s00709-014-0625-0>
- Debnath, A. J., Gangopadhyay, G., Basu, D., & Sikdar, S. R. (2018). An efficient protocol for in vitro direct shoot organogenesis of *Sesamum indicum* L. using cotyledon as explant. *3 Biotech*, 8(3), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1173-7>
- Dossa, K., Diouf, D., Wang, L., Wei, X., Zhang, Y., Niang, M., ... Cisse, N. (2017). The emerging oilseed crop *Sesamum indicum* enters the "Omics" era. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01154>
- Friedmann, A., & Penner, R. (2009). *Sésamo, innovación en agronegocios*.
- Hoagland, D. R., & Arnon, D. I. (1950). The water-culture method for growing plants without soil. (2nd ed.). Berkeley, California: California Agricultural Experiment Station.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15, 474–497.
- Wadeyar, B. S., & Loksha, R. (2011). Studies on high frequency shoot regeneration in sesame (*Sesamum indicum* L.) *cur. Plant Tissue Culture and Biotechnology*, 21(1), 45–52. <https://doi.org/10.3329/ptcb.v21i1.9562>
- Yadav, M., Chaudhary, D., Sainger, M., & Jaiwal, P. K. (2010). Agrobacterium tumefaciens-mediated genetic transformation of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 103(3), 377–386. <https://doi.org/10.1007/s11240-010-9791-8>



Caracterización biométrica de frutos de mbokaja (*Acrocomia aculeata* Jacq. Ex Mart)

Díaz Lezcano, M. I.^{1*}, Carmona, F.¹, Espínola, V.¹, Caballero, C.¹

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

*maura.diaz@agr.una.py

Introducción

El fruto del *mbokaja* (*Acrocomia aculeata* Jacq. Ex Mart) constituye una materia prima oleaginosa para la obtención de aceite, como producto de interés, el cual presenta características fisicoquímicas y una composición en ácidos grasos específicas de aceites láuricos (compuestos de ácidos láuricos), altamente resistente a la oxidación lipídica y la lipólisis; siendo recomendable su uso para la elaboración de productos cosmetológicos, farmacéuticos y alimentarios como sustituto o complemento de aceites de uso convencional como el aceite de coco y el aceite de palmiste (aceites provenientes de las palmas del género *Elaeis*). La extracción de aceite de semilla de *mbokaja* aportaría como subproducto harina desgrasada, la cual posee contenidos de proteína y fibra que sugieren su uso en la formulación de alimentos para animales y posiblemente también para el consumo humano (Hernández, Torres & Beltrán, 2014).

En el Paraguay, al ser una especie autóctona, adaptadas a las condiciones edafológicas y climáticas de la región, presenta tanto un buen desarrollo de esta palma para la producción de sus frutos, sin embargo, estudios e informaciones acerca de plantaciones dedicados a esta especie aún son muy escasas, siendo una especie de gran interés económico y productivo.

El objetivo de la presente investigación fue realizar una caracterización biométrica de los frutos de *mbokaja* (*Acrocomia aculeata*) en función a la fertilización del suelo.

Metodología

El estudio se realizó en una parcela de *mbokaja* situada en el campo experimental ubicado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Departamento Central, con coordenadas S 25°19'29" O 57°31'17".

El trabajo consistió en el registro y evaluación de datos los frutos de *mbokaja* pertenecientes a una plantación que cuenta con una superficie de 0,12 ha y con un arreglo espacial de 6 x 4 m en dos condiciones de suelo, una fracción fertilizada y otra no fertilizada.

Las variables estudiadas fueron: número de racimos por planta, diámetro del fruto, de la pulpa y de la almendra en milímetros (mm), así como la diferencia proporcional del diámetro del fruto-pulpa y fruto-almendra (%). Además del peso del fruto y de la almendra (g), al igual que la diferencia proporcional del peso del fruto-almendra (%).

El registro se realizó en planillas previamente elaboradas, se realizaron a partir del mes de octubre del 2017, hasta febrero del 2018, meses comprendidos en el que cumple su ciclo productivo la especie.



La cosecha del cultivo se realizó en bolsas con un promedio de 6 kg de frutos, de los cuales se evaluaron el peso y el diámetro de cada fruto; para ello se muestrearon 10 frutos por palma. Se pesaron y midieron el fruto, la pulpa y la almendra respectivamente, y también se realizó la relación en proporcionalidad del peso fruto-almendra, y la relación del diámetro fruto-pulpa y del diámetro fruto-almendra.

Se aplicó la prueba de T de Student al 95% de confianza para determinar si existen diferencias significativas entre las variables estudiadas atribuibles a la fertilización del suelo.

Resultados y discusión

Cantidad de racimos

De las 58 palmas registradas se realizó un conteo del número de racimos por palma, promediando 11 racimos por planta. En la población en estudio 6 palmas no contaban con frutos y 42 presentaban racimos en un rango de 11 a 15 unidades. (Figura 1).

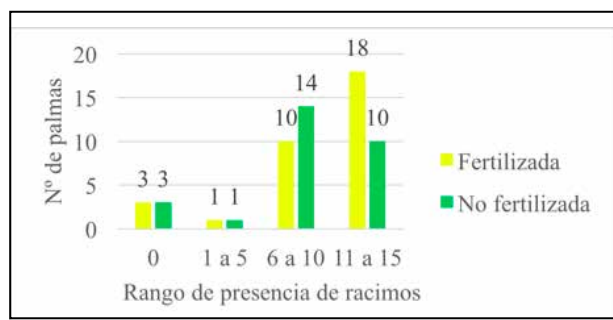


Figura 1. Presencia de racimos por palma de mbokaja

Recalde (2007) menciona que el cocotero, cuenta entre 2 a 12 racimos por palma. Mientras que para Benítez, Pereira, González & Bertoni (2011) según observaciones de campo y datos recabados de informantes calificados, cada planta puede tener entre 5 a 7 racimos y cada racimo según

sus afirmaciones puede producir entre 300 y 500 frutos por planta.

Diámetro y peso de la semilla de mbokaja

Se obtuvo la relación en proporcionalidad del peso fruto-almendra, y también la relación del diámetro fruto-pulpa y del diámetro fruto-almendra.

En la Figura 2 se observa que el diámetro del fruto, el promedio de los valores mínimos registrados fue de 25,9 mm y el promedio de los valores máximo fue de 30,24 mm. El diámetro de pulpa, se obtuvo el promedio de los valores mínimos de 21,31 mm y el promedio de los valores máximos fue de 25,46 mm.

El diámetro de la almendra, se registró el promedio de los valores mínimo de 10,54 mm y el promedio de los valores máximos registrados fue de 13,44 mm.

La diferencia proporcional entre fruto y pulpa se obtuvo un promedio de 83% entre ambos diámetros, entre fruto y almendra se tuvo un promedio de 41%.

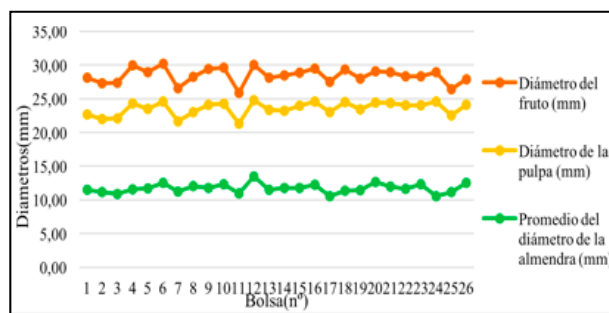


Figura 2. Diámetro del fruto, de la pulpa y de la almendra de mbokaja

En la Figura 3, se observa que el peso del fruto, hay una gran variabilidad entre los pesos promedios, el promedio de los valores mínimos registrados fue de 5,1 g y el promedio de los valores máximos registrados fue de 9,2 g.



Con la relación de la variable peso de la almendra, se puede observar que hay una tendencia entre los pesos, con un valor mínimo promedio fue de 0,66 g y el valor máximo promedio fue de 1,29 g. El peso de la almendra corresponde el 12% del peso del fruto.

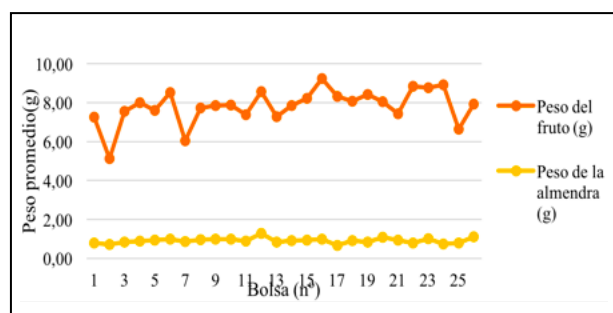


Figura 3. Peso del fruto y el peso de la almendra de mbokaja

Según Recalde (2007), los frutos llegan a medir 20 a 40 mm de diámetro, que estando bien maduro pesan entre 12 y 35 g.

Por su parte, Jácome, Lopes & Cardoso (2011), mencionan que los frutos del *A. aculeata* pueden medir entre 35 a 50 mm en frutos maduros, aunque haya una variación considerable para las regiones en donde la especie se localiza, la composición media del fruto del mbokaja, en peso, se puede expresar porcentualmente: epicarpio 21%, mesocarpio 38%, endocarpio 34% y almendra 7%. Los valores registrados en la presente investigación son similares en cuanto al diámetro del fruto, sin embargo, el peso del fruto fue inferior a lo propuesto, esto quizás se deba que al momento de la cosecha la mayoría de los frutos estuvieron expuesto a campo abierto, en donde el clima favoreció a que el fruto se seque con los rayos del sol, calor y/o viento.

Conclusión

Al momento del monitoreo el 89% de las palmas registradas contaban con racimos, siendo el diámetro promedio de cada fruto de 29 mm. El peso del fruto presenta gran variabilidad con promedio de 8,1 g, y el peso de la almendra con promedio de 0,9 g. La fertilización del suelo no contribuye en el aumento de los valores biométricos de los frutos.

Referencias bibliográficas

- Benítez, B., Pereira, C., González, F., & Bertoni, S. (2011). *Acrocomia aculeata* (Jacq.) ex Mart. (coco, mbokaja), una especie de uso múltiple en el Paraguay. *Steviana*, 3, 69-83. Recuperado de http://www.facen.una.py/wp-content/uploads/2015/03/RevistaSteviana_v3.pdf
- Hernández, J. E., Torres, D. T., Beltrán, R. I. (2014). Captura de carbono en los suelos. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n2/e4.html>
- Jácome, K., Lopes, A., Cardoso, C. (2011). Ecología, manejo, silvicultura e tecnología da Macaúba. Brasil: Universidad Federal de Viçosa. Recuperado de http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/d_b_b_15592.pdf
- Recalde, E. (2007). El cultivo de mbokaja *Acrocomia totai*. Paraguay: IANMAG. 14 p.



Fertilización nitrogenada y potásica en la productividad de la remolacha

Morel, L. E.^{1*}, Da Silva, O. M.¹, Sanabria, I. C.¹, Caballero, C. O.¹, Servín, N. A.¹, Valdez, F. D.¹

¹ Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay

*lopezeulalio@hotmail.com

Introducción

La remolacha (*Beta vulgaris* L.) es una planta perteneciente a la familia chenopodiaceae, cuya raíz se cosecha principalmente para consumo. La exigencia del mercado consumidor cada vez es mayor y por ende el producto debe tener una mayor calidad, y el manejo criterioso de la fertilización satisface las necesidades nutricionales del cultivo de la remolacha ya que el nitrógeno (N) y el potasio (K) ejercen grandes efectos en el crecimiento y la calidad de los vegetales (Marschner, 1995). Los requerimientos nutricionales de la remolacha son elevados, es decir, la fertilización debe considerar el ciclo vegetativo largo, para optimizar el nitrógeno (Marchetti y Castelli, 2011). Esto implica, disponer de nutrientes con asimilación rápida de acción prolongada y constante (Hergert, 2010); además, del análisis de suelo previo al establecimiento del cultivo para definir la dosis de fertilización. El balance nutricional de la planta tiene efecto en la producción de peso de la raíz tuberosa (Tsiatas y Maslari, 2008). Dentro de los nutrientes más exigidos en este cultivo debe ser destacado el nitrógeno, porque contribuye al aumento productivo ya que promueve la expansión foliar (esencial para la fotosíntesis) y la mayor acumulación de masa de raíces (Trani & Fornasier, 1993).

Dada la importancia de la remolacha y las escasas informaciones disponibles sobre la

fertilización en dicho cultivo, es muy importante abordar los estudios que conduzcan a conocer los requerimientos de fertilizantes y a reducir los riesgos de contaminación y de esta manera poder alcanzar el proceso productivo con éxito. Teniendo en cuenta estos problemas, se planteó realizar este trabajo de investigación, con el objetivo de evaluar el efecto que tienen las distintas dosis de nitrógeno y potasio en la productividad de la remolacha.

Metodología

El trabajo de investigación se realizó en el área de Horticultura de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción. Ubicada sobre Ruta V Gral. Bernardino Caballero, Km 2, Ciudad de Concepción, circunscrita en las coordenadas 23° 24' 34" Sur 57° 24' 47" Oeste, elevado 160 msnm. El periodo del experimento fue comprendido entre los meses de marzo y julio del 2018.

Durante el desarrollo del trabajo las temperaturas tuvieron una mínima de 18,2 °C y las máximas alcanzaron los 29,1 °C. La precipitación media alcanzó 77,2 mm (DMH-DINAC, 2018). El suelo del área experimental, de acuerdo al análisis presenta las siguientes características químicas y físicas, en la profundidad de 0 – 0,20 cm: pH (H₂O) 5,67; materia orgánica (Walkley Black): 1,67%; Ca⁺², Mg⁺² y K⁺: 5,06, 1,27



y 0,19 cmol/LS, respectivamente; $P_{(Mehlich)}$ y S: 28,94 y 11,73 mg/LS, respectivamente; Al^{+3} : 0,05; CIC: 9,71 cmol/LS; V: 67,21% y la textura con franco arenoso.

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar (DBCA), con parcela subdividida 4x4 y tres repeticiones, siendo la parcela principal Nitrógeno (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹) y parcela secundaria Potasio (0, 90, 180, 170 kg ha⁻¹), totalizando 48 unidades experimentales (UE) mediante la combinación de los factores.

Las mudas fueron producidas en bandeja de 128 celdas conteniendo sustrato comercial, la semilla que se utilizó corresponde a la variedad "Top Early Wonder".

La parcela experimental fue preparada por medio de herramientas manuales. El trasplante se efectuó cuando los plantines alcanzaron 3 a 4 hojas verdaderas. El espaciamiento que se utilizó fue de 0,25 m entre hilera y 0,15 m entre plantas. El método de irrigación utilizado fue el sistema de riego por goteo.

La fuente de fertilizante nitrogenado fue la urea con 45 % de N y la potásica fue cloruro de potasio con 60 % de K. La aplicación de fertilizantes nitrogenada y potásica se realizó una sola vez a los 20 días después de trasplante, en forma lineal.

La variable evaluada fue el peso promedio de la raíz tuberosa (g). Mediante una balanza de precisión se determinó el peso de raíces de las plantas, expresado en Kg ha⁻¹, seleccionando 10 plantas de cada UE.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) con el test de Fisher para la determinación. En donde fue encontrada diferencia significativa, fue realizado análisis de regresión y la significancia de las ecuaciones obtenidas fue verificada con la prueba de F.

Resultados y discusión

La media de peso de la raíz tuberosa de remolacha en función a las diferentes dosis de nitrógeno y potasio en estudio se presenta en la figura 1a y 1b. El análisis de varianza detectó que existen diferencias estadísticas por efecto de Nitrógeno y potasio y de la interacción de los factores no presenta diferencia estadística.

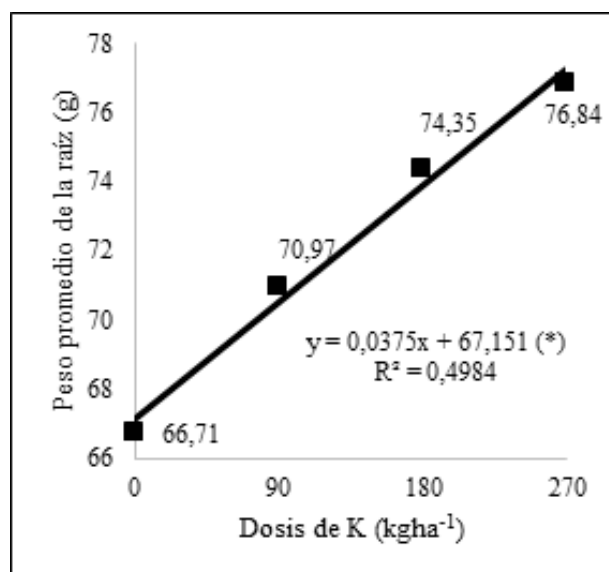
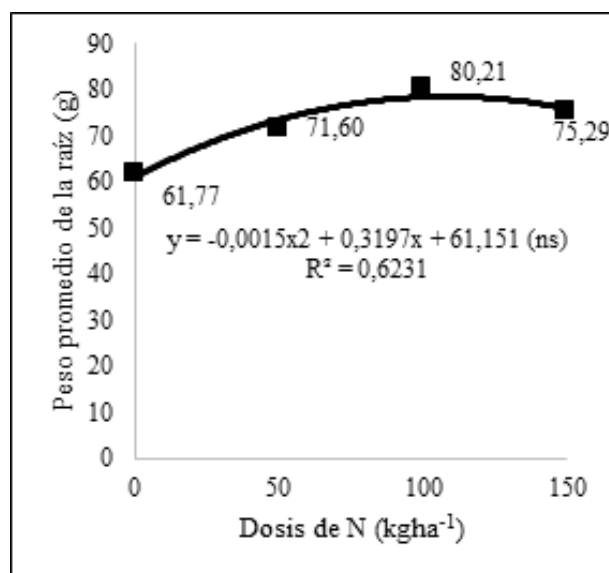


Figura 1. Ecuación de regresión ajustada a la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno y potasio en peso promedio de la raíz de remolacha.



En la figura 1a se observa las dosis de nitrógeno empleado en la variable de peso promedio de raíz tuberosa de remolacha, demuestra que se obtuvo el mayor promedio donde se aplicó 100 kg ha^{-1} . Resultados similares al presente experimento fue obtenido por Oliveira (2015), que al incorporar diferentes dosis de nitrógeno responde positivamente a la aplicación de dosis de 100 kg ha^{-1} .

El análisis de regresión realizado con las dosis de nitrógeno para el peso promedio de la raíz tuberosa, se obtuvo una respuesta cuadrática, se muestra que la curva pudo ajustarse a la polinomial cuadrática. El incremento de los niveles de nitrógeno, propicia un aumento en el peso promedio de la raíz, llegando a la máxima eficiencia, $78,19 \text{ g}$, con niveles de $106,56 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrógeno, mostrando luego una tendencia decreciente. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ferreira y Tivelli (1990) que alcanzaron mejores valores de peso promedio de raíz tuberosa de remolacha con 80 kg ha^{-1} de N, además se encuentran entre las recomendadas por Trani, Passos, Tavares, & Azevedo Filho (1997) que fueron 60 a 120 kg ha^{-1} de N.

En tanto en los valores de peso promedio de raíz tuberosa de remolacha (Figura 1b) por efectos de la aplicación de potasio, existe una relación lineal positiva entre las dosis de potasio aplicada, proporcionó un aumento graduado en el peso promedio de la raíz tuberosa de $66,71$; $70,7$; $74,35$; $76,84 \text{ g raíz}^{-1}$ para las siguientes dosis 0 , 90 , 180 , 270 kg de K^+ , respectivamente. Estos resultados muestran la capacidad de respuesta de remolacha a la aplicación de potasio, de acuerdo con Grangeiro et al., (2007) es el segundo nutriente más requerido por el cultivar de remolacha Early Wonder.

Conclusión

La aplicación de nitrógeno y potasio promueven positivamente el peso promedio de la raíz tuberosa. El análisis de regresión indica que la dosis de $106,56 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, proporcionó mayores resultados y la dosis de 270 kg ha^{-1} de K obtuvo mejores valores en la variable peso de raíz tuberosa.

Referencias bibliográficas

- DMH-DINAC (Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil). (2018). Consultado 04 de febrero 2019. Disponible en <https://www.meteorologia.gov.py/>
- Ferreira, M. D., & Tivelli, S. W. (1990). Cultura da beterraba: recomendações gerais. Guaxupé: Cooxupé. 14 p.
- Grangeiro, L. C., Megereiros, M. Z., Souza, B. S., Azevêdo, P. E., Oliveira, S. L., & Medeiros, M. A. (2007). Acúmulo e exportação de nutrientes pela beterraba. *Ciência e agrotecnologia*, 31, 267-273.
- Hergert, W. G. (2010). Sugar beet fertilization. *Sugar Tech*, 12, 256-266. doi: 10.1007/s12355-010-0037-1.
- Marchetti, R., & Castelli, F. (2011). Mineral nitrogen dynamics in soil during sugarbeet and winter wheat crop growth. *Eur J Agron*, 35, 13-21. doi: 10.1016/j.eja.2011.03.003.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plant*. New York: Ac. Press. 889 p.



- Oliveira, R. J. P. (2015). Fertilization for beet (*Beta vulgaris* L.) at Alto Vale do Itajaí region (Tese Doutorado em Ciência do Solo). Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 73 p.
- Trani, P. E., Passos, F. A., Tavares, M., & Azevedo Filho, J. A. (1997). Beterraba, cenoura, nabo, rabanete e salsa. En Raij, B., Cantarella, H., Quaggio, J. A., Furlani, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo (Boletim Técnico No. 100, 2.ed.ver.atual.). Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC. p.174.
- Trani, P. E., & Fornasier, J. B. (1993). Nutrição mineral e adubação da beterraba. En Ferreira, M. E., Castellane, P. D., Cruz, M. C. P (Ed.). *Nutrição e adubação de hortaliças* (pp. 429-46).
- Tsialtas, J. T., & Maslaris, N. (2008). Sugar beet response to N fertilization as assessed by late season chlorophyll and leaf area index measurements in a semi-arid environment. *Int J Plant Prod*, 2, 57-70.



Disposición espacial de las plantas y número de guías en el cultivo de melón

Morel, L. E.^{1*}, Caballero, C. O.¹, Da Silva, O. M.¹, Servín, N. A.¹, Lugo, P. W.¹, López, A. D.¹

¹Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay

*lopezeulalio@hotmail.com

Introducción

El melón (*Cucumis melo* L.) es una especie oleícola de muy buena adaptación a las condiciones agroecológicas del Paraguay. La producción nacional presenta una marcada estacionalidad durante el año: existe una oferta abundante durante noviembre, diciembre y enero, desaparecido prácticamente del mercado en los demás meses; la superficie sembrada, según el Censo Agropecuario Nacional del 2008, es de 1.844 hectáreas, siendo los departamentos con mayor área sembrada San Pedro, Caaguazú, Itapuá, Alto Paraná y Paraguari; en Concepción la superficie cultivada es de 22 hectáreas (MAG, 2010).

Se consume mayormente en estado fresco, pues cuando alcanza la maduración adquiere su sabor dulce característico. También se consume industrializado en forma de fruta confitada, dulce y seca. Es una fruta versátil y con muchas utilidades, tiene vitaminas y antioxidantes, es nutritiva, refrescante y su aporte calórico es mínimo. Estas cualidades hacen que tenga gran aceptación en el mercado paraguayo, transformándose por ende en un rubro importante de diversificación para el pequeño productor de Concepción (Paraguay), caracterizado por su especialización en la producción de cucurbitáceas.

Los cultivares de mayor producción en la zona de Concepción son los de tipo Criollo, caracterizados por presentar frutos alargados de forma elipsoidal, y el sistema de producción empleado por los productores de la zona se basa principalmente en dejar que la planta crezca libremente sin realizar prácticas de conducción de las guías o ramas, como ser la disposición espacial de las plantas y la poda de ramas, técnicas estas de amplio uso en otras áreas dedicadas al cultivo de los cultivares del grupo mencionado.

Sangoluisa, (2000), menciona que es importante la implementación de ciertas prácticas que permitan incrementar la producción. Dicha producción estaría sujeta a las interacciones establecidas entre: planta, ambiente y prácticas fitotécnicas utilizadas (densidad de planta, métodos de conducción, poda y raleo); que condicionan las respuestas fisiológicas y consecuentemente agronómicas. La poda es una práctica que busca aumentar la producción y mejorar la calidad de la fruta, y facilitar otras actividades (Pereira, Nogueira, Pedrosa, Negreiros & Becerra, 2003).

Con base a lo mencionado, este trabajo fue desarrollado con la finalidad de evaluar el efecto de la disposición espacial de las plantas y del número de guías en el cultivo de melón



Metodología

El estudio, en su fase experimental, se realizó en el periodo comprendido entre octubre de 2016 y enero del 2017 en finca particular localizada en el Distrito de Belén, Concepción, Paraguay, ubicado en las coordenadas 23° 27' 58" S, 57° 15' 43" O y altitud 79 msnm.

La temperatura media anual en Belén se encuentra en 23,5 °C; la precipitación promedio es de 1346 mm al año. El mes más seco es agosto, con 48 mm. El mes en el que se tienen las mayores precipitaciones del año es noviembre con 161 mm (DMH, 2017).

El suelo se caracteriza por presentar una textura areno-franca, el contenido de materia orgánica en los 20 cm superficiales es de 0,96 % (bajo), pH es ligeramente ácido, con valores de 5,61, nivel de fósforo 3,2 ppm; los niveles de potasio, Calcio, magnesio y Sodio 0,09; 2,91; 0,55; 0,06 cmol.kg⁻¹, respectivamente de acuerdo con el análisis de suelo efectuado por el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción.

El diseño experimental que se utilizó para el estudio fue el de Bloques Completos al Azar, con un arreglo de parcelas subdivididas 2 x 2, siendo la parcela principal el sistema de plantación [Cuadrado (2,0 x 2,0 m) y Tresbolillos (2,0 x 1,0 m)] y la secundaria, el número de guías (2 Guías y 4 Guías) y cinco repeticiones; cada unidad experimental (UE) comprendió parcelas de 36 m² (6,0 x 6,0 m) y el área experimental total fue de 720 m².

Una vez seleccionado el área experimental, se procedió a la limpieza del terreno, para luego a la preparación del suelo mediante una rastreada. Posteriormente a lo trazado de la unidad experimental (UE). La siembra se efectuó en forma directa, depositándose

2 semillas de melón de la variedad Gaucho en cada hoyo, realizándose el raleo a los 15 días después de la emergencia, dejando una planta por cada punto de siembra. La aplicación de fertilizantes se realizó de acuerdo a la recomendación de análisis, la cual se cumplió a cabalidad.

Para el número de guías se efectuó una poda apical una vez alcanzada 9 hojas a la altura de la sexta hoja dejando solamente (2) dos guías en las plantas que deben recibir este manejo como parcela secundaria y, cada una de las dos guías iniciales fue podada a la altura de la sexta hoja nuevamente, para lograr las (4) cuatro guías para el otro nivel de la parcela secundaria. Todas las ramificaciones posteriores fueron eliminadas de manera a mantener el número de guías indicado en el tratamiento y una vez que se inició el fructificación, se realizó desbaste de frutos, dejando 4 frutos por guía para el nivel (2 guías) y 2 frutos por guías para el nivel (4 guías) de manera a mantener (8) ocho frutos por plantas. Se implementó un sistema de control de malezas mediante la carpida utilizando azada, estos se realizaron en tres oportunidades y el control de enfermedad y plaga utilizando producto a base Metalaxil para el control de mildew y producto con un ingrediente activo de Abamectina para pulgones. La cosecha se realizó a los 90 días después de la emergencia, elegidas cuatro plantas por UE, cuando los frutos presentaron madurez comercial, determinada por el color amarillo-naranja, en la cual se utilizó un cuchillo para cortarlos. Las variables evaluadas fueron peso del fruto por planta (g.pl⁻¹) se cosecharon los 8 frutos de cada planta y se determinaron mediante una balanza electrónica de 0,01 g de resolución. Diámetro polar (DP, cm) y ecuatorial de frutos (DE, cm) se midieron en cada uno de los frutos cosechados mediante las reglas.



Los datos registrados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA) mediante el Test F, y en los casos en que se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación de medias entre sí por el Test de Tukey al 5 %.

Resultados y discusión

La media de peso del fruto por planta, diámetro ecuatorial en función al sistema

de plantación presentan diferencias significativas en los factores estudiados y no así en las variables diámetro polar y Sólidos solubles totales. En el factor número de guías no se observaron diferencias significativas en diámetro ecuatorial y sólidos solubles totales, a diferencia en el diámetro polar y peso de frutos registraron diferencia estadísticamente. La interacción solo presenta en la variable peso medio de frutos por planta.

Tabla 1. Comparación de media de peso del fruto por planta (gr) en función al sistema de plantación y al número de guías de *Cucumis melo* L.

Sistema de plantación	Números de Guías			
	2 Guías		4 Guías	
Cuadrado	6363,5	®B a	5424,5	B b
Tresbolillo	6948,0	A a	5657,7	A b
C.V: 1,48%				
DMS: 145,13				
Media general: 6098,43				

®Medias seguidas por la misma letra mayúscula para columnas (Factor A dentro de B) y minúsculas para filas (Factor B dentro de A) no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5 % de probabilidad de error; C.V= coeficiente de Variación; DMS= diferencia mínima significativa

En la tabla 1, el peso medio de frutos por planta se observa diferencia en el sistema de plantación dentro números de guías. El sistema tresbolillo (2x1) consigue el mayor peso de frutos por planta dentro del factor B, no concuerda con lo obtenido por Resende y Costa (2003), donde observaron que a medida que aumenta la cantidad de plantas (menor distanciamiento de siembra), disminuye el peso promedio del fruto.

En cuanto al número de guías presentaron diferencias significativas dentro del

sistema de plantación, la planta de melón con 2 guías de ramas dentro del sistema (tresbolillo) es el que presenta mayor peso de frutos por planta alcanzando una media 6948,0 gr.pl⁻¹. Este resultado conforme a la información obtenida por Maruyama, Braz, & Cecílio Filho (2000) concluyeron que las plantas podadas y dejada con dos ramas presentaron mayor producción de peso. De la misma manera para la planta de melón con 4 guías dentro del sistema de plantación; resultando el sistema tresbolillo (2x1) obtuvo el mayor peso de frutos logrando la media 5657,7 gr.pl⁻¹. El resultado de esta investigación coincide con lo obtenido en otros ensayos con melón en invernadero, donde el número de tallos por planta sí afectó el peso promedio del fruto (Gualberto, Resende & Losasso, 2001; Barni, Barni, & Silveira, 2003).



Tabla 2. Comparación de medias de DP y DE en función al sistema de plantación y al número de guías de *Cucumis melo* L.

Parcela	Descripción	DP (cm)	DE (cm)
Sistema de plantación	Cuadrado	20,37 a [®]	11,87 a
	Tres bolillos	20,12 a	10,87 b
Número de guías	2 guías	20,62 a	11,62 a
	4 guías	19,87 b	11,12 a
C.V		2,85 %	4,39 %
DMS		0,65	0,56
Media general		20,25	11,37

[®]Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5 % de probabilidad de error; C.V.= coeficiente de Variación; DMS= diferencia mínima significativa

En el diámetro polar de melón (tabla 2), en el factor B (número de guías) presentó mayor diámetro polar de fruto en la planta de 2 guías con una media 20,62 cm, al practicar la poda de guías se esperaba que las interacciones entre la planta, ambiente y las prácticas agrícolas utilizadas, condicionaran respuestas fisiológicas y consecuentemente agronómicas desde el punto de vista cuantitativo, de acuerdo con lo manifestado por Martins, Peil, Schwengber, Assis & Mendez (1998), estos demuestran en este trabajo, pues se observaron un efecto positivo en el desarrollo de frutos de melón.

Sin embargo, el diámetro ecuatorial (tabla 2), en el factor A se registró mayor valor de esta variable en sistema de plantación cuadrado (2x2) diferenciando al tresbolillo (2x1). Estos resultados fueron conformes a los realizados por García, Rodríguez, Lugo & Rodríguez (2009), donde estudiaron cultivares y distancias de siembra, observaron que a medida que aumentaron el distanciamiento favoreció el mayor valor de diámetro.

Conclusión

La disposición espacial de plantas influye sobre el peso promedio de frutos por planta alcanzando mejores resultados en el sistema tresbolillo y diámetro ecuatorial de fruto en el sistema cuadrado (2x2). En relación al número de guías afectó positivamente en el peso y diámetro polar de fruto practicado con 2 guías por planta. La mejor combinación de los factores en la variable peso de frutos por planta se produjo en sistema tresbolillo y el número de 2 guías de planta de melón.

Referencias bibliográficas

- Barni, V., Barni, N. A., & Silveira, J. R. (2003). Meloeiro em estufa: duas hastes é o melhor sistema de condução. *Ciência Rural*, 33(6), 1039-1043. Doi: 10.1590/ S0103-84782003000600007.



- DMH (Dirección de Meteorología e Hidrología). (2017). *Datos de los parámetros meteorológicos*. Paraguay.
- García, J. C., Rodríguez, G., Lugo, J. G., & Rodríguez, V. (2009). Efecto del cultivar y distancia entre plantas sobre características físico-químicas del fruto del melón (*Cucumis melo* L.). *Rev Fac Agron*, (Luz), 26, 141-158.
- Gualberto, R., Resende, F. V., & Losasso, P. H. L. (2001). Produtividade e qualidade do melão rendilhado em ambiente protegido, em função do espaçamento e sistema de condução. *Hortic Bras*, 19(3), 240-243. Doi: 10.1590/ S0102-05362001000300018
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2010. Análisis del Comportamiento de rubros Agrícolas. Censo Agropecuario 2008.
- Martins, S. R., Peil, R. M., Schwengber, J. E., Assis, F. N., & Mendez, M. E. (1998). Produção de melão em função de diferentes sistemas de condução de plantas em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília (BR), 16(1), 24-30.
- Maruyama, W. I., Braz, L. T., & Cecílio Filho, A. B. (2000). Condução de melão rendilhado sob cultivo protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 18(3), 175- 178.
- Pereira, F. H. F., Nogueira, I. C. C., Pedrosa, J. F., Negreiros, M., & Becerra, F. N. (2003). Poda da haste principal e densidade de cultivo na produção e qualidade de frutos em híbridos de melão. *Hortic Bras*, 21(2), 192-197.
- Resende, G. M., & Costa, N. D. (2003). Produção e qualidade do melão em diferentes densidades de plantio. *Hortic Bras*, 21(4), 690-694.
- Sangoluisa, R. F. E. (2000). Evaluación agronómica de cuatro podas en las variedades de melón Hymark y MA212F1 bajo protección en El Zamorano, Honduras (Tesis de Grado). Honduras: CCPA. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1409/1/CPA-2000-T062.pdf>



Análisis bioeconómico de dos sistemas de terminación de bovinos machos enteros en confinamiento

Wenninger León, H.A.^{1*}, Paniagua Alcaraz, P.L.¹, Ocampos Olmedo, D.A.¹, Alonzo Griffith, L.A.¹.

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

*ppaniagua@agr.una.py

Introducción

El confinamiento de ganado bovino implica la alimentación del animal con una dieta equilibrada en proteínas y energía y la restricción del movimiento del animal durante un período determinado de tiempo, con el propósito de alcanzar altas ganancias de peso, disminuir la edad de faena y mejorar la calidad de terminación. La rentabilidad del confinamiento de bovinos para terminación depende de la eficiencia de conversión del animal que se engorde, del costo de los alimentos y del precio por kilogramo de carne producido. Entre el 85 y 90% de los costos en los sistemas de confinamiento están asociados a la compra de animales y a la alimentación. Lo anterior significa que dichos sistemas requieren de un gran flujo de caja y por lo tanto reaccionan fuertemente, en el corto plazo, a las variaciones de los precios (Deblitz 2011). El tiempo de terminación de un biotipo bovino determinado puede impactar sobre la rentabilidad del emprendimiento ganadero, considerando el efecto que tiene la fisiología animal, la conversión del alimento y el costo en que se incurre con la prolongación o no del periodo de terminación.

La investigación tuvo como objetivos evaluar la factibilidad técnica y económica del confinamiento de ciclo largo en bovinos machos enteros sin raza definida con respecto al ciclo tradicional. Para ello,

fueron determinados el comportamiento productivo (ganancia diaria de peso, ganancia total de peso, eficiencia de conversión y rendimiento de carcasa) y la rentabilidad del ciclo largo con relación al ciclo tradicional mediante la comparación entre el costo y el ingreso marginal.

Metodología

La investigación se realizó en la Estancia Santa Asunción, situada en el Barrio San Pedro del departamento de San Pedro, Paraguay. Se utilizaron 242 bovinos machos enteros adquiridos de varios puntos del país (sin raza definida), con un peso promedio de 345 ± 20 kg y 20 meses de edad. Los mismos fueron introducidos en un sistema de engorde a corral, para su terminación. El diseño estadístico utilizado fue el cuasi experimental comparativo con dos tratamientos, T1: ciclo tradicional (102 días), y el T2: ciclo largo (125 días). Los animales fueron distribuidos al azar en cada tratamiento, con 121 animales cada uno. Los animales que fueron evaluados estuvieron en dos corrales distintos de 50 x 60 m con batea de 50 m de largo y un bebedero compartido. La dieta estuvo compuesta por silaje de maíz, silaje de pasto Camerún, maíz grano húmedo, expeler de soja y núcleo, para proveer una ración con 14% de proteína bruta y 76% de NDT. La ración fue proporcionada en cuatro veces al día



en proporciones iguales, Para la medición de los parámetros de comportamiento productivo de los animales se realizaron dos pesajes, el primero un día antes de la entrada al confinamiento, luego al final del experimento, ambos pesajes con ayuno previo de 18 horas. Para el análisis del estudio técnico y económico se utilizaron indicadores técnicos como: la ganancia diaria de peso (GDP) medida a partir de los registros de peso de entrada y salida de los animales en el establecimiento, relacionando el peso vivo (PV) del animal con la duración del confinamiento; la ganancia total de peso (GTP) obtenida a partir de la diferencia entre peso vivo final y peso vivo inicial; el consumo animal se estimó mediante la diferencia de peso entre la ración ofrecida y el remanente en el comedero; la eficiencia de conversión se calculó relacionando la cantidad de materia seca (MS) consumida en todo el ciclo de producción (102 o 125 días) con la cantidad de peso vivo (PV) ganado por el animal; la variable rendimiento de la carcasa se determinó mediante la relación porcentual entre el peso final y el peso de carcasa de animal. Los indicadores económicos utilizados fueron: la renta total, obtenida por el producto entre el precio de venta por kilogramo y el peso de la carcasa al gancho en el frigorífico; el margen bruto, fue obtenido por la diferencia entre la renta total y el costo producción. Finalmente, el

lucro de la actividad fue obtenido por la diferencia entre la renta total y costo total.

Resultados y discusión

Los 242 animales evaluados en los distintos ciclos presentaron a la entrada un peso promedio de 344 ± 16 kg de peso vivo (PV) con máximo y mínimo de 360 kg y 320 kg. Según los datos de registros se puede observar que los animales del ciclo tradicional con 102 días obtuvieron una ganancia de peso de 1,42 kg de PV/d, mayor a los del ciclo largo con 125 días quienes presentaron una ganancia de 1,31 kg de PV/d, utilizando la misma dieta. Esta diferencia de ganancia de peso fue atribuida a que los animales con mayor tiempo de permanencia en los corrales tendrían un mayor requerimiento energético para la misma ganancia de peso por estar en un estado fisiológico más avanzado, disminuyendo así su ganancia de peso por día. Scheffer, citado por Torales (2013), menciona que la ganancia de peso, en óptimas condiciones de alimentación, depende de la edad del animal, ya que su curva decrece a medida que aumenta su edad y desarrollo corporal, esto se debe a la disminución del consumo relativo de alimento por unidad de peso, así como a la mayor demanda de energía para la formación de grasa.

Cuadro 1. Registro de entrada, salida y resultados productivos de los animales en los distintos ciclos. Santa Asunción – San Pedro, 2018.

Ciclos	Animales	Días	Peso (kg)			Final	GDP* (kg)	GPT** (kg)
			Inicial					
			Max	Min	Promedio			
Tradicional	121	102	360	321	349,00	493,77	1,42	144,77
Largo	121	125	360	320	340,00	503,75	1,31	163,75

*GDP: Ganancia diaria de peso **GPT: Ganancia total de peso



Por su parte, Moreira et al. (2009) reportaron ganancias superiores de peso de 1,6 kg/d en 69 días de confinamiento de machos enteros, con una ración constituida por 85% de maíz grano entero y 15% de un núcleo mineral – proteico – energético. Latimori et al. (2013) en su investigación con novillos de biotipo británico obtuvieron ganancias de peso 1,5 kg de PV/d en 90 días de confinamiento, con una ración de base proteica de expeler de soja. Estas mayores ganancias podrían ser atribuidos a la composición de las raciones, además, que los mismos no incluyen el periodo de acostumbamiento. Resultados inferiores fueron reportados por Celestino et al. (2016) en un periodo de confinamiento de cuatro meses usando novillos con edad media de veinte meses, donde obtuvieron ganancias de 1,26 kg/d. En cuanto a la ganancia total de peso (GPT) los animales del ciclo tradicional registraron valores menores, siendo 19 kg por cabeza inferiores a los del ciclo largo.

Con respecto a la conversión alimenticia los animales del ciclo largo requirieron mayor cantidad de alimento por kilogramo de peso vivo ganado (9,91 vs 9,56, kgMS/kgPV), si bien es una diferencia pequeña, en un lote de novillos en confinamiento podría representar una menor eficiencia económica. El rendimiento de carcasa para el ciclo tradicional fue de 54,3%, mientras que para el ciclo largo fue de 53,3%. Esta diferencia 1% en rendimiento podría ser atribuido a un mayor engrasamiento de las carcasas de los animales del ciclo largo, estas grasas en exceso al momento de la faena son extraídas con los órganos internos y por último en el prolijado (retiro del exceso de grasa de cobertura) realizado a la carcasa.

En el cuadro 2 se presenta el resultado del análisis económico realizado para los dos ciclos de terminación de bovinos machos enteros.

Cuadro 2. Análisis económico de la terminación de bovinos machos enteros en ciclo tradicional y ciclo largo. Santa Asunción – San Pedro, 2018.

Descripción	Costos de producción		
	Unidad	Ciclo Tradicional	Ciclo Largo
Días de confinamiento	días	102	125
Número de Animales	cabezas	121	121
Costo de compra/Animal	U\$	554,7	554,7
Costo total/Animales	U\$	67.119,11	67.119,11
Costo de alimentación	U\$	15.404,95	18.906,25
Costo operativo	U\$	6.985,57	8.560,75
Total	U\$	89.509,64	94.586,11
Total /Animal	U\$	739,74	781,7
Ingresos			
Parámetros	Unidad	Ciclo Tradicional	Ciclo Largo
Peso Carcaza	Kg	268,05	265,9
Precio carcaza	U\$/kg	3,15	3,15
Ingreso Bruto/Animal	U\$	844,35	837,58
Ingreso Bruto Total	U\$	102.167,25	101.347,78

Costo operativo: insumos técnicos, medicamentos, energía eléctrica, transporte, mano de obra contratada y los gastos administrativos de los animales. Dólar 1\$= 5.900 guaraníes (12/2018).



En el cuadro puede observarse el impacto ejercido en el Ingreso Bruto de la prolongación del tiempo de terminación de los animales, donde el costo de alimentación y el costo operativo son 22% superior al ciclo tradicional, representando un 5,7% de incremento en el costo total. Moreira et al. (2009) en su estudio sobre un confinamiento en Brasil encontró que 77,7% representa al costo de adquisición de animales y 19,9% en alimentos, siendo valores similares a los obtenidos en este trabajo (71,0 y 19,9%, respectivamente). En cuanto al Ingreso Bruto Total se determinó un incremento del 0,8% en el lote de animales correspondientes al ciclo tradicional con respecto al ciclo largo.

El sistema de ciclo tradicional registró mejores resultados económicos, siendo superior los ingresos brutos al ciclo largo con una diferencia superior de 6.77 U\$ por animal. En cuanto al ingreso neto total el ciclo tradicional presentó un lucro positivo de 12.657,62 U\$, mientras que el ciclo largo de 6.761,67 U\$. Esto equivale a un índice de lucratividad de 12,4% y 6,67 %, respectivamente, lo cual indica la tasa disponible de los ingresos cubiertos del costo total de la actividad. En ingreso neto por animal para el ciclo tradicional fue 48,73 U\$ superior al ciclo largo.

Conclusión

Los sistemas de terminación de bovinos en confinamiento de ciclo largo y tradicional resultaron ser viables económicamente, sin embargo, el confinamiento de ciclo tradicional resultó ser más eficiente, tanto en los parámetros productivos como económicos.

Referencias bibliográficas

- Celestino, D; Filho Celestino, D; Barcellos, J; Zago, D; Sartori, E; Antunes, K; Andrade, N. (2016). Características da carcaça de novilhos terminados em confinamento com inclusão parcial na dieta de silagem de girassol Carcass. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 24(3):139-148.
- Deblitz, C. (2011). Beef and Sheep Network. (en línea). Consultado 22 de dic. 2019. disponible en www.agribenchmark.org/fileadmin/Dateiablage/B-Beef-and./bs-02-feedlot-es.pdf.
- Latimori, N; Kloster, A; Garis, M. (2013). Uso de expeller de soja como sustituto de la harina de soja en dietas de engorde de bovinos a corral. INTA 47(1):281-304.
- Moreira, SA; Thomé, KM; Ferreira, P da S; Filho, FBB. (2009). Análise econômica da terminação de gado de corte em confinamento dentro da dinâmica de uma propriedade agrícola. Custos e agronegócio 5(3):132-152.
- Torales, G. (2013). Análisis técnico y económico de distintas categorías bovinas de carne bajo sistema de confinamiento. Emboscada, Paraguay. 123p.



Tiempo de propagación de ondas de impacto para la caracterización de árboles en pie de clones de *Eucalyptus*

Bulman Hartkopf, C. ^{1*}, Winck, R. A. ¹, Fassola, H. E. ¹, Aquino, D. R. ¹, Stefani, P. M. ¹

¹EEA. INTA. Montecarlo, Misiones, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET).

*bulman.christian@inta.gob.ar

Introducción

En un programa de mejoramiento los parámetros genotípicos son variables que no pueden ser observadas y por lo tanto deben ser medidas cuantitativa o cualitativamente por medio de ensayos a campo (López, 2016). Obtener estos parámetros genotípicos, implica un elevado costo que puede ser reducido utilizando instrumentos acústicos que permiten estimar la rigidez de los árboles en pie (Matheson, Gapare, Ilic & Wu, 2008; Farrell, Innes & Harwood, 2012). Estos son métodos no destructivos, rápidos y confiables que determinan las características de la madera sin modificarlas (Fathi, Nasir & Kazemirad, 2020). Estas técnicas de amplio desarrollo y difusión en el mundo, en Argentina se empezó a utilizar desde los últimos 12 años (Fassola et al., 2014). Se pueden establecer correlaciones entre la velocidad de la onda de impacto y las variables medidas sobre árboles en pie, en trozas y en madera aserrada (Dickson, Raymond, Joe & Wilkinson, 2003; Valencia, 2008). Existen antecedentes partir de diferentes métodos para evaluar la calidad estructural de la madera de *E. nitens* (Farrell, et al., 2012) y *E. grandis* sobre la correlación entre el módulo de elasticidad dinámico por vibraciones longitudinales y módulo estático por métodos destructivos (Mastrandrea, Dacoregio, Sbravati & Lovatell, 2016).

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar los árboles en pie de cinco clones de *Eucalyptus* por medio de sus propiedades físico mecánicas.

Metodología

El estudio fue realizado con 5 materiales genéticos (Tabla 1) obtenidos de un ensayo ubicado en Leandro Nicéforo Alem, Provincia de Misiones, Argentina. El área de la plantación se sitúa en una longitud de 55°18'4.27"O, latitud de 27°37'22.88"S y a una altitud de 335 m.s.n.m. De acuerdo a los datos de la estación meteorológica de la Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul cercana (14 km S), la precipitación media anual es de 1955 mm, la temperatura media anual de 20,9°C. El mes más cálido es enero y el más frío es julio, con una frecuencia media anual de 10 a 12 heladas meteorológicas.

El sitio posee un suelo rojo profundo, tipo Ultisol, en posición de media loma. La clasificación de Köppen-Geiger y el régimen termoplumiométrico de Cerro Azul, se corresponde con el clima subtropical sin estación seca, designado como Cfa (Ramos, De Ruyver, Gattinoni, Garin & Garran, 2018).



Cuadro 1. Descripción de los materiales genéticos evaluados

Material Genético	Especie	n	DAP min.	DAP medio	DAP máx.	Desvío
EG INTA 157	Clon <i>E. grandis</i>	12	19,0	28,7	40,0	6,6
EG INTA 36	Clon <i>E. grandis</i>	12	23,4	33,7	41,9	5,8
GC INTA 24	Clon <i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	11	22,0	27,4	36,5	3,8
GC INTA 27	Clon <i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	11	22,6	32,0	40,1	5,6
GT INTA 31	Clon <i>E. grandis</i> x <i>E. tereticornis</i>	8	17,2	28,5	33,6	5,0

n: cantidad de árboles medidos. DAP: diámetro a la altura de pecho (cm)

El ensayo fue establecido en diciembre del año 2009 sobre un lote ex-yerbal, de suelo rojo profundo, con un espaciamiento de 4 x 2,5 m, resultando en una densidad de plantación de 1000 plantas/ha. El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar (BCA) con 5 repeticiones y parcelas de 4 plantas, con una bordura simple. La preparación del terreno consistió en un subsolado y rastra, el mantenimiento se realizó mediante carpida. No se observaron efectos de heladas ni problemas sanitarios durante su desarrollo. Anualmente se realizaron mediciones de diámetros a la altura de pecho (dap), altura total del árbol (h) y rectitud de fuste. Para evaluar la calidad estructural de la madera, a los 11 años de edad se eligieron 5 clones comerciales de potencial interés para la industria, 2 puros y 3 híbridos. Para ello se midieron los dap con forcípula, la h con Vertex y el tiempo de traslado de una onda de impacto de todos los árboles en pie mediante un dispositivo denominado *Tree Sonic* (*Fakopp*®). Paralelamente se tomaron muestras de madera de 5 mm de diámetro y 70 mm de longitud con un barreno tipo "Presler". Los tarugos fueron identificados, envueltos en papel de aluminio y colocados en una conservadora para evitar pérdidas de humedad. Luego se procesaron en el laboratorio y se determinó: la densidad verde (DV), básica (DB), anhidra (DA),

saturada (DS) y el contenido de humedad (CH) utilizando las ecuaciones (1), (2), (3), (4) y (5), respectivamente, según la norma americana ASTM D-2395-93 (ASTM International, 1997).

$$DV = P_v / V_v \quad (1)$$

$$DB = P_o / V_s \quad (2)$$

$$DA = P_o / V_o \quad (3)$$

$$DS = P_s / V_s \quad (4)$$

$$CH = ((P_v - P_o) / P_o) * 100 \quad (5)$$

Dónde: P_v : peso en verde, V_v : volumen en verde, P_o : peso anhidro, V_o : volumen anhidro, P_s : peso saturado, V_s : volumen saturado.

Para medir el tiempo de traslado de una onda de impacto se introdujeron los terminales del *Tree Sonic* aproximadamente a 50 mm dentro del tronco, separados una distancia de 1 metro sobre eje vertical, de esta manera fue posible calcular la velocidad del sonido (VS) (ecuación 6) (Proto, Macri, Bernardini, Russo & Zimbalatti, 2017; Wang, 2013), aplicando 3 golpes de martillo que luego fueron promediados. El módulo de elasticidad dinámico (MOEd) de cada clon se obtuvo por medio de la ecuación (7).

$$VS \left(\frac{m}{s} \right) = \frac{(1000 * distancia conocida (mm))}{(tiempo Fakopp (\mu m) + 2,8)} \quad (6)$$

$$MOEd = DV * VS^2 \quad (7)$$



Donde 2,8 es un factor de corrección estipulada por el fabricante del equipo.

Las variables fueron sometidas a un análisis de variancia, con un nivel de significancia $<0,05$ y comparado con un test de análisis de medias (Di Rienzo, Guzman & Casanoves, 2002) y un test de correlación de Pearson con el programa estadístico Infostat.

Resultados y discusión

El DAP medio fue de 30,4 cm y la HT media de 33,6 m para todo el ensayo. En cuanto a la altura total de los árboles se

observó una menor variación que en el diámetro. Entre los resultados obtenidos de las cuatro variables analizadas MOEd, VS, DB y DV para cada clon se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas (p -valor $<0,0001$) con un nivel de confianza del 95% (Figura 1). Donde el clon híbrido GC-INTA-27 presentó los mayores valores de MOEd, VS, DB y DV y el clon puro EG-INTA-157 los menores valores de las cuatro variables. Los otros clones EG-INTA-36, GC-INTA-24 y GT-INTA-31 exhibieron valores intermedios para todas las variables, aunque con diferentes agrupamientos.

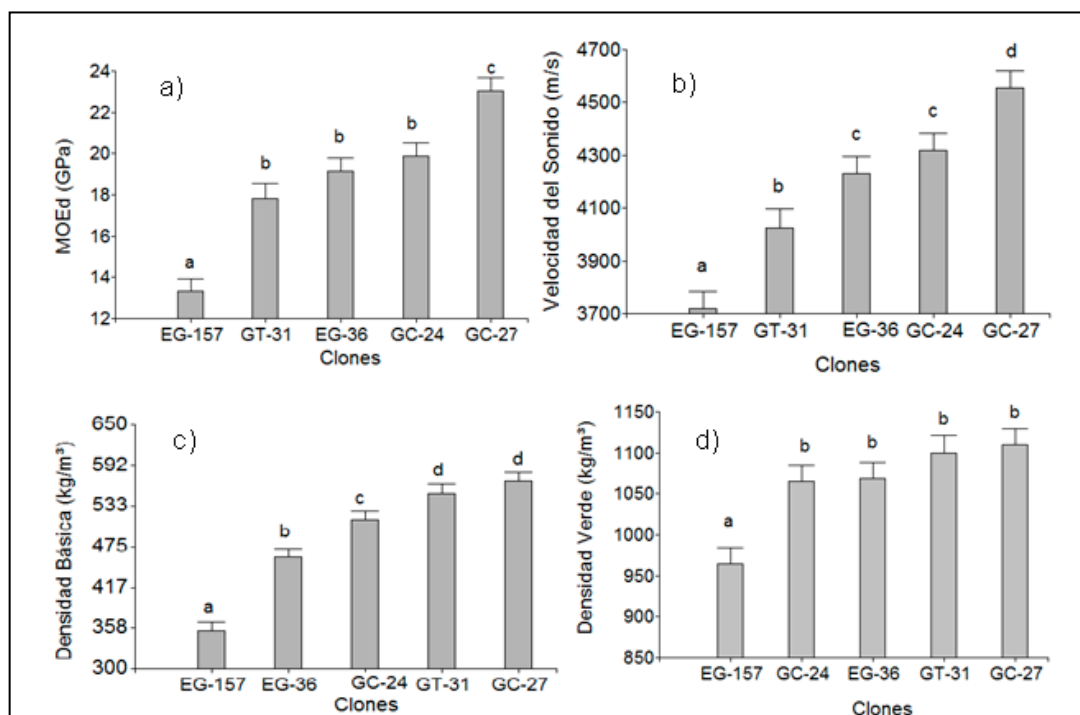


Figura 1. Variación entre clones para las variables a) MOEd, b) VS, c) DB y d) DV

Dickson et al., (2003) encontró para *E. dunnii* de 9 y 25 años, valores de MOE 14-15,5 GPa y VS de 1800-1600 m/s, respectivamente. Sin embargo, obtuvo valores de DV y DB superiores a las obtenidas en este estudio. Se observó una gran homogeneidad en los valores de la

DV dentro del rodal e incluso entre distintos materiales genéticos (Figura 1d). Con el test de correlación de Pearson se observó que la VS explica las variables de interés, MOEd, DB, DV, DA y DS (Tabla 2), los p -valores fueron altamente significativos ($<0,05$).



Cuadro 2. Correlación entre las variables VS, MOEd, DB, DV, DA y DS.

	VS (m/s)	MOEd (GPa)	DB (kg/m ³)	DV (kg/m ³)	DA (kg/m ³)	DS (kg/m ³)
VS (m/s)	1	0,0000	0,0001	0,0039	0,0001	0,0006
MOEd (GPa)	0,97	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DB (kg/m ³)	0,72	0,82	1	0,0000	0,0000	0,0000
DV (kg/m ³)	0,57	0,74	0,84	1	0,0000	0,0000
DA (kg/m ³)	0,72	0,82	0,99	0,82	1	0,0000
DS (kg/m ³)	0,65	0,74	0,90	0,79	0,88	1

Omonte & Valenzuela-Hurtado (2020) encontraron que la VS tiene correlación con la DB y no con la DV en ensayos de *E. nitens* de 18 años y 40 cm de DAP en Chile. Sin embargo, afirmaron que los resultados fueron no significativos. La VS tiene mayor variación dentro de un rodal y por eso resulta un mejor indicador del MOEd que la densidad (Chauhan & Walker, 2006). El conocimiento de estas propiedades permitirá a los productores forestales y foresto industriales, orientar de forma más adecuada el destino de sus bosques y los productos posibles a obtener de este material. Estos resultados aún deben ser contrastados con otros métodos acústicos y ensayos destructivos.

Para conocer las propiedades de la madera en reproducción se requiere un gran número de árboles en pie (clones) para ser evaluados de forma no destructiva, para que los individuos superiores puedan ser seleccionados como padres (Dungey, Matheson, Kain & Evans, 2006). Según nuestros resultados, recomendamos el uso del *Tree Sonic* como una herramienta acústica adecuada para determinar la velocidad del sonido y junto con la densidad poder predecir la rigidez de la madera en pie.

Conclusión

El clon híbrido de *Eucalyptus*, GC-INTA-27, presentó mayores valores de módulo de elasticidad dinámico, velocidad del sonido, densidad básica y densidad verde, esto podría indicar un mejor comportamiento físico-mecánico respecto a los clones puros, especialmente el EG-INTA-157. Este último, podría ser recomendado como madera para usos de "apariencia".

La velocidad del sonido es un buen estimador de la rigidez de la madera lateral y puede ser utilizado de manera confiable para caracterizar la madera en pie.

Agradecimientos Los autores agradecen a ANPCyT por el financiamiento (PICT 2016 0445), al propietario del terreno Sr. Ricardo Schesani, a los Ing. Javier Oberschelp y Leonel Harrand de EEA-INTA Concordia quienes instalaron el ensayo y a los técnicos de EEA-INTA Montecarlo, Diego Bogado y Tomás J. Haberle por el apoyo en las actividades de campo.



Referencias bibliográficas

- ASTM International. (1997). ASTM-D2395-93 1997 e1: Standard Test Methods for Specific Gravity of Wood-Based Materials. West Conshohocken, PA, USA: ASTM International.
- Chauhan, S. S., & Walker, J. C. F. (2006). Variations in acoustic velocity and density with age, and their interrelationships in radiata pine. *Forest Ecology and Management*, 229(1-3), 388-394. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.04.019>
- Dickson, R. L., Raymond, C. A., Joe, W., & Wilkinson, C. A. (2003). Segregation of *Eucalyptus dunnii* logs using acoustics. *Forest Ecology and Management*, 179(1-3), 243-251.
- Di Rienzo, J. A., Guzman, A. W., & Casanoves, F. (2002). A multiple comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree obtained by average linkage of the matrix of euclidean distances between treatment means. *JABES*, 7(2), 129-142.
- Dungey, H. S., Matheson, A. C., Kain, D., & Evans, R. (2006). Genetics of wood stiffness and its component traits in *Pinus radiata*. *Can J For Res*, 36, 1165-1178.
- Farrell, R., Innes, T. C., Harwood, C. E. (2012). Sorting *Eucalyptus nitens* plantation logs using acoustic wave velocity. *Australian Forestry*, 75(1), 22-30. <https://doi.org/10.1080/00049158.2012.10676382>
- Fassola, H. E., Videla Galaret, D., Winck, R. A., Area, M. C., Crechi, E. H., Keller, A. E., Maestri, G., & Mastropaolo, J. (2014). Relación entre métodos acústicos con propiedades anatómicas y físico mecánicas de *Pinus taeda* L. sometido a raleos. En Actas XVI Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales de Eldorado Productos e Industrias Forestales (pp. 611- 618). Argentina.
- Fathi, H., Nasir, V., & Kazemirad, S. (2020). Prediction of the mechanical properties of wood using guided wave propagation and machine learning. *Construction and Building Materials* 262. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120848>
- López, J. A. (2016). Variación genética de propiedades físicas y organolépticas de importancia para usos sólidos de alto valor de clones híbridos de *Eucalyptus* en Entre Ríos. En xxx Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia.



- Mastrandrea, C. A., Dacoregio, H. M., Sbravati, M., & Lovatell, Q. C. (2016). Utilización de métodos no destructivos por vibración para evaluar el módulo de elasticidad en tablas aserradas de *Eucalyptus grandis*. En XXX Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia.
- Matheson, A. C., Gapare, W. J., Ilic, J., Wu, H. X. (2008). Inheritance and genetic gain in wood stiffness in radiata pine assessed acoustically in young standing trees. *Silvae Genet*, 57, 56–64.
- Proto, A. R., Macri, G., Bernardini, V., Russo, D., & Zimbalatti, G. (2017). Acoustic evaluation of wood quality with a non-destructive method in standing trees: A first survey in Italy. *iForest*, 10, 700-706. doi: 10.3832/ifor2065-010
- Omonte, M., & Valenzuela Hurtado, L. (2020). Relación entre la velocidad de la onda acústica y distintas características de la madera, en arboles de *Eucalyptus nitens* con dimensiones aserrables. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 22(4), 559-568. doi: 10.4067/S0718221X2020005000414
- Ramos, S., De Ruyver, R., Gattinoni, N., Garin, R., & Garran, S. (2018). Estación agrometeorológica del INTA Concordia. 50 años de servicio a la comunidad. INTA Ediciones. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_50_anos_estacion_agrometeorologica_eea_concordia_inta.pdf
- Valencia, J. (2008). Application of non-destructive evaluation techniques to the prediction of solid-wood suitability of plantation grown *Eucalyptus nitens* logs. MSc Thesis, University of Tasmania, Australia. <https://eprints.utas.edu.au/22211/>.
- Wang, X. (2013). Acoustic measurements on trees and logs: A review and analysis. *Wood Science and Technology*, 47(5), 965–975. <https://doi.org/10.1007/s00226-013-0552-9>.



Efecto de la aplicación de fertilizantes foliares en el cultivo de poroto (*Vigna unguicula* L.)

Lezcano Caballero, J. R.^{1*}, Pavón Toledo, C.S.¹, Sosa Rivas, D. C.¹, Sales Benítez, J. D.¹

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

*jose.lezcano@agr.una.py

Introducción

En Paraguay, la agricultura actual ha pasado por grandes cambios tecnológicos. La globalización, el agronegocios han provocados reflejos en la cadena productiva de varios cultivos, principalmente de aquellas que dependen del uso de gran volumen de insumos, especialmente fertilizantes y defensivos agrícolas. Estos cultivos tienen un costo de producción más elevado cada año y, en consecuencia, los productores han buscado nuevas opciones para sus arreglos productivos (Embrapa, 2011). El Poroto (*Vigna unguiculata* L.) Es una leguminosa importante para el consumo humano y se destaca por su importancia socioeconómica para las familias de las regiones rurales. Es un cultivo bastante versátil en términos de mercado, pudiendo ser comercializada en forma de granos secos, vainas y granos verdes o (poroto peky) (Moura, 2017). Para conseguir la máxima productividad del poroto es recomendable la fertilización del mismo ya sea vía foliar o raíz, En cualquier condición en la cual se desarrolle, la planta absorbe los nutrientes de la solución del suelo a través de su sistema radicular. La raíz es el órgano responsable de la absorción salina y del agua. Sin embargo, la investigación ha demostrado que es factible alimentar las plantas por vía foliar, en particular cuando se trata de corregir deficiencias de elementos menores. (Frota, Morgano & Silva, 2008). El objetivo del trabajo fue determinar la combinación

más apropiada y eficiente de fertilizantes foliares e inoculantes de semillas en el cultivo de poroto a fin de obtener mayor producción y calidad del producto.

Metodología

El experimento fue ejecutado en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción. Filial San Pedro del Ycuamandyyú entre los meses de agosto a noviembre del 2018. El tipo de suelo pertenece a la textura franco arenosa con estructuras en bloques subangulares, pequeños débiles con un contenido aproximado de 1,2 % de materia orgánica, bases de cambio menores a 2 cmol.kg⁻¹ de suelo y saturación de bases mayor que 50% perteneciente al orden de los Alfisoles (López et al. 1995)

Los tratamientos consistieron en la combinación de tres fertilizantes foliares (Ajifol CoMo + Ajifol plus + Ajifol CaBo amino) y un testigo absoluto sin fertilización. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, siendo la unidad experimental (UE), parcelas de 2 x 5 m (10 m²), con camineros de 2 m entre bloques y 1,5 m entre unidades experimentales, totalizando una superficie de 427,5 m². Las dosis de los fertilizantes utilizados fueron de 0,50 l.ha⁻¹. Las variables en medición fueron evaluados en plantas seleccionadas al azar de las



heleras centrales recogidas 10 vainas para números de granos por vaina y cosechas totalmente para el rendimiento.

Los resultados fueron sometidas a análisis de varianza mediante el test de Fisher y a las medias de cada tratamiento, para cada uno de los parámetros evaluados fueron comparadas entre sí mediante el Test de Tukey al 5%. Fue utilizado el paquete estadístico ESTAT de la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias de la Universidad Estadual de Sao Paulo Facultad de Ciencias Agrarias e Veterinarias, 1996. El modelo matemático

utilizado para los análisis estadísticos es la siguiente: $Y_{ij} = \mu + \alpha_{ij} + \beta_{ij} + \epsilon_{ij}$, en donde: Y_{ij} : es la variable dependiente, μ : es la media general, α_{ij} : es el efecto de los tratamientos, β_{ij} : es el efecto de los bloques y ϵ_{ij} : es el error experimental.

Resultados y discusión

En el cuadro 1, se presentan número de granos por vaina y rendimiento del cultivo de poroto determinado por efecto los diferentes tratamientos.

Cuadro 1. Numero de granos por vaina y rendimiento del cultivo de poroto determinado por efecto los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Numero de granos por vaina (un.vaina ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
8	14,3333 A	1.456,3 A
2	14,3333 A	1.370,0 A
4	13,6667 A	1.360,0 A
1	15,0000 A	1.071,0 AB
6	14,0000 A	0.928,0 B
5	15,0000 A	0.893,3 B
3	13,6667 A	0.803,0 B
7	14,0000 A	0.736,0 B
CV:	13,73 %	4,08 %

T₁: Testigo

T₂: 0,5 L/ha. CaBo Amino

T₃: 0,5 L/ha. Agifol plus

T₄: 0,5 L/ha. Agifol plus + 0,5 L/ha. Agifol CaBo Amino

T₅: Agifol CoMo.

T₆: Ajifol CoMo + 0,5 L/há Ajifol CaBo amino

T₇: Ajifol CoMo + 0,5 L/há Ajifol Plus

T₈: Ajifol CoMo + 0,5 L/há Ajifol plus + 0,5 L/há Ajifol CaBo amino.



Medias seguidas de la misma letra no difieren entre sí en el nivel de significancia del 5% por el Test de Tukey:

CV: coeficiente de variación

En número de granos por vaina no influyó la aplicación de fertilizantes foliares. Estos resultados coinciden con lo señalado por Berger, Viera y Araújo (1996) quienes mencionan que no encontraron diferencias significativas en su experimento realizado sobre aplicación de Mo, Ca, Bo, P y K vía foliar en el cultivo de poroto, resultado similar a lo obtenido en este trabajo de investigación en donde no se observa resultado significativo en el aumento de número de granos con la aplicación de estos elementos mencionados. Por su parte (Filho, 2008) obtuvo una media de 13,5 granos por vaina en una investigación sobre aplicación de molibdeno vía foliar se estima que estimula a la formación de nódulos en el poroto lo cual en muchas ocasiones llega a producir más vainas y granos.

En el rendimiento se registraron diferencias significativas debidas a los tratamientos. La combinación de los tres fertilizantes foliares fueron la que presentó mayor rendimiento de granos con $1.456,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, seguida de la aplicación de un solo fertilizante foliar (Ajifol CaBo amino) con $1.370,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y la combinación de (Ajifol plus + Ajifol CaBo amino) con $1.360,0$ obtuvieron el mayor rendimiento, siendo estadísticamente similares entre si y ampliamente superiores a los demás. Superando al testigo sin aplicación con un valor de 50,53 %, 53,72 % y 54,11% respectivamente

El resultado de nuestro trabajo en el rendimiento coincide con lo reportado por (Lima, Andrade, & Carvalho 1999) en ensayo de fertilización foliar realizado en poroto, en donde encontró efecto significativo en sus resultados de rendimiento similar a lo obtenido en este trabajo de investigación. El rendimiento logrado con la aplicación de fertilizante foliar (*Ajifol CoMo + Ajifol plus + Ajifol CaBo amino*) $1.456,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ es menor al obtenido por (Junior et al., 2015) donde obtuvieron una media de $2.350 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ en un ensayo de influencia de dosis y épocas de aplicación de fertilizantes foliar en el cultivo poroto, con este resultado demuestra que se puede aumentar la productividad con la aplicación de fertilizantes vía foliar en el momento adecuado. La fertilización foliar ha demostrado su bondad en la respuesta positiva del cultivo, sin embargo, los incrementos de rendimiento por el uso de esta práctica han sido muy variables, lo que sugiere se hagan más trabajos en busca de optimizar la capacidad productiva del poroto, utilizando la fertilización foliar como un apoyo a la fertilización al suelo (Bertoldo, Pelisser, Silva, Favreto & Oliveira, 2015).

Conclusión

La mezcla de fertilizante foliar (Agifol CoMo, + Agifol Plus 0,5 l/ha, + Agifol CaBo amino 0,5 l/ha) aplicados al cultivo de poroto presentó un mayor rendimiento en los parámetros evaluados siendo lo recomendado estas formulaciones de fertilizante para producción del cultivo de poroto.



Referências bibliográficas

- Bertoldo, J. C., Pelisser, A., Silva, R. P., Favreto, R., Oliveira, L. A. (2015). Alternativas na fertilização de feijão visando a reduzir a aplicação de N-ureia. *Pesq Agropec Trop*, 45(3), 348-355.
- Berger, P. G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G. A. A. T. A. (1996) Efeitos de doses e épocas de aplicação do molibdênio sobre a cultura do feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 31, p. 473-480.
- Embrapa (2011) Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios /Francisco Rodrigues Freire Filho, et al.-Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2011.84 p. : il. ; 27 cm. ISBN 978-85-88388-21-5
- Filho, L. C. (2008). Adubação foliar com molibdênio no feijoeiro em Rondônia (dissertação Mestre em Agricultura Tropical). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil.
- Frota, K. M., Morgano, M., Silva, M. G. (2008). Utilização da farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) na elaboração de produtos de panificação. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* v.30, suppl. 1, p. 44-50.
- Junior, R. M., Gomes, I. S., Nascimento, M, V., Silva, B. R., Benett, C. V., Benett, K. S. (2015). Influência de diferentes doses e época de aplicação de boro na cultura do feijão caupi. En XXXV Congresso do Solo.
- Lima, S. F., Andrade, M. J., Carvalho, J. G. (1999). Resposta do feijoeiro à adubação foliar de boro, molibdênio e zinco. *Ciênc. e Agrotec., Lavras*, 23(2), 62-70.
- López, O; González, E; Llamas, PA; 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. Asunción, PY:MAG/SRNMA/BM/PRUT. V. 1, 197p.
- Moura, S. (2017). Produção de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) sob influência de potássio e micronutrientes em Paragominas/PAA driano dos Santos. En Congresso Brasileiro de Agronomia.



Punto de desbrote y fertilización potásica en la productividad y calidad del tomate

Ferreira, A. ^{1*}, Sosa, D. C. ¹, Rodríguez, H. N. ¹, Ortiz, W. N. ¹, Centurión, H. A. ¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Filial San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay

*alexis.ferreira24@gmail.com

Introducción

El tomate es una de las hortalizas más consumidas en el Paraguay y una de las más cultivadas por el pequeño horticultor como rubro de renta pero su rendimiento a nivel nacional es bajo es decir, el promedio de rendimiento nacional oscila el 2,5 kg planta⁻¹ debido a la ineficiencia en el manejo del cultivo y a la baja incorporación de tecnologías adaptadas a la agricultura familiar (DEAg-MAG, 2014). Varios factores son los causales de esta baja productividad, pues en la producción de tomate se aplican gran cantidad de técnicas que en su conjunto afectan este proceso. Dos de las técnicas que más se utilizan es el desbrote y la fertilización mineral, y entre los nutrientes que más influyen en la masa fresca de los frutos se encuentra el potasio, debido a su estrecha relación con la absorción de agua en la planta, en el proceso de apertura y cierre de estomas, unido a la translocación de azúcares por el floema (Nuño, 2007).

El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la influencia del punto desbrote y de la fertilización potásica en la productividad y la calidad del tomate.

Metodología

El experimento fue establecido en una finca particular de un productor localizado en la compañía Huguari del municipio de San

Pedro de Ycuamandyyú, departamento de San Pedro, Paraguay (latitud 24° 04'S, longitud 57° 05'W y altura: 90 m.s.n.m) entre los meses de mayo a octubre del 2018. Se utilizó semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) del cultivar Bright Pearl es híbrido de tipo Santa Cruz, crecimiento indeterminado, el fruto es grande y redondo de color rojo, peso promedio entre 130-160 g. La cosecha se efectúa aproximadamente a los 95 DDT, presenta resistencia a la Mancha bacteriana y Nemátodos (AGRICAL, 2015; Known-you seed, 2017), el espaciamiento fue 0,50 m x 0.70 m x 1,00 m, con un total de 12 plantas por UE, totalizando así 576 plantas, para una densidad de 23.530 plantas ha⁻¹ el diseño fue de bloques completos al azar con arreglo en parcelas subdivididas 3 x 4 teniendo así 12 tratamientos con 4 repeticiones, totalizando 48 unidades experimentales con un área de 1,7 m de ancho y 3 m de largo que resulta en una dimensión de 5,1 m² con área total de 244,8 m², siendo la parcela principal el punto de desbrote (2 a 4 cm; 4,1 a 6 cm y > 6 cm) realizadas a los 30 DDT y periódicamente como detalla los niveles y la secundaria, las dosis de potasio (0; 60; 120; 180 kg ha⁻¹) como fuente cloruro de potasio (00-00-60) aplicadas al momento del trasplante (4 a 5 hojas verdaderas) en dosis única. La siembra se efectuó en bandejas de plástico cargadas con sustrato comercial, se retiró una muestra compuesta de suelo y enviadas al Laboratorio de Suelos y Ordenamiento



Territorial de la FCA – UNA para su análisis y caracterización, la preparación del suelo se realizó en forma convencional 15 días antes del trasplante, el control de malezas se efectuó en dos oportunidades con carpidas, el control de plagas se efectuó mediante Cipermetrina con $1 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ de agua e Imidacloprid 1 g L^{-1} de agua y el control de enfermedades con cúpricos y carbamatos. La provisión de agua al cultivo fue por sistema de riego por goteo aplicado en dos oportunidades diarias una por la mañana y otro por la tarde durante 30 minutos, salvo los días con precipitaciones mayores a 15 mm. La cosecha fue a los 90 días DDT seleccionando las plantas de competencia perfecta y realizando cinco cosechas cada 3 a 4 días. Las determinaciones fueron; masa fresca de frutos por planta, número de frutos por planta, diámetro, longitud y masa individual de frutos. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza mediante test de F y las medias de cada tratamiento comparadas entre sí por el test de Tukey al 5% para ello fue utilizado el paquete estadístico ESTAT (Facultad de

Ciencias Agrarias e Veterinarias de São Paulo, 1996).

Resultados y discusión

La dosis de potasio presentó diferencias significativas de forma individual sobre ambos caracteres estudiados como así también el factor punto de desbrote de forma individual para la masa fresca de frutos por planta sin embargo en ningún caso se detectó efecto de la interacción de factores, el punto de desbrote no influyó sobre número de frutos por planta, para la dosis de potasio en ambos caracteres productivos registró diferencias significativas destacando la dosis de 180 kg ha^{-1} con 15,92 frutos por planta y $1.702,30 \text{ g planta}^{-1}$ de masa fresca de frutos por planta superando significativamente a las demás dosis. La masa fresca de frutos que mejor respondió al desbrote de 2 a 4 cm obtuvo media de $1.527,37 \text{ g planta}^{-1}$ de masa fresca por planta.

Cuadro 1. Número y masa fresca de frutos de tomate por planta en función a los factores en estudio en forma individual. FCA-SP. UNA. San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2018.

Parcela	Número de frutos por planta (frutos planta ⁻¹)	Masa fresca de frutos por planta (g planta ⁻¹)
Punto de desbrote		
2 a 4 cm	14,23 A	1527,37 A
> 6 cm	14,01 A	1515,85 AB
4,1 a 6 cm	13,93 A	1497,76 B
Dosis de Potasio (kg ha ⁻¹)		
180	15,92 a	1702,30 a
120	14,77 b	1603,93 b
0	12,83 c	1379,68 c
60	12,72 c	1368,73 c
C. V. Punto de desbrote (%)	2,30	1,71
C. V. Dosis de Potasio (%)	3,41	3,16



Medias seguidas por las mismas letras mayúsculas para punto de desbrote y minúsculas para dosis de potasio no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5 %. C.V: Coeficiente de variación.

Los resultados indican que el punto de desbrote influye sobre la masa fresca de frutos por planta pero no así sobre el número de frutos por planta. Por otro lado, las dosis de potasio indujeron efectos significativos sobre el número y la masa fresca de frutos por planta de tomate. En cuanto a la productividad del cultivo, la

media de 1.702,30 g planta⁻¹ y de 15,92 frutos planta⁻¹ logrado con la dosis de 180 kg ha⁻¹, están muy por debajo de alcanzado por Fayad, Rezende, Cardoso, Finger & Ferreira, (2001) donde evaluaron la producción de tomate de la variedad EF-50 del tipo Santa Cruz obtuvieron rendimiento comercial y total de 4,43 y 4,74 kg planta⁻¹, respectivamente, también Marques, Tibiola & Priebe (2000), comparando las variedades Carmen, Montecarlo y Ángela del tipo Santa Cruz obtuvieron rendimientos de 11,5; 10 y 7,7 kg m² y 54,7; 31,5 y 53,6 frutos por planta.

Cuadro 2. Diámetro, longitud y masa individual de frutos de tomate en función a los factores en estudio en forma individual. FCA-SP. UNA. San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay, 2018.

Parcela	Diámetro de frutos (cm)	Longitud de frutos (cm)	Masa de frutos (g frutos ⁻¹)
Punto de desbrote			
> 6 cm	5,88 A	7,99 A	108,20 A
2 a 4 cm	5,81 A	8,02 A	107,11 A
4,1 a 6 cm	5,78 A	7,98 A	107,20 A
Dosis de Potasio (kg ha ⁻¹)			
120	5,87 a	8,04 a	108,38 a
60	5,85 a	7,98 a	107,60 a
180	5,80 a	7,94 a	106,24 a
0	5,78 a	8,02 a	107,55 a
C. V. Punto de desbrote (%)	1,86	3,17	3,65
C. V. Dosis de Potasio (%)	2,31	1,65	2,48

Medias seguidas por las mismas letras mayúsculas para punto de desbrote y minúsculas para dosis de potasio no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5 %. C.V: Coeficiente de variación

No hubo efecto significativo de los factores en forma individual ni de la interacción de los mismos para todos los caracteres citados. Para el diámetro de frutos, longitud de frutos obtuvieron medias promedio de

5,82; 7,99 cm y la masa individual de frutos 107,5 g frutos⁻¹. En cuanto a las dosis de potasio, los mismos tampoco presentaron diferencias significativas para el diámetro de frutos y longitud de frutos con medias que alcanzaron en promedio 5,82; 7,99 cm y masa individual de frutos 107,44 g frutos⁻¹. Los valores medios de longitud de frutos obtenidos en esta investigación oscilaron entre 7,98 y 8,04 cm, los mismos son



superiores a los obtenidos por Cardoso et al. (2006); Shirahige, Melo, AMT, Purquerio, Carvalho, Melo (2010) y Shirahige (2009), cuyas medias oscilaron entre 5,6 a 6,4 cm. En cuanto al diámetro de frutos, se obtuvieron valores entre 5,78 y 5,88 cm similares a las obtenidas por Eklund, Caetano, Shimoya, Ferreira, & Gomes (2005) y Cardoso et al (2006), cuyas medias se encontraron entre 5,10 y 5,56 cm, en tanto, son inferiores a las medias obtenidas por Charlo, Souza, Castoldi, Braz (2009); Shirahige et al. (2010) y Shirahige (2009), quienes obtuvieron valores entre 6,0 a 6,6 cm. Cardoso et al. (2006) y Ferreira et al. (2010) encontraron valores que oscilan de 84,00 a 107,82 g fruto⁻¹, en variedades del grupo Santa Cruz próxima a rangos obtenidas en este trabajo.

Conclusión

El punto de desbrote influye sobre la masa fresca de frutos por planta pero no así sobre el número de frutos por planta, ni sobre el diámetro, la longitud ni la masa individual de frutos, las dosis de potasio indujeron efectos significativos sobre el número y la masa fresca de frutos por planta de tomate aunque este factor no afecta la calidad del fruto de tomate en términos de diámetro, longitud y masa individual de frutos. Se sugiere aumentar el tiempo de cosecha de manera a obtener un mejor comportamiento en cuanto a productividad, prolongando también el tiempo entre cosechas.

Referencias bibliográficas

- AGRICAL. (2015). *Tomate híbrido BRIGHT PEAR*. Recuperado de http://www.agricol.cl/web/wp-content/uploads/tomate_hibrido_bright_pearl.pdf
- Cardoso, S., Fermino, A., Brito, A., Araújo, L., Cardoso, C., Canto, M., & Goes, E. (2006). Qualidade de frutos de tomateiro com e sem enxertia. *Bragantia, Campinas* (BR), 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* (BR), 27, 144-149.
- DEAg-MAG (Dirección de extensión Agraria, Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2014). Fomente de la producción de tomate. Recuperado de http://www.mag.gov.py/dgp/UEA%20DGP%20MAG/Proyecto_Produccion_de_Tomate_2014.pdf
- Eklund, C., Caetano, L., Shimoya, A., Ferreira, J., & Gomes, J. (2005). Desempenho de genótipos de tomateiro sob cultivo protegido. *Horticultura Brasileira* (BR), 23(4), 1015-1017.
- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (1996). *ESTAT: Sistema para análises estatísticas: versão 2.0*. São Paulo, (BR). FCAV-UNESP.
- Fayad, J. A., Rezende, F.P.C., Cardoso, A.A., Finger, F.L., & Ferreira, F. A. (2001). Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* (BR), 3(19), 365-370.
- Ferreira, S. M. R., 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, Campinas* (BR), 30(1), 224-230.
- Known-you seed. (2017). *Brigth pearl tomato*. Recuperado de http://www.knownyou.com/en_index.EBDBP438



- Marques, F. C., Tibiola, A. E., & Priebe, A. J. (2000). Cultivo protegido de cultivares de tomateiro submetidas ou no a desbrota. *Horticultura Brasileira* (BR), 7(18), 190-191.
- Nuño, M. R. (2007). Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de mexicali, bajacalifornia. Recuperado de https://www.academia.edu/9762199/manual_de_producci%C3%93n_de_tomate_rojo_bajo_condiciones_de_invernadero_para_el_valle_de_mexicali_baja_california
- Shirahige, F. H. (2009). Produtividade e qualidade de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) dos segmentos Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos, em ambiente protegido (*Dissertação M. Sc.*). Piracicaba, Brasil: ESAL/USP.
- Shirahige, F. H., Melo, A. M. T., Purquerio, L. F. V., Carvalho, C. R. L., Melo, P. C. T. (2010). Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. *Horticultura Brasileira* (BR), 292-298.



Diversidad genética de clones híbridos de mandioca

Caballero, C. A. ^{1*}, Enciso-Garay, C. R.¹, Mendoza, A. R.²

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

²Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA). Centro de Investigación para la Agricultura Familiar. Choré, Paraguay.

*ceacaballero@gmail.com

Introducción

La mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), conocida con el nombre de *mandi'ó* en el idioma guaraní, siendo el principal cultivo de raíz producido y consumido en el Paraguay en estado fresco (cocida), almidón (industrial) y varias otras formas de consumo directo. Es cultivada en todos los continentes, siendo la tercera mayor fuente de carbohidratos en los trópicos, después del arroz y maíz (FAO, 2020).

A esta planta se lo considera como un recurso de gran valor para la alimentación en los trópicos, por presentar características agronómicas que permiten su explotación no solamente en condiciones de alta tecnología, como también con deficiencia de insumos y por presentar una amplia versatilidad en cuanto a las posibilidades de uso (Silva & Ferreira Filho, 2007).

La búsqueda por genotipos más productivos y mejor adaptados ha sido siempre uno de los objetivos de los programas de mejoramiento para el cultivo de mandioca (Barros et al., 2020). Por su importancia en la alimentación humana y animal, ha generado gran interés por su conservación, a partir de la búsqueda de genotipos que representan la mayor diversidad de la especie (Zago et al., 2017).

Estudios genéticos, para el conocimiento de la variabilidad genotípica, son de gran importancia para identificación de genotipos adecuados para obtención de híbridos con mayor efecto heterótico (Cruz, Ferreira & Pessoni, 2011).

El objetivo de este trabajo fue estimar la diversidad genética de mandioca para características de consumo en fresco e industrial de la colección de clones híbridos de Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA).

Metodología

El experimento se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA), Campus Universitario, San Lorenzo, cuyas coordenadas geográficas son: 25°19'35" latitud sur, 57°31'13" longitud oeste, durante los meses de setiembre de 2012 a junio de 2013.

Fueron evaluados 80 materiales pertenecientes a la colección de híbridos de mandioca de la FCA - UNA. Cada material fue plantado en una hilera de 5 m de largo sin repeticiones, distanciada a 1,0 m entre hileras y 0,70 m entre plantas.



Las evaluaciones se realizaron de seis plantas de cada clon híbrido y para el efecto se utilizaron los descriptores el Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI). Las variables analizadas fueron: rendimiento total de raíces (RTR) en kg ha⁻¹, contenido de materia seca por gravedad específica (CMS) en porcentaje y contenido de almidón (CAL) en porcentaje.

Los datos fueron sometidos a análisis multivariado por el método de más y menos similares, agrupado por la metodología de optimización de Tocher y dendrograma

de UPGMA, importancia relativa de los caracteres por el método de Singh (1981). Para todos los análisis estadísticos se utilizó el programa GENES (Cruz, 2016).

Resultados y discusión

El resumen del análisis de más y menos similares entre los clones híbridos muestra que entre los materiales 19 y 47 fue registrado la mayor distancia genética con un valor de 0,9 y, la menor distancia entre los genotipos 57 y 58 (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de distancia genética por el método de más y menos similares entre los 80 genotipos de mandioca. San Lorenzo, Paraguay, 2020.

Distancia	Genotipos	Valor
Máximo	19 y 47	0,9
Mínimo	57 y 58	0,0

La identificación de progenitores más distante genéticamente es de gran importancia, pues al ser cruzados, posibilitan mayor efecto heterótico, aumentando las chances de obtención de máxima variabilidad genética y genotipos superiores en generaciones segregantes (Cruz, Regazzi, & Carneiro, 2012).

El contenido de materia seca y de almidón son las variables de mayor importancia

para la contribución relativa de la distancia genética entre los genotipos con valores de 36,28% y 35,60%, respectivamente (Tabla 2). Estos resultados en cierta forma coinciden con los reportados por García et al., (2014) quienes realizaron una caracterización morfológica y agronómica de 50 cultivares del germoplasma cubano de mandioca, donde también encontraron diversidad genética en el rendimiento y contenido de materia seca.

Tabla 2. Contribución relativa de los caracteres para la distancia genética entre los 80 genotipos de mandioca. San Lorenzo, Paraguay. 2020.

Variables	S.J*	Valor (%)
Peso total de raíces	273,548	28,10
Contenido de materia seca	353,093	36,28
Contenido de Almidón	346,509	35,60

* Valor total bajo todos los *n* valores para la característica *x*.



Por el análisis de agrupamiento de Tocher fueron formados 10 grupos genéticos, siendo el primer grupo conformado por 44 genotipos, el segundo y cuarto grupo por 10 genotipos, el tercer grupo por

siete genotipos, el quinto grupo por tres genotipos, el sexto grupo por dos genotipos y el séptimo, octavo, noveno y décimo grupo con un genotipo cada uno (Tabla 3).

Tabla 3. Agrupamiento de Tocher para los 80 genotipos de mandioca. San Lorenzo, Paraguay. 2020.

Grupos	Genotipos	N° de Genotipos
I	57 58 40 38 35 11 63 42 55 21 73 45 31 26 54 44 4 15 72 49 64 22 24 59 7 2 51 50 13 77 71 41 67 74 23 9 30 68 37 28 8 25 48 39	44
II	56 62 3 27 69 32 75 33 29 53	10
III	6 12 80 20 78 5 79	7
IV	18 46 17 36 61 66 43 34 10 70	10
V	47 52 76	3
VI	60 65	2
VII	1	1
VIII	14	1
IX	16	1
X	19	1

Según Cruz et al., (2012), el agrupamiento tiene por finalidad reunir genotipos, de tal forma que exista homogeneidad dentro del grupo y heterogeneidad entre grupos.

El dendrograma representativo de la distancia genética presenta 10 grupos formados (Figura 1), siendo un grupo formado por el genotipo 16.

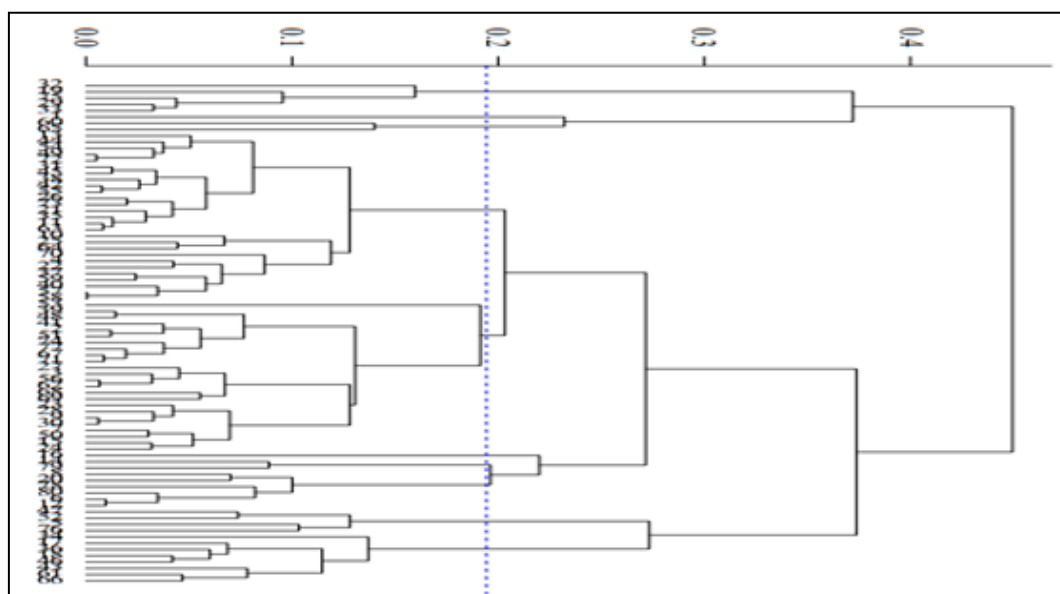


Figura 1. Dendrograma representativo de la distancia genética entre los 80 genotipos de mandioca por el método de UPGMA. San Lorenzo, Paraguay. 2020.



El potencial de mejoramiento de los cultivares fue determinado por las altas medias de las características agronómicas más importantes y la posición de los mismos en diferentes grupos obtenidos de la divergencia genética (Hallauer & Miranda Filho, 1981).

Conclusión

Se encontró diversidad genética entre los genotipos de mandioca para las características industrial. El contenido de materia seca y almidón son los caracteres de mayor importancia para la distancia genética.

Referencias bibliográficas

- Barros, P. P. V., Aguilera, J. G., Rezende, J. R., Taveira, A. C., Martin, W. C., Abreu, M. S., Zuffo, A. M. & Martinez, L. A. (2020). Diversidade genética entre acessos de mandioca por meio de caracteres agrônômicos. *Ensaio e Ciênc.*, 24 (1), 29 – 35.
- Cruz, C. D. (2016). Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum*, 38(4), 547 – 552.
- Cruz, C. D.; Regazzi, J. A. & Carneiro, P. C. S. (2012). Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. v. 1. 4 edição. Viçosa: UFV. 514p.
- Cruz, C. D., Ferreira, F. & Pessoni, L. A. (2011). Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema. 620p.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). Production crops. Recuperado de: .
- García, Y. B., Jiménez, M. D. M., Arbelo, O. C., Cabrera, A. R., Pérez, M. B., Pino, A. S., Torres, J. L., Vega, V. R. M., Alfonso, J. A. C., Díaz, E. R. & Pérez, D. R. (2014). Caracterización morfológica y agronómica de cultivares cubanos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Cultivos Tropicales*, 35(2),43-50.
- Hallauer, A. R. & Miranda Filho, J. B. (1981). Quantitative genetic in maize breeding. Ames: Iowa State University Press. 468p.
- Silva, J. da & Ferreira Filho, J.R. (2007). Produção de biomassa de mandioca. Recuperado de: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMF/24018/1/Mandioca_34.pdf
- Singh, D. (1981). The relative importance of characters affecting genetic divergence. *The Indian Journal of Genetics e Plant Breeding*, 41, 237-245.
- Zago, M.A.A., Barelle, M.A.A., Hoogerheide, E. S. S., Corrêa, C. L., Delforno, G. I. S. & da Silva, D. J. (2017). Morphological diversity of cassava accessions of the south-central mesoregion of the State of Mato Grosso, Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 16 (3), 1 – 10.



Efecto del transporte terrestre sobre la canal de bovinos Nelore en el Departamento de Amambay: un análisis descriptivo

Álvarez Rodríguez, A.L.¹, Vega Britez, G.D.^{1*}, Lesmo Duarte, N.D.¹,
Velazquez Duarte, J.A.¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Pedro Juan Caballero, Paraguay.

*gda_vega@hotmail.com

Introducción

Laganadería bovina en Paraguay representa uno de los principales *commodities* del país mediante la exportación de la carne. Actualmente, el rebaño está constituido por 14.026.143 cabezas, con un promedio aproximado de 190.000 cabezas faenadas mensualmente (SENACSA, 2020). Este volumen permitirá la exportación de aproximadamente 360.000 toneladas de carne en el año 2021 (USDA, 2020).

El avance de la exportación de la carne viene acompañado de diferentes exigencias del mercado consumidor, ejerciendo presión sobre el sistema de producción para maximizar el rendimiento y calidad del producto final, que es la carne.

Uno de los factores directamente relacionados a la calidad del producto final es el transporte de bovinos, desde la finca al frigorífico, que en Paraguay es mayormente realizado por vía terrestre. Factores como el tipo de camión, estado de las rutas, experiencia del conductor, duración del viaje, densidad de la carga animal, categoría animal, entre otros, pueden representar grandes pérdidas a la cadena de producción debido a la

presencia de contusiones o hematomas provocados en la canal, situación que puede drásticamente mermar la producción e incluso comprometer el status de calidad de la carne exportada. Además, en el trayecto, las malas condiciones de viaje pueden resultar en la muerte del animal, comprometiendo el mantenimiento de los estándares de producción que aseguran el bienestar animal (Petroni et al. 2013; Moreira et al. 2014; Romero, Uribe-Velásquez, Sánchez, Rayas-Amor y Miranda-de la Lama, 2017a; Nunes et al. 2018; Navarro, Bravo, Gallo, Clive y Phillips, 2019).

La ocurrencia de hematomas en la canal de bovinos transportados vía terrestre desde la finca hasta el frigorífico en la región norte de Paraguay ya fue estudiada por Vega, Centurión, Lesmo, Alvarenga y Velazquez (2019), quienes reportaron alta incidencia de la distancia sobre la ocurrencia de hematomas, en animales oriundos de cinco departamentos y faenados en un solo frigorífico. Sin embargo, en el departamento de Amambay aún no fueron registrados estudios similares. El objetivo del trabajo fue evaluar la ocurrencia de hematomas en las canales de bovinos Nelore influenciada por tres distancias recorridas y tres categorías animales.



Metodología

El estudio se realizó en el mes de noviembre del año 2020 en un frigorífico ubicado en el Distrito de Pedro Juan Caballero, departamento de Amambay, República del Paraguay. En total, fueron evaluadas 224 canales de bovinos Nelore, provenientes de tres propiedades y transportados por vía terrestre hasta el frigorífico en camiones especiales, habilitados por la institución competente. La cantidad de animales evaluada para el estudio fue conforme al flujo del frigorífico en el momento, es decir, conforme a los lotes destinados a la faena en ese momento.

Las canales fueron evaluadas conforme a la distancia recorrida, que fue de 10 (116 animales), 55 (32 animales) y 65 (76 animales) km desde el establecimiento

ganadero hasta el frigorífico y, además, conforme a la categoría animal transportada, es decir vaquillas (16), toros (40) y novillos (168).

La presencia de hematomas se contabiliza independientemente a la cantidad presente en cada canal, sin importar el tamaño o superficie de la misma. Los datos fueron presentados en frecuencia absoluta (porcentaje) según la cantidad de hematomas, de acuerdo con la metodología de Bethancourt-García et al. (2019) según las distancias recorridas y categoría animal.

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de los análisis descriptivos sobre la ocurrencia de hematomas en la canal de bovinos de la raza Nelore.

Cuadro 1. Total de canales, presencia o no de hematomas y porcentaje de hematomas en las canales de bovinos Nelore según distancia recorrida y categoría animal, año 2020.

	Total de canales	Sin hematomas	Con hematomas	Porcentaje de hematomas
Canales	224	154	70	31,30
<i>Distancia recorrida (km)</i>				
10 km	116	94	22	18,96
55 km	32	18	14	43,75
65 km	76	42	34	44,73
<i>Categoría animal</i>				
Vaquilla	16	8	8	50,00
Toro	40	31	9	22,50
Novillo	168	115	53	31,54

Se observan elevadas ocurrencias de hematomas en las canales, incluso en las distancias mínimas (10 km). Así mismo, a mayores distancias se puede apreciar una tendencia de las canales a presentar mayor ocurrencia de hematomas. La categoría vaquilla es la más susceptible de presentar hematomas en la canal, siendo que la mitad de ellas presentó hematomas.

La alta ocurrencia de hematomas en las vaquillas coincide con lo reportado por Vega, Centurión, Lesmo, Alvarenga y Velazquez (2019), quienes mencionan que las hembras, como vacas o vaquillas, presentan más lesiones en la canal probablemente debido a su alta reactividad comportamental durante el transporte, lo que ocasiona caídas y golpes que



perjudican a la canal en el momento de la evaluación de ésta en la cadena de faena.

Sánchez et al. (2019), en un estudio similar, en una planta de sacrificio en Sinaloa, México, constataron que la tasa de ocurrencia de hematomas supera el 75 % y que los factores de riesgo asociados a esa ocurrencia fueron el sexo y la distancia de origen de los animales, es decir, que las canales provenientes de que recorrieron más de 150 km de distancia para llegar al frigorífico presentaron mayor cantidad de hematomas. También, Nunes et al. (2018) enfatizan que a distancias más largas, el riesgo de animales con hematomas aumentan.

Moreira et al. (2014) verificaron que la relación de hematomas por grupo aumenta con la mayor distancia de transporte, siendo 43,75% y 95,58% de animales con hematomas para distancias menores y mayores que 200 km, respectivamente.

Según Tuninetti, Blainq y Otero (2016), los hematomas encontrados post faena normalmente son recientes, superficiales e irregulares, demostrando serios problemas o errores de manejo en los momentos previos a la faena que podrían afectar al bienestar animal. Además, según estos autores, la mayor ocurrencia de hematomas está relacionada a mayor pH de la carne, lo que puede significar el rechazo de los consumidores por el color oscuro desarrollado por la carne, inconvenientes en la elaboración de productos crudos, o una mayor probabilidad de desarrollo microbiano.

Wigham, Butterworth y Wotton (2018) destacan que actualmente existe una presión significativa sobre los operadores de empresas alimentarias para proteger el

bienestar de los animales que pasan por sus instalaciones de sacrificios. Además de la posibilidad de no cumplir con los requisitos legislativos y de los clientes, el bienestar deficiente en el sacrificio puede resultar en carne y productos cárnicos de mala calidad.

Para disminuir el efecto del transporte terrestre sobre la calidad de las canales, las industrias cárnicas necesitan crear un programa que incorpore datos de investigación sólidos, desarrollo de pautas concretas para el manejo de animales, educación de los empleados de transporte de ganado e implementación de una base de datos en línea (monitoreo) específicamente para personas que transportan ganado (Petroni et al. 2013; Schwartzkopf-Genswein, Ahola, Edwards-Callaway, Hale y Paterson, 2016; Sánchez-Hidalgo, Rosenfeld y Gallo, 2019).

Conclusión

La ocurrencia de hematomas fue observada en todas las categorías evaluadas. La distancia recorrida tiene influencia directa con la cantidad de hematomas presentes en las canales. La categoría vaquilla es más susceptible de presentar hematomas en las canales durante el transporte terrestre. El transporte de los animales desde la finca hasta el frigorífico debe recibir mayor atención de parte de las personas, organizaciones de productores, transportistas o de gobiernos, que toman decisiones, ya que además de ocasionar pérdidas económicas directas, al descontar los hematomas de las canales, puede comprometer el acceso a mercado externos con altas exigencias en cuanto al cumplimiento de parámetros de bienestar animal.



Referencias bibliográficas

- Bethancourt-García, J.A., Vaz, R.Z., Vaz, F.N., Silva, W.B., Pascoal, L.L., Mendonça, F.S., Vara, C.C., Nuñez, A.J.C. y Restle, J. (2019). Pre-slaughter factors affecting the incidence of severe bruising in cattle carcasses. *Livestock Science*, 222, 41–48.
- Moreira, P.S.A., Polizel Neto, A., Martins, L.R., Lourenço, F.J., Palhari, C. y Faria, F.F. (2014). Ocorrência de hematomas em carcaças de bovinos transportados por duas distâncias. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, 15(3), 689-695.
- Navarro, G., Bravo, V., Gallo, C., Clive, J.C. y Phillips, J.C. (2019). Physiological and Behavioural Responses of Cattle to High and Low Space, Feed and Water Allowances During Long Distance Transport in the South of Chile. *Animals*, 9, 229.
- Nunes, C.L.C., Oliveira, D.M., Baches, B., Escobar, L.S., Piazzon, C.J. y Fernandes H.J. (2018). Ocorrência de hematomas e lesões em carcaças bovinas e sua relação com o transporte rodoviário. *Bol. Ind. Anim.*, 75, 1-7.
- Petroni, R., Bürger, K.P., Gonçalves, P.O., Rossi, G.A.M., Vidal-Martins, A.M.C. y Aguilar, C.E.G. (2013). Ocorrência de contusões em carcaças bovinas em frigorífico. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, 14(3), 478-484.
- Romero, M.H., Uribe-Velásquez, L.F., Sánchez, J.A., Rayas-Amor, A.A. y Miranda-de la Lama, G.C. (2017a). Conventional versus modern abattoirs in Colombia: Impacts on welfare indicators and risk factors for high muscle pH in commercial Zebu young bulls. *Meat Science*, 123, 173–181.
- Sánchez, P.J.N., Robles, E.J.C., Portillo, L.J.J., Ríos, R.F.G., Leyva, M.K.H., Acuña, M.O.S., Félix, B.J.A. y Dávila, R.H. (2019). Prevalencia, caracterización y factores de riesgo asociados a contusiones en canales bovinas en una planta de sacrificio en Sinaloa, México. *Biocencia*, 21(3), 114-120.
- Sánchez-Hidalgo, M., Rosenfeld, C. y Gallo, C. (2019). Associations between Pre-Slaughter and Post-Slaughter Indicators of Animal Welfare in Cull Cows. *Animals*, 9(9), 642.
- Schwartzkopf-Genswein, K., Ahola, J., Edwards-Callaway, L., Hale, D. y Paterson, J. (2016). Transportation issues affecting cattle wellbeing and considerations for the future. *The Professional Animal Scientist*, 32, 707–716.
- SENACSA (Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal) 2020. Estadística Pecuaria. Consultado el 16 dic 2020. Disponible en: <https://www.senacsa.gov.py/index.php/Temas-pecuarios/estadisticas>
- Tuninetti, N., Blainq, L. y Otero, J.L. (2016). Evaluación de las contusiones y del pH en canales bovinas en un matadero de la provincia de Santa Fe. *InVet*, 18(2), 317–321.
- USDA (United States Department of Agriculture) 2020. Paraguay: Livestock and Products Annual. Consultado el 16 dic 2020. Disponible en: <https://www.fas.usda.gov/data/paraguay-livestock-and-products-annual-5>
- Vega, B.G.D., Centurión, A.A., Lesmo, D.N.D., Alvarenga, S.J.D. y Velazquez, D.J.A (2019). Efecto del transporte terrestre sobre la carcasa bovina en el norte de Paraguay. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 09(01), 35-41.
- Wigham, E.E., Butterworth, A. y Wotton, S. (2018). Review Assessing cattle welfare at slaughter – Why is it important and what challenges are faced?. *Meat Science*, 145, 171–177.



Efecto de la glicerina bruta en el desempeño de cabras: Un meta-análisis

Vega Britez, G.D.^{1*}, de Vargas Junior, F.M.²

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Pedro Juan Caballero, Paraguay.

²Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS, Brasil. *gda_vega@hotmail.com

Introducción

Entre los animales utilizados para suministrar alimentos de calidad a la población humana, cada vez más en aumento, se encuentra la cabra. El costo de la alimentación representa uno de los egresos de mayor importancia en los sistemas de terminación animal, por ello es relevante la identificación de alimentos alternativos de menor costo que permitan una producción eficiente sin comprometer la calidad de la carne y la salud humana.

La glicerina bruta (GB), un subproducto agroindustrial (gordura animal, aceites vegetales, etc.) que surge como alternativa para reemplazar alimentos energéticos como el maíz, viene siendo explorado debido a la disponibilidad existente en el mercado por la elevada producción de biodiesel, cuyo principal residuo es la glicerina bruta. Dependiendo de la región, precio de los granos de maíz, cantidad de demanda de animales terminados, el uso de la glicerina bruta puede presentar beneficios económicos a los productores y descomprimir, dando un uso sustentable a este subproducto (Gunn, Neary, Lemenager, & Lake, 2010; Almeida et al. 2017).

En investigaciones en rumiantes como bovino y ovino en terminación, la glicerina bruta demuestra ser un ingrediente interesante, pudiendo mejorar la calidad de

la carne para consumo humano, con potencial de cambiar la fermentación ruminal, que podría resultar en cambios en la concentración de ácidos grasos de cadena insaturada en la carne y los ácidos grasos correlacionados con el sabor de la carne (Alves e Dias et al. 2018), uso de GB hasta 18% o incluso hasta 30% en la materia seca de la dieta de ovinos son reportados por Andrade et al. (2018) y Almeida et al. (2017).

En cabras, la inclusión de glicerina bruta demuestra que no afecta la composición química de la carne y promueve mejora en la relación $\omega 6:\omega 3$, además, eleva la concentración de ácidos grasos poliinsaturados en la leche, que son beneficiosos para la salud humana (Novais-Eiras et al. 2018).

Sin embargo, en cabras, las investigaciones presentan heterogeneidad de criterios al recomendar el porcentaje de inclusión de la GB en animales en terminación, mientras, investigaciones de Chanjula, Pakdechuan, & Wattanasit (2015) no relatan efecto deletéreo sobre la carcasa y carne hasta 20% de inclusión de GB en la dieta.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar mediante un estudio meta-analítico el efecto de la glicerina bruta en el desempeño productivo y calidad de la carcasa de cabras en terminación.



Metodología

La investigación fue realizada en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, filial Pedro Juan Caballero, entre los meses de enero y febrero de 2020.

Para la selección de los trabajos científicos, fue realizada una revisión sistemática, utilizando como base de datos, el *Google Scholar*, *Science Direct* y *Scielo*. La búsqueda y selección de los artículos científicos se realizó desde el mes de

enero a febrero del año 2020, utilizando las palabras clave *crude glycerin*, *intake*, *goats*, *kids*, *carcass*, *meat quality*.

Se ha adoptado como criterios de inclusión la presencia de un tratamiento testigo (0% de GB) y por lo menos un porcentaje de GB en la dieta de cabras en terminación o engorde, sea en confinamiento o en pastura, presencia de datos referentes al consumo de materia seca y evaluación de las características de carcasas publicados entre los años 2014 a 2019 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Nombre de los autores de las publicaciones utilizadas para el meta-análisis, diferentes niveles de glicerol en la glicerina bruta y las revistas científicas donde fueron publicados los trabajos

Autores	Glicerol (%)	Revistas
Alves e Dias et al. (2018)	89,10	Revista Brasileira de Zootecnia
Araújo et al. (2019)	30,60	Biological Rhythm Research
Chanjula, Pongprayoon, Kongpan y Cherdthong (2016)	63,42	Tropical Animal Health Production
Chanjula, Pakdeechnuan y Wattanasit (2015)	87,61	Small Ruminant Research
Chanjula, Pakdeechnuan y Wattanasit (2014)	87,61	Asian Australasian Journal Animal Science
Chanjula y Cherdthong (2018)	63,42	Asian Australasian Journal Animal Science
Dias et al. (2016)	87,00	Ciência Rural
Matos et al. (2018)	89,10	Small Ruminant Research
Santos et al. (2015)	80,02	Ciência Rural
Máximo	89,10	
Promedio	75,32	
Mínimo	30,60	

Inicialmente fueron recopilados 15 artículos científicos, de los cuales se han seleccionado 9 publicaciones de acuerdo a los criterios de inclusión considerados para el meta-análisis (3 artículos publicados en revistas brasileñas y 6 en revistas de países como Corea del Sur, Holanda e Inglaterra). Fueron formados tratamientos

de diferentes niveles de glicerina bruta en la materia seca (MS) de la dieta. Ante la heterogeneidad o amplitud de los niveles utilizados en las publicaciones fueron agrupados en intervalos conforme a porcentaje de GB en la MS, oriunda de diferentes investigaciones (Cuadro 2).



Cuadro 2. Variables evaluadas según distintos autores y niveles de glicerina bruta en la dieta (%MS)

Autores	Nivel de Glicerina Bruta	Cantidad de cabras	Variables
Alves e Dias et al. (2018)	0%	14	PVI, PCF, CMS, GPD, PCC, RCF, AOB, FC
	10%	14	
Araújo et al. (2019)	0%	8	CMS
	7%	8	
	14%	8	
	21%	8	
Chanjula, Pakdeechanuan y Wattanasit (2014)	0%	4	CMS
	10%	4	
	20%	4	
Chanjula, Pakdeechanuan y Wattanasit (2015)	0%	6	PVI, PCF, CMS, GPD, CA, PCC, PCF, RCF, AOB, FC
	5%	6	
	10%	6	
Chanjula, Pongprayoon, Kongpan y Cherdthong (2016)	0%	4	CMS
	2%	4	
	4%	4	
	6%	4	
Chanjula y Cherdthong (2018)	0%	4	PVI, PCF, CMS, GPD, PCC, RCF, AOB, FC
	2%	4	
	4%	4	
Dias et al. (2016)	0%	5	PVI, PCF, CMS, GPD, PCC, RCF, AOB
	5%	5	
	10%	5	
	15%	5	
Matos et al. (2018)	0%	14	PCC, PCF, RCF, AOB, FC
	10%	14	
Santos et al. (2015)	0%	5	PVI, PCF, GPD
	4%	5	
	8%	5	
	12%	5	



Análisis de variancia y de regresión fueron realizados a partir de datos de cada variable dentro de cada nivel de glicerina bruta en la dieta. En las variables y niveles en que hubo significancia lineal o cuadrática fueron determinadas las ecuaciones de regresión, de acuerdo con el modelo que mejor se ajusta. Los análisis de variancia y de regresión fueron realizadas a través del software estadístico AgroEstat®, al nivel de 5% de probabilidad de error ($p < 0,05$).

Resultados y discusión

Se ha verificado que la inclusión de GB en la dieta de cabras en engorde no influyó sobre las características productivas y de carcasas, excepto, en el nivel de entre 2 a

5% de GB donde se observa un incremento en la GPD ($p < 0,05$), sin ocasionar perjuicio sobre las demás características (Cuadro 3). En este caso, la cantidad de glicerina bruta a utilizar dependerá principalmente del costo de la dieta, pudiendo ser hasta 20% en base a la MS.

Es importante destacar la gran variabilidad entre el máximo y mínimo de glicerol presente en la glicerina bruta de los artículos evaluados, variando de 89,10 a 30,60% (Cuadro 1). Esto demuestra que existe una gran variabilidad de la glicerina bruta utilizada en la alimentación de cabras, sin embargo, el promedio de 75,32%, es un valor razonable que se encuentra mayormente en la literatura.

Cuadro 3. Valores promedios de las características productivas y de carcasas de cabras con diferentes niveles de inclusión de glicerina bruta en la dieta en base a la materia seca.

Variables	Niveles de glicerina (% MS)				EPM	valor - p			
	0	2 - 5	6 - 9,69	10 - 21		Gli	L	C	
PVI (kg)		18,72	18,87	18,30	21,25	1,831	-	-	-
PCF (kg)		29,30	29,66	29,58	30,67	1,750	0,240	0,866	0,638
CMS (kg/d)		980,14	951,65	981,68	883,41	121,1	0,932	0,186	0,415
GPD (kg/d)		0,118 b	0,127a	0,125ab	0,125ab	0,010	0,030	0,969	0,765
PCC (kg)		13,61	14,69	14,72	14,64	0,833	0,085	0,882	0,819
RCF (%)		45,91	49,05	45,21	47,75	1,995	0,238	0,951	0,929
AOB (cm ²)		10,84	11,53	11,12	11,05	0,617	0,881	0,966	0,792
FC (kg/f)		4,02	3,43	3,45	3,25	0,267	0,285	0,199	0,393

PVI= peso vivo inicial; PCF= peso corporal final; CMS= consumo de materia seca; GPD= ganancia promedio diario de peso; PCC= peso de carcasa caliente; RCF= rendimiento de carcasa fría; AOB= área de ojo de bife; FC= fuerza de cizallamiento.

^{ab}Letras minúsculas en la línea difieren entre los niveles de glicerina bruta en la dieta al 5% de probabilidad.

EPM: error padrón de la media

Gli= 0% de glicerina bruta en la dieta vs. 2 a 21% de glicerina bruta en la dieta.

L= regresión lineal

C= regresión cuadrática



El análisis realizado de las variables estudiadas permite unificar los resultados sobre la inclusión de GB en la dieta de cabra en terminación en relación a los trabajos individuales publicados. El uso de GB, en el intervalo de inclusión evaluado, no alteran los parámetros de consumo de materia seca ni las características de la carcasa y la carne de cabras, resultados similares a los observados por Alves e Dias et al. (2018) y Matos et al. (2018), sin embargo, Chanjula & Cherdthong, (2018); Novais-Eiras et al. (2018); Araújo et al. (2019) recomiendan para un uso adecuado la inclusión de 4, 7 y 9% en base a la MS, mientras, Dias, Silveira, Lançanova, Hill & Moletta, (2016); Chanjula, Pakdeechanuan, & Wattanasit, (2014) y Chanjula, Pakdeechanuan & Wattanasit, (2015) constataron que el uso a niveles de 5, 10, 15 y 20% de GB en la MS no ocasionaron detrimento de las características cuantitativas y cualitativas de la carcasa de cabras. Esta variación entre autores, probablemente están relacionados a la composición de glicerol en la glicerina bruta, en ese sentido, según Bezerra et al. (2019), el uso de 15% de glicerina bruta en la dieta (MS) perjudica el consumo, la digestibilidad y el rendimiento de la carcasa en cabras, por lo tanto, no recomiendan su uso, sin embargo, la concentración de glicerol evaluado por estos autores fue de 43,40% de pureza, es decir, el 15% de glicerina bruta, representa 6,51% de glicerol en la dieta, allí radica la importancia del nivel de glicerol, quedando demostrado, que baja pureza, puede ser perjudicial al animal en terminación.

Conclusión

Niveles de glicerina bruta en la dieta estudiada no influencia sobre las principales características de desempeño productivo de la cabra.

Referencias bibliográficas

- Almeida, M.T.C., Ezequiel, J.M.B., Paschoaloto, J.R., Perez, H.L., Carvalho, V.B., & Van Cleef, E.H.C.B. (2017). Effects of high concentrations of crude glycerin in diets for feedlot lambs: feeding behaviour, growth performance, carcass and non-carcass traits. *Animal Production Science*, 58(7), 1271-1278.
- Alves e Dias, C.P., Vieira e Silva, F., Matos, A.M., Oliveira, L.L.S., Oliveira, A.M.F., & Martins, V.D. (2018). Performance and carcass characteristics of goats fed crude glycerin in the feedlot and during pre-slaughter lairage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47, e20170191.
- Andrade, G.P., Batista, A.M.V., Pessoa, R.A.S., Costa, C.A., Cardoso, D.B., & Maciel, M.V. (2018). Evaluation of crude glycerin as a partial substitute of corn grain in growing diets for lambs. *Small Ruminant Research*, 165, 41-47.
- Araújo, L.S., Marques, C.A.T., Bezerra, L.R., Araújo, M.J., Freitas, N.E., & Dias e Silva, T.P. (2019). Can crude glycerin and environmental conditions of semiarid affect the biological rhythm of ingestive behavior and physiological parameters of lactating goats?. *Biological Rhythm Research*, doi: 10.1080/09291016.2019.1583504.
- Bezerra, H., Santos, E., Oliveira, J., Carvalho, G., Silva, F., & Pinho, R. (2019). Performance and ruminal parameters of boer crossbred goats fed diets that contain crude glycerin. *Animals*, 9, 967. doi: 10.3390/ani9110967



- Chanjula, P., & Cherdthong, A. (2018). Effects of crude glycerin from waste vegetable oil in diets on performance and carcass characteristics of feedlot goats. *Asian Australasian Journal Animal Science*, 31(4), 514-521.
- Chanjula, P., Pongprayoon, S., Kongpan, S., & Cherdthong, A. (2016). Effects of crude glycerin from waste vegetable oil supplementation on feed intake, ruminal fermentation characteristics, and nitrogen utilization of goats. *Tropical Animal Health and Production*, 48, 995–1004.
- Chanjula, P., Pakdeechanuan, P., & Wattanasit, S. (2015). Effects of feeding crude glycerin on feedlot performance and carcass characteristics in finishing goats. *Small Ruminant Research*, 123, 95–102.
- Chanjula, P., Pakdeechanuan, P., & Wattanasit, S. (2014). Effects of dietary crude glycerin supplementation on nutrient digestibility, ruminal fermentation, blood metabolites, and nitrogen balance of goats. *Asian Australasian Journal Animal Science*, 27(3), 365-374.
- Dias, J.C., Silveira, A.L.F., Lançanova, J.A.C., Hill, J.A.G., & Moletta, J.L. (2016). Crude glycerin in meat goat diets: intake, performance and carcass traits. *Ciência Rural*, 46(4), 719-724.
- Gunn, P.J., Neary, M.K., Lemenager, R.P., & Lake, S.L. (2010). Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. *Journal of Animal Science*, 88, 1771-1776.
- Matos, A.M., Silva, F.V., Oliveira, L.L.S., Borges, I., Ruas, J.R.M., & Oliveira, A.M.F. (2018). Strategies for the supply of crude glycerin for kids in pre-slaughter lairage. *Small Ruminant Research*, 167, 87-91.
- Novais-Eiras, D., Pinto de Carvalho, G.G., Leite, L.C., Eiras, C.E., Freitas Junior, J.E., & Grande, P.A. (2018). Crude glycerin in the feed supplementation of lactating goats on pasture. *Small Ruminant Research*, 168, 39-46.
- Santos, D.A., Parente, H.N., Parente, M.O.M., Rocha, K.S., Ferreira & Alves, A.A. (2015). Desempenho produtivo de cabritos alimentados com glicerina bruta. *Ciência Rural*, 45(4), 690-696.



Caracterización morfológica-productiva de familias de hermanos completos de *Acroceras macrum* Stapf

Ferrari Usandizaga, S.C.^{1*}, Royo, O.M.¹, Gándara, L.^{1,2},
González, J.², Peichoto, M.C.^{2,3}

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Corrientes, Argentina

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes, Argentina

³Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE), Corrientes, Argentina

*ferrariusandizaga.s@inta.gob.ar

Introducción

En el Nordeste de Argentina (NEA), la principal actividad productiva es la ganadería bovina y los sistemas de producción de carne se caracterizan por ser extensivos y con una dependencia casi exclusiva de los pastizales naturales. Este hecho resulta en una menor producción por hectárea y la necesidad de manejar grandes extensiones de tierra, incluyendo zonas marginales de muy baja productividad como bajos anegables y malezales. La mejor alternativa y de menores costos es la implantación de pasturas. Esto permite intensificar la carga y obtener mayores rendimientos por unidad de superficie.

Acroceras macrum (pasto Nilo) es una gramínea de uso forrajero de origen africano que está bien adaptada a suelos con problemas de anegamiento y a las condiciones edafoclimáticas del NEA. Sus excelentes características de rendimiento, palatabilidad, persistencia bajo pastoreo y calidad (Rind & Goodenough, 1979) justifican su estudio y mejoramiento para aumentar la eficiencia de los sistemas productivos ganaderos en general, y en

particular como respaldo para periodos de inundación que se predicen con frecuencia cada vez más elevada para el futuro (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2013) o para intensificar la ganadería sobre áreas de anegamiento permanente para un más eficiente uso de la tierra. Con el cultivar Cedara Select, dependiendo de las condiciones de fertilización, fue posible alcanzar los 5.000 Kg/ha con una frecuencia de corte de 40 días a la salida del verano (abril) (Gándara, Ferrari Usandizaga, Pereira, Fernández & Verdoljak, 2018). En cuanto a la calidad nutricional, el cv Cedara Select, presentó contenidos de PB de 17% promedio en hojas, 7% promedio en tallo y 10,5% promedio de la porción aérea; con un 2.85 Mcal/Kg promedio de Energía digestible (Gándara et al., 2018). Su utilización no está muy difundida debido principalmente a la imposibilidad de adquirir semilla comercial de la especie ya que la producción de semilla fértil es muy limitada.

En 1995, profesionales del INTA introducen 57 líneas experimentales del Agricultural Research Council (ARC) en Corrientes. Los primeros estudios reproductivos y



de fertilidad (incluyendo los niveles de ploidía, la diversidad genética del material, fertilidad, modo de reproducción, sistema de polinización) en esta especie se llevaron a cabo en un trabajo conjunto entre el INTA en Corrientes y el IBONE, determinándose que la colección estaba compuesta por 22 genotipos tetraploides ($2n=4x=45$) con amplia diversidad genética y solo 5 genotipos hexaploides ($2n=6x=54$) (Ferrari Usandizaga et al., 2014) la especie es sexual y alógama (Ferrari Usandizaga, Martínez, Schedler, Honfi & Acuña, 2020) y que si bien la fertilidad depende de la combinación de genotipos, la fertilidad de los progenitores también es variable (Ferrari Usandizaga et al., 2020) y las mejores combinaciones involucrarán progenitores con menores problemas reproductivos de base. Esto es el número de flores por panícula, la homogeneidad de la maduración de los cariopsis, etc. involucrados en el cruzamiento. Además de los estudios de fertilidad y sistema reproductivo se exploró la diversidad en caracteres de interés agronómico-productivo, morfológicos, fisiológicos y fenológicos. La diversidad de la colección resultó amplia y con una alta correlación con la diversidad genética (Ferrari Usandizaga et al., 2014).

Para dar el puntapié de inicio al mejoramiento, se diseñaron cruzamientos entre líneas tetraploides que sobrepasaron en mayor o menor medida las dificultades en la producción de semillas obteniéndose 16 familias de hermanos completos. El conjunto de esas familias constituyó una población (Phc: Población de hermanos completos) conteniendo en total 169 híbridos. Se observó un comportamiento productivo y de características agronómicas muy diversas en esta población, con híbridos que superaron el comportamiento medio de los progenitores y el del único

cultivar que existe de esta especie, el cv Cedara Select (Ferrari Usandizaga et al., 2017). Esto indica que dentro de la Phc existen materiales promisorios con mejores rendimientos que los materiales difundidos en nuestra región y utilizados en otras partes del mundo. Pero hasta el momento no se habían analizado en conjunto variables productivas y de producción de semillas que independientemente de la correlación o no entre variables hagan posible el agrupamiento de miembros de una misma familia permitiendo describir dichas familias por sus atributos particulares.

Metodología

Se trabajó con una subcolección representativa de las 169 plantas de las familias que componen la Phc. Las familias menos numerosas se descartaron. La subcolección quedó compuesta por 81 plantas con 3 a 10 individuos representando las familias con mayor número de accesiones y los progenitores involucrados en los cruzamientos que originaron las familias. Las familias incluidas se denominaron con letras (B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, N). Los progenitores se denominaron indicando con letra mayúscula su participación como madre, aportando gineceos (m), o padre aportando el polen (p) seguido de la familia en letras mayúsculas y se resaltan en los gráficos en negritas. Si fueron progenitores en más de una familia las diferentes participaciones se indicaron una a continuación de otra, conformando así la nomenclatura del progenitor. Las mediciones se realizaron a campo en el predio experimental de INTA en Corrientes. Fueron incluidas en este análisis, variables productivas y variables relacionadas a la producción de semillas. Se evaluó la biomasa producida



por plantas individuales en verano e invierno, el rendimiento por unidad de superficie durante el periodo productivo, la capacidad de cobertura del suelo de la base de las plantas, el crecimiento en altura de las plantas entre cortes y porcentaje de materia seca. Se incluyeron además la densidad máxima de inflorescencias de cada planta, la duración del periodo vegetativo y variables morfológicas del tallo reproductivo como las el ancho y longitud de la panícula, cantidad de flores por panícula y el ancho y longitud de la hoja bandera, así como ambas dimensiones de las hojas y tallos vegetativos. En total se incluyeron 18 variables que presentaron entre sí porcentajes de correlación menores al 80% (según Pearson), esto para asegurarse de no aportar más peso que el de las variables individuales al análisis y evitar sesgos por incluir variables altamente correlacionadas.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software InfoStat®. Las comparaciones se hicieron a partir de una matriz de distancia obtenida según el coeficiente de similitud de Gower que agruparon los genotipos en función de las variables estudiadas. Finalmente los agrupamientos se

representaron mediante un análisis de componentes principales. Las correlaciones de las variables originales con los vectores obtenidos se utilizaron para establecer cuáles de éstas contribuyeron en mayor proporción al agrupamiento observado.

Resultados y Discusión

La Figura 1 representa el análisis de similitud obtenido por medio del coeficiente de similitud de Gower. Este análisis permitió obtener 7 agrupamientos de las líneas estudiadas con un coeficiente de correlación cofenética de 0,734. Cada grupo se indica con diferente color de líneas. El grupo señalado con líneas rojas está compuesto principalmente por la familia K, con solo 7 líneas que no pertenecen a esta familia. Contiene 12 de las 17 líneas progenie de la familia K y sus dos progenitores (figura 2). El grupo más numeroso, de líneas azules tiene un predominio de las otras familias más numerosas: C, G, H, I, J (Figura 2). Esto indica que el cruzamiento que dio origen a la familia K otorga características diferenciables respecto a otros cruzamientos en las variables estudiadas.

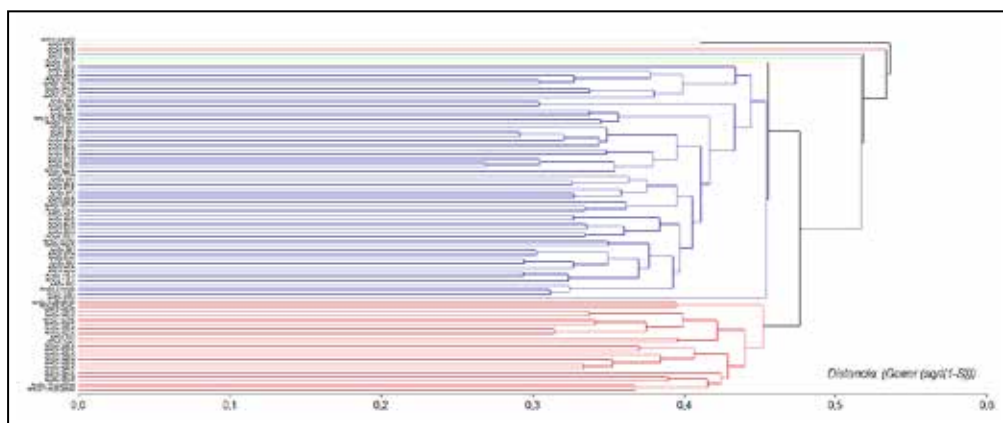


Figura 1. Representación (dendrograma) de los 7 principales agrupamientos obtenidos con las líneas y variables estudiadas. Los colores de líneas indican los diferentes grupos. Cada línea es un genotipo diferente de progenie o progenitor de las diferentes familias.



En la Figura 2 están representados los 7 grupos obtenidos por el coeficiente de similitud de Gower, con su distribución en los ejes de los componentes principales 1 y 2. El coeficiente de correlación cofenética de esta distribución fue 0,906. El eje CP1 contribuye con un 23% de la variabilidad y el CP2 con el 12%. Sobre el CP1 se diferencian el grupo rojo, casi completamente compuesto por la familia K, del grupo azul (más heterogéneo y numeroso). Esta diferenciación está conducida por las variables: largo de hoja bandera, largo de panícula, cantidad máxima

de inflorescencias por planta, producción de biomasa de la planta individual y el crecimiento en altura de la planta tras los cortes. Estas variables presentaron entre un 61 y un 75% de correlación con la distribución sobre el CP1. Sobre el CP2 la distribución estuvo conducida por las variables: ancho de la primera hoja (ubicada por debajo de la hoja bandera) y cantidad de flores que componen la panícula, con una correlación con la distribución sobre el CP2 de alrededor del 65%. Se destacaron líneas individuales pero no hubo una agrupación de genotipos de una misma familia.

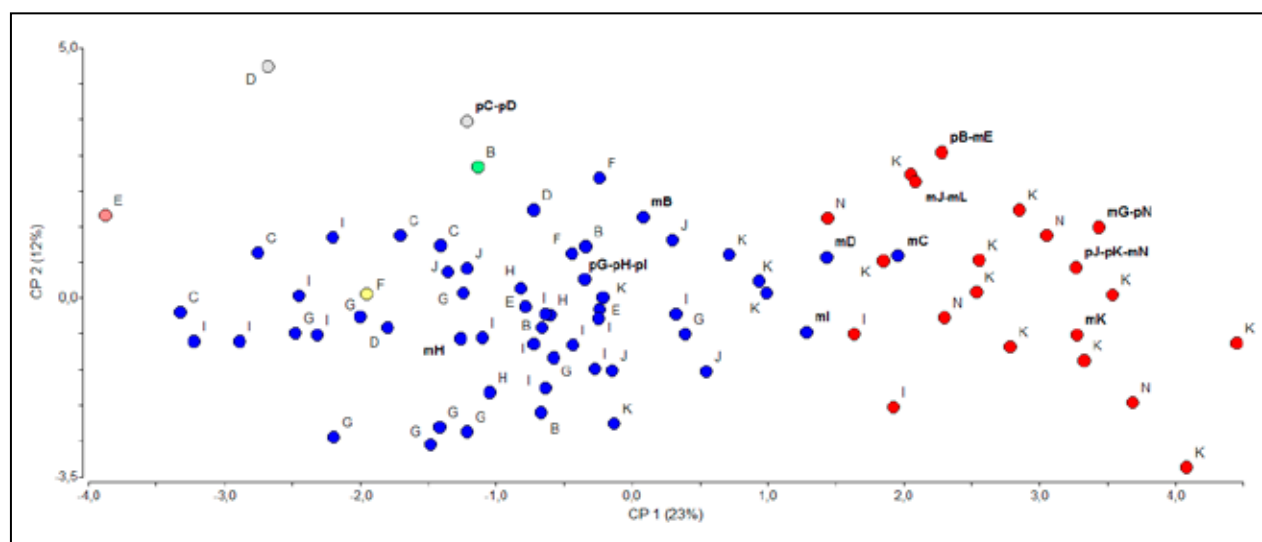


Figura 2. Gráfico de Componentes principales indicando con círculos las 80 líneas de *A. macrum* estudiadas y con diferente color los agrupamientos obtenidos mediante análisis de similitud de Gower. Las letras mayúsculas indican la familia a la que pertenece la línea. m: madre de la familia que se indica en mayúsculas. p: padre de la línea que se indica en mayúsculas.

Estos resultados son similares a los ya obtenidos con caracteres morfológicos de tallos reproductivos y de producción de semillas (Ferrari Usandizaga, González, Royo, Peichoto & Acuña, 2019)

Conclusiones

Las principales variables, entre las estudiadas, que determinaron los agrupamientos

de familias obtenidos fueron de gran interés para el mejoramiento. Se destacaron en ese sentido el largo de hoja bandera, largo de panícula, cantidad máxima de inflorescencias por planta, producción de biomasa de la planta individual y el crecimiento en altura de la planta tras los cortes. Si bien se deben realizar estudios más profundos esto podría estar indicando que dichas ca-



racterísticas son más heredables y que el mejoramiento de las mismas se podría conducir por elección de los progenitores del cruzamiento. Estos resultados son de utilidad tanto para el mejoramiento productivo como de la producción de semillas y se tendrán en cuenta para continuar con la investigación en este sentido. También tienen importancia en la búsqueda de descriptores que permitan diferenciar las líneas élites obtenidas por cruzamientos.

Referencias bibliográficas

- Ferrari Usandizaga, S. C., Brugnoli, E. A., Zilli, A. L., Pagano, E. M., Martínez, E. J. & Acuña, C. A. (2014). Genetic and morpho-agronomic characterization of *Acroceras macrum* Stapf. *Grass and Forage Science*, 70, pp. 695-704
- Ferrari Usandizaga, S. C., Maidana, C.E., Gándara, L., Cetour, D. A., Basualdo, J. P., Theisen, S. J., May Petroff, N. & Acuña, C. A. (2017) Estudio de semillas y ensayos de germinación en *Acroceras macrum* (Pasto Nilo). En *Memoria Técnica 2016, Sección Ganadería Subtropical*. Número 4, pp. 61-65. Corrientes, Argentina: INTA
- Gándara, L., Ferrari, S., Pereira, M. M., Fernández, L. A. & Verdoljak, J. J. (2018). Efecto de la fertilización sobre la acumulación de biomasa aérea de pasto nilo (*Acroceras macrum* Stapf). En 41° Congreso Argentino de Producción Animal. 16-19 de octubre. Mar del Plata: *Revista Argentina de Producción Animal*, 38 (1), pp. 240
- Ferrari Usandizaga, S. C., González, J., Royo, O. M., Peichoto, M. C. & Acuña, C. A. (2019). Caracterización morfológica del germoplasma presente en Argentina de *Acroceras macrum* (Poaceae). En XXXVII Jornadas Argentinas de Botánica. 9-13 de septiembre. San Miguel del Tucumán: CIIDEPT, *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 54, pp. 81
- Ferrari Usandizaga, S. C., Martínez, E. J., Schedler, M., Honfi, A. I. & Acuña, C. A. (2020). Mode of reproduction and meiotic chromosome behavior in *Acroceras macrum* Stapf. *Crop Science*, 60 (1), pp. 330-344
- Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2013). *Cambio climático 2013: Bases físicas*. Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf
- Rhind, J. M. & Goodenough, D. C. (1979). *Acroceras macrum* Stapf (Nile grass) A review. *Proceedings of the Annual Congresses of the Grassland Society of Southern Africa*, 14 (1), pp. 27-33



Arreglo espacial y densidad de siembra del poroto variedad San Francisco'i

Enciso Garay, C. R.^{1*}, Caballero, C. A.¹, González, J. D.¹, Duarte, O. J.¹, Santacruz, A. R.¹, Tullo, C. C.¹

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

*cenciso@agr.una.py

Introducción

El poroto, [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] es la leguminosa más cultivada en el Paraguay después de la soja, formando parte de la dieta alimenticia de la población, debido a su elevado contenido en proteína. Es cultivado principalmente por productores de la agricultura familiar como rubro de autoconsumo y renta. El área estimada de siembra en el país en el año agrícola 2017/18 fue de 73.000 ha y productividad media de 850 kg ha⁻¹ (MAG/DCA, 2018). El poroto es cultivado en todo el mundo, en diferentes condiciones de ambiente y en diferentes tipos de suelo. Es considerado un cultivo rustico, de ciclo corto, puede ser cultivado en regiones con elevada temperatura, baja disponibilidad hídrica y en suelos de baja fertilidad (Vale, Bertini & Borém, 2017).

El manejo adecuado del cultivo es esencial en el establecimiento del equilibrio entre los factores de producción, posibilitando una óptima producción de granos (Cardoso & Ribeiro, 2006). El estudio del efecto de la densidad de plantas en poroto fue realizado por varios investigadores como Jover (2003) quien 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 mayores rendimientos de granos.

El porte de la planta tiene influencia directa en la densidad poblacional de plantas del poroto, pues las reducciones observadas en el rendimiento de granos por planta en consecuencia del aumento de la población de plantas, ocurren con menor intensidad en genotipos de porte semi erecto que en los de porte enrame (Cardozo, Melo & Andrade Junior, 1997).

Considerando la importancia del poroto en la agricultura familiar del país se ha llevado a cabo el presente trabajo, con el fin de evaluar el efecto del arreglo espacial y la densidad de siembra sobre el rendimiento de granos y otros componentes del rendimiento del poroto variedad San Francisco'i, en las condiciones de Caazapá, departamento de Caazapá.

Metodología

El experimento fue conducido en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Filial Caazapá, ubicado en el distrito de Caazapá, departamento de Caazapá, situado geográficamente entre las coordenadas geográficas 26° 09' 28" latitud Sur y 56° 21' 00" longitud Oeste y altitud de 142 m, entre los meses de octubre de 2015 y enero de 2016.

El clima del lugar es subtropical húmedo y mesotérmico, con una precipitación media anual de 1600 mm. La distribución mensual de lluvias es bimodal, se presenta un pico en los meses de octubre y noviembre y otro



en los meses de abril y mayo. Los meses de menor precipitación corresponden a julio y agosto. La precipitación media mensual varía de 74 mm en el mes de julio, hasta 184 mm en el mes de octubre. La temperatura media anual es de 23,2 °C y la mensual oscila entre 18,5 °C en junio y 27,05 °C en enero, cuando se presenta también las temperaturas máximas. El suelo es de textura areno franco y pertenece al orden Ultisol (López et al. 1995).

Los tratamientos estuvieron compuestos por la combinación de diferentes distancias entre hileras y plantas, con dos plantas por hoyo. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con arreglo factorial 3x3, donde los factores en estudio fueron tres distancias entre hileras (70 cm, 75 cm y 100 cm) y tres distancias entre plantas (20 cm, 25 cm y 30 cm) totalizando nueve tratamientos, con cuatro repeticiones. La variedad utilizada fue Francisco'i, que es de porte semi erecto, ciclo de aproximadamente 75 días y granos de color gris moteado (Enciso-Garay, Tullo, Caballero & González, 2019). Cada unidad experimental estuvo constituida por cuatro hileras de 4 m, siendo las dos hileras centrales consideradas como útiles. La preparación de suelo se realizó en forma convencional con aradas y rastreadas. La siembra se realizó depositando tres semillas por hoyo, conforme a los tratamientos y transcurridos tres semanas posteriores a la siembra se efectuó el raleo dejando dos plantas por hoyo. El control de malezas fue realizado en forma manual, mediante dos carpidas. No se aplicaron fertilizantes químicos.

Se efectuó dos cosechas cuando las vainas ya estuvieron totalmente secas. Las evaluaciones fueron realizadas en las plantas de las dos hileras centrales y fueron: rendimiento de granos secos, longitud de vainas, número de granos por vaina y masa de cien semillas. Para la evaluación de la

longitud de vainas y número de semillas por vaina se utilizaron 10 vainas.

Los datos fueron analizados estadísticamente por medio del análisis de variancia y en caso de encontrar diferencias estadísticas 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 Rienzo et al. 2013).

Resultados y discusión

El análisis estadístico realizado con las diferentes variables evaluadas indica que no hubo interacción significativa entre los factores en estudio que son distancia entre hileras y distancia entre plantas, lo que significa que los factores estudiados son independientes entre sí. En cambio, se observó diferencias estadísticas significativas para los factores en forma separada (Cuadro 1).

En el rendimiento de granos secos la mayor media de 1.222 kg ha⁻¹ se obtuvo con la menor distancia entre hileras (70 cm), que estadísticamente fue diferente al rendimiento obtenido con las distancias entre hileras de 85 y 100 cm, que fueron de 958 y 873 kg ha⁻¹, respectivamente. Con relación a la distancia entre plantas, no se encontraron diferencias estadísticas significativas, con medias de 1.072 kg ha⁻¹ (20 cm), 992 kg ha⁻¹ (25 cm) y 982 kg ha⁻¹ (30 cm). Estos resultados confirman lo mencionado por Cardoso (2016) de que la productividad de granos del poroto en monocultivo es influenciada principalmente por el distanciamiento entre hileras, siendo reducido el efecto de la distancia entre plantas. Asimismo, coincide con los resultados obtenidos por Enciso-Garay et al. (2017) quienes en su investigación utilizaron cinco distancias entre plantas en la variedad Pytã'i no encontraron diferencias en el rendimiento de granos



secos. El mayor rendimiento obtenido en esta investigación de 1.222 kg ha⁻¹, es próximo al rendimiento de 1.190 kg ha⁻¹ obtenido con la misma variedad (San Francisco'i) en una investigación realizada

por Enciso-Garay et al. (2015) en la localidad de Betania, Chaco Central.

Cuadro 1. Medias de rendimiento de granos con cáscara, rendimiento de granos secos, índice de granos y masa de cien semillas del poroto variedad San Francisco'i en tres distancias entre hileras y tres distancias entre plantas.

Factor A (distancia entre hileras)	Rendimiento de granos secos (kg ha ⁻¹)	Longitud de vainas (cm)	Número de granos por vaina	Masa de cien semillas (g)
70 cm	1.222 a	16,78 ^{ns}	15,22 ^{ns}	11,35 ^{ns}
85 cm	958 b	16,40	15,22	11,04
100 cm	873 b	16,91	15,77	11,08
Factor B (distancia entre plantas)				
20 cm	1.072 ^{ns}	16,57 ^{ns}	15,22 ^{ns}	11,10 ^{ns}
25 cm	992	16,92	15,77	11,26
30 cm	982	16,60	15,22	11,10
C. V. (%)	9,29	3,97	5,70	5,32

Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error

ns= no significativo al 5% de probabilidad de error por la prueba de F.

En la longitud de vainas no se encontraron diferencias estadísticas significativas tanto entre hileras, donde las medias estuvieron entre 16,40 y 16,91 cm y entre plantas, donde las medias variaron entre 16,57 y 16,92 cm. Del mismo modo, no se detectó diferencias estadísticas significativas en el número de granos por vaina, en las diferentes hileras evaluadas, con medias entre 12,22 y 15,77 granos por vaina y, tampoco en función a las distancias entre plantas. Respecto a la masa de cien granos no se registraron diferencias estadísticas significativas, con medias entre 11,04 y 11,35 g, para la distancia entre hileras y de 11,10 y 11,26 g, para la distancia entre plantas. El hecho de que no se observaron diferencias estadísticas significativas para estas variables puede ser debido a que son caracterís-

ticas genéticas, que no están influenciadas por el ambiente. Las medias de la masa de cien semillas logrados en esta investigación se encuentran en el rango de 11,0 y 12,25 g, obtenidos para la misma variedad por Enciso-Garay et al. (2015) en investigaciones realizadas en dos localidades del Chaco Central, donde obtuvieron medias entre 11,0 y 12,35 g para la masa de cien semillas trabajando con la misma variedad.

Conclusión

El incremento de la distancia entre hileras promueve reducciones significativas en el rendimiento de granos secos, mientras que la distancia entre plantas no afecta el rendimiento de granos secos.



La longitud de vinas, número de semillas por vaina y masa de cien semillas no son afectadas por las distancias entre hileras y entre plantas.

Referencias bibliográficas

- Cardoso, M. J. (2016). Arranjo populacional de plantas de feijão-caupi. En: IV CONAC, Congreso Nacional de feijão-caupi (pp. 244-245). Sorriso, M.T., Brasil.
- Cardozo, M. J., & Ribeiro, V. Q. (2006). Desempenho agrônômico do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função de espaçamentos entre linhas e densidades de plantas sob regime de sequeiro. *Ciência Agrônômica*, 37(1), 102-105.
- Cardozo, M. J., Melo, M. B., & Andrade Junior, A. S. de. (1997). Densidade de plantas de caupi em regime irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32(4), 339-405.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C.W. (2013). InfoStat versión 2013. Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- Enciso-Garay, C. R., Caballero, C. A., González, J. D., Dueck, J., González, J. M., & Oviedo, V. R. S. (2015). Producción de variedades de poroto en dos localidades del Chaco Central. *Investigación Agraria*, 17(1), 18-26.
- Enciso-Garay, C. R., Achucarro, A., Caballero, C. A., González, J. D., Dueck, J., & González, J. M. (2017). Desempeño agrônômico del poroto variedad Pytã'i en diferentes densidades. En *IV Congreso Nacional de Ciencias Agrarias* (pp. 338-340). San Lorenzo, Paraguay.
- Enciso-Garay, C. R.; Tullo, C. C., Caballero, C. A., & González, J. D. (2019). *Guía técnica cultivo de poroto*. San Lorenzo, Paraguay: FCA/JICA. 60 p.
- Jover, P. L. (2003). *Tecnología de producción y manejo poroto caupi*. Chaco, Argentina: Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Colonia Benítez "Dr. Augusto G. Schulz".
- Kamara, A. Y., Tofa, A. I., Kyei-Boahen, S., Solomon, R., Ajeigbe, H. A., & Kamai, N. (2016). Effects of plant density on the performance of cowpea in nigerian savannas. *Exp Agric*, 54(1), 120-132. Recuperado de <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/012F45160F6BEE1CC71CE1F082DCB97D/S0014479716000715a.pdf/div-class>
- López, O., González, E., Llamas, P. A. de, Molinas, A. S., Franco, E. S. García, S., & Ríos, E.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.
- MAG/DCEA (Ministerio de Agricultura y Ganadería / Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias). (2018). Síntesis estadísticas: Producción agropecuaria año agrícola 2017/18. San Lorenzo, Paraguay: MAG/DCEA.
- Vale, J. C. do, Bertini, C., & Borém, A. (2017). *Feijão-caupi do plantio à colheita*. Viçosa, MG, UFV.



Producción de cultivares de lechuga arrepollada en ambiente protegido

Enciso Garay, C. R.^{1*}, Hermosilla, R.¹, Oviedo, V. R. S.¹, Burgos, R.¹, Godoy, N. I.¹

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

*cenciso@agr.una.py

Introducción

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), es una de las hortalizas de hoja de mayor consumo en el país, considerada de gran importancia económica para la agricultura familiar, además de ser de elevada significancia económica a nivel mundial. Siendo una alternativa viable para los productores debido a la demanda que existe en el mercado durante todo el año. Las principales zonas de producción de la lechuga en Paraguay se encuentran en el Departamento Central, en las localidades de J. Augusto Saldívar e Itá.

La lechuga americana o arrepollada (*Lactuca sativa* var. *capitata*) se diferencia de la lechuga de hojas sueltas en la formación de una cabeza compacta, similar al repollo siendo utilizada para la elaboración de ensaladas, como ingrediente de alimentos *fast foods* o comidas rápidas y también es apreciada por su mayor periodo de conservación postcosecha. Esta hortaliza prefiere temperaturas diurnas entre 17 y 28 °C y nocturnas que varíen entre 3 y 12 °C para una buena formación de cabeza (Maroto, 2002).

La producción de hortalizas en ambiente protegido como la utilización de malla de sombreo es una tecnología que se está difundiendo en el país, debido a las ventajas que presenta como asegurar la producción en cualquier época del año, reducir los efectos perjudiciales de las elevadas temperaturas y de las fuertes precipitaciones. Además

de eso, conforme a Saavedra (2017) logra acelerar el crecimiento del cultivo y a proteger, en especial a la lechuga de la incidencia directa del sol, logrando una sombra que a la vez permite una reducción de la temperatura y una mejor ventilación del ambiente. En el país existen numerosos cultivares de lechuga arrepollada que se ofertan en el mercado, sin embargo, existen escasa información científica sobre el comportamiento agronómico de las mismas bajo malla de sombreo de color rojo en el periodo de otoño.

Considerando la necesidad que tienen los productores nacionales de tener acceso a informaciones científicas que les permita producir lechugas de calidad, se realizó este trabajo con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de cultivares de lechuga el tipo arrepollada en el periodo de otoño, bajo malla de sombreo de color rojo, a fin de identificar las más productivas y con mayor calidad de cabezas.

Metodología

El experimento se estableció en el Campo Experimental del Centro Agronómico Departamental (CAD), con las coordenadas geográficas 25°25'11,5" Sur y 57°26'11,8" Oeste, en el municipio de Julián Augusto Saldívar, Departamento Central, Paraguay, entre los meses de abril a julio del año 2019. Las medidas de temperatura máxima y mínima durante la ejecución del experimento fueron de 25,7 °C y 16,7



°C, respectivamente, la precipitación en el mismo periodo fue de 339 mm (UNA/FCA, 2019).

Los tratamientos estuvieron constituidos por nueve cultivares de lechuga arrepollada: Julia, Dora, Angelina, Tainá, Sun Valley, Betty, Lucy Brown, Mara y Serena. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 28 plantas por unidad experimental.

Las mudas fueron producidas en bandejas de poliestireno con 160 celdas, cargadas con sustrato comercial. La siembra se efectuó el 15 de abril de 2019, posteriormente las bandejas fueron colocadas sobre mesadas a una altura de 1 m en el interior de un invernadero.

La preparación del suelo en el lugar definitivo se realizó, con un motocultor para el arado y posteriormente se niveló el suelo con rastrillo. Se instalaron estructura de 2,20 m de altura, sobre la cual se colocó una malla de sombreo de color rojo, con 35% de retención de luz, luego se prepararon los tabloncillos con 1,40 m de ancho y 27,5 m de largo. En cada tabloncillo se instalaron dos cintas de riego por goteo, con emisores distanciados cada 0,30 m, luego se cubrieron con *mulching* bicolor (blanco/negro), dejando el color blanco al exterior y el color negro hacia abajo.

El trasplante se realizó cuando los plantines presentaban de tres a cuatro hojas verdaderas, el 9 de mayo del 2019, transcurrido 24 días después de la siembra en bandejas, utilizando un distanciamiento de 0,35 m entre hilera y 0,35 m entre plantas. El riego se realizó diariamente hasta la cosecha. Transcurrido 60 días posteriores al trasplante se realizó la cosecha, cuando las plantas de lechuga presentaron una cabeza bien compacta y, para las evaluaciones fueron seleccionadas seis plantas de la hilera central en cada unidad

experimental. Las evaluaciones realizadas fueron las siguientes:

Sanidad de la planta: se evaluó utilizando la escala visual de notas sugerida por Mota et al. (2003), donde 1 = plantas con las hojas externas altamente atacadas por enfermedades foliares, 2 = presencia abundante de lesiones en hojas externas, 3 = presencia moderada de lesiones en hojas externas, 4 = lesiones escasas en hojas externas y 5 = plantas con las hojas externas sanas.

- Masa fresca total de la parte aérea (g planta⁻¹): para esta evaluación se elimina la raíz de las plantas y se pesaron con todas las hojas, utilizando una balanza con sensibilidad de 0,5 g.
- Masa fresca comercial (g cabeza⁻¹): se eliminaron las hojas externas y se procedió al pesaje de la 'cabeza'.
- Compactación de cabeza: fue determinada conforme a la metodología citada por Souza, Seabra Junior, Diamante, Souza & Nunes (2013), utilizando una escala del 0 al 5, donde 0= plantas con ausencia total de cabeza, 1= plantas con cabeza no definida, 2= plantas que presentan cabeza con relleno aparente y hojas periféricas sueltas, 3= plantas con cabeza que presentan relleno definido y hojas iniciando la compactación en la periferia, 4= plantas con cabeza que presenta relleno definido y hojas periféricas compactas que permitan individualización visual y 5= cabeza con relleno compacto y sin individualización visual de hojas periféricas.
- Los datos obtenidos en el experimento fueron sometidos al análisis de varianza y a la comparación de medias por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error empleándose el software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2015).



Resultados y discusión

- El análisis de varianza para la variable sanidad de las plantas evidenció que no hubo diferencias estadísticas significativas entre las nueve variedades de lechuga arropollada; todas alcanzaron un valor de cinco en la escala aplicada para la evaluación. Estos resultados difieren de lo reportado por Blind & Silva Filho (2015) quienes evaluaron la sanidad de cinco variedades de lechuga arropollada, obtuvieron una media de 3,05, siendo inferior a los resultados obtenidos en el experimento. Así también en la investigación realizada por Souza

et al. (2013) mencionan que la variedad Lucy Brown logró la media más alta (4,1), mientras que en esta investigación presentó media de 5,0. El hecho de que todas las variedades presentaron nota cinco en la evaluación indica que las mismas no fueron afectadas por enfermedades.

- En la masa fresca total de la parte aérea (Cuadro 1) se encontró que la variedad Dora (1,094 g) presentó la mayor media, difiriendo de las demás. En posición intermedia se ubica la variedad Serena que estadísticamente fue superior a las demás, a excepción de Dora.

Cuadro 1. Valores medios para la masa fresca de la parte aérea, masa fresca de la cabeza y compactación de cabeza de diferentes cultivares de lechuga arropollada. Julián Augusto Saldívar, Paraguay. 2019.

Cultivar	Masa fresca total de la parte aérea (g planta ⁻¹)	Masa fresca comercial (g cabeza ⁻¹)	Firmeza de cabeza (0-5)
Julia	617,50 c	323,75 b	• 4,25 ab
Dora	1094,00 a	588,25 a	• 5,00 a
Angelina	678,75 c	386,75 b	• 4,75 ab
Tainá	613,75 c	376,25 b	• 4,75 ab
Sun Valley	657,50 c	317,00 b	• 3,75 ab
Betty	546,75 c	252,25 b	• 3,50 ab
Lucy Brown	605,00 c	287,25 b	• 3,00 b
Mara	556,75 c	283,75 b	• 3,25 ab
Serena	877,50 b	417,75 ab	• 4,45 ab
CV (%)	10,38	21,37	19,65

Medias seguidas con letras diferentes en la columna difieren significativamente entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

- Respecto a la masa fresca de la cabeza (Cuadro 1), la variedad Dora produjo la mayor media, sin diferir de Serena, pero fue superior a las demás. Las medias obtenidas en esta investigación que estuvieron entre 588,25 g cabeza⁻¹ (Dora) y 283,75 g cabeza⁻¹ (Mara) son superiores

a lo reportado por Enciso-Garay, Santacruz, Godoy & Caballero (2019) quienes comparando ocho cultivares de lechuga arropollada entre los meses de julio a octubre en la misma localidad reportaron medias entre 254,87 g y 199,66 g cabeza⁻¹. Las diferencias en



el rendimiento entre las dos investigaciones pueden ser debidas a que el experimento mencionado anteriormente se realizó entre los meses de agosto y octubre, donde las temperaturas son más elevadas, lo cual afecta la formación de cabezas. Brzezinski, Abati, Geller, Werner & Zucarelt (2017) en una investigación realizada con variedades de lechuga arropollada obtuvieron con las variedades Angelina y Tainá rendimiento comercial de 175 y 188 g, respectivamente, que son inferiores a lo logrado en esta investigación. Por otro lado, las medias son inferiores al encontrado por Oliveira, Aguiar, Bronze, Lima Junior & Avitz (2016) quienes, evaluando variedades de lechuga arropollada entre los meses de agosto y octubre en el Estado de Para, Brasil, obtuvieron medias entre 417,70 g y 494,20 g cabeza⁻¹.

- Para la variable firmeza de cabeza (Cuadro 1), las plantas de la variedad Dora (5,0) presentaron el mayor valor, difiriendo de Lucy Brown (3,0), pero estadísticamente similar a las demás. Souza et al. (2013) evaluando la firmeza de cabeza de seis variedades de lechuga arropollada encontraron diferencias estadísticas significativas, con medias entre 3,15 y 4,75. En esta investigación la variedad Tainá presentó media de 4,75, que es próximo al valor de 4,17, reportado para la misma variedad por Enciso-Garay et al. (2019). Al respecto, una buena compactación de cabezas permite aumentar el número de hojas internas y por ende aumentar el rendimiento comercial.

Conclusión

En las condiciones y época que se desarrolló la investigación la variedad Dora se destaca por su mayor masa fresca comercial y firmeza de la cabeza, razón por la cual es la indicada para sembrar en la época en el periodo de otoño.

Referencias bibliográficas

- Blind, A. D., & Silva Filho, D. F. (2015). Desempenho produtivo de cultivares de alface americana na estação seca da Amazônia central. *Biosci*, 31(2), 404- 414.
- Brzezinski, C. R., Abati, J., Geller, A., Werner, F., & Zucarelt, C. (2017). Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. *Ceres*, 64(1), 83-89.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2015). *InfoStat versión 2015*. Argentina: Grupo InfoStat Universidad Nacional de Córdoba.
- Enciso-Garay, C. R., Santacruz, V. R., Godoy, N. I., & Caballero, C. A. (2019). Comportamiento agronómico de cultivares de lechuga americana en el departamento Central de Paraguay. *Horticultura Argentina*, 38(97), 13-22.
- Maroto, J. V. (2002). *Horticultura herbácea especial* (3 ed.). Mundi Prensa: Madrid.



Mota, J. H., Yuri, J. E., Freitas, S. A. C. de, Rodrigues Junior, J. C., Resende, G. M. de, & Souza, R. J. de (2003). Avaliação de cultivares de alface americana durante o verão em Santana da Vargem, MG. *Horticultura Brasileira*, 21(2), 234-237.

Oliveira, A. M. P., Aguiar, R. M., Bronze, A. B. S., Lima Junior, J. A., & Aviz, W. L. C. (2016). Desempenho de diferentes variedades de alface americana nas condições da Amazônia oriental. *Ciência Agrícola*, 14 (1), 1-5.

Souza, A. L. de, Seabra Junior, S., Diamante, M. S., Souza, L. H. C., & Nunes, M. A. M. (2013). Comportamento de cultivares de alface americana sob clima tropical. *Caatinga*, 26(4), 123-129.

UNA/FCA (Universidad Nacional de Asunción / FCA Facultad de Ciencias Agrarias). (2019). Anuario Climatológico. San Lorenzo, Paraguay: UNA/FCA.

Saavedra, G. (2017). *Manual de producción de lechuga*. Santiago, Chile: Instituto de Desarrollo Agropecuario – Instituto de Investigaciones Agropecuarias.



Comportamiento de cultivares de mandioca en Caazapá

Caballero, C. A.^{1*}, Enciso, C. R.¹, Gonzales, J. D.¹, Santacruz, A.R.¹, Tullo, C. C.¹, López, C. A.¹

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

*ceacaballero@gmail.com

Introducción

La mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) es la cuarta fuente de calorías después del maíz, la caña de azúcar y el arroz en las regiones tropicales del mundo. De modo general, tiene múltiples usos en las industrias como la producción de alimentos, fármacos, alimentos concentrados para animales, textiles, papel y otras (Ceballos et al., 2002).

En el Paraguay, la mandioca se cultiva en todo el país y, según estimaciones del MAG/DCEA (2018) en el año agrícola 2017/2018 fueron plantadas aproximadamente 183.000 hectáreas, destacándose por el área cultivada y producción los departamentos de San Pedro (30.768 ha) y Caaguazú (30.165 ha). Las raíces de la mandioca que son ricas en hidratos de carbono constituyen un complemento de la alimentación de la población tanto rural como urbana. Además, en los últimos años se han instalados varias industrias que procesan las raíces tuberosas para la elaboración de almidón que es exportado principalmente al mercado brasileño, por lo cual es un rubro actualmente cultivado por productores de la agricultura familiar, como también de la agricultura empresarial.

En el país existe un gran número de cultivares de mandioca difundidos en todos los departamentos, los cuales provienen de las fincas de los productores, que son materiales heredados de generación en generación y otros fueron introducidos recientemente y necesitan ser evaluados

en las condiciones de clima y suelo de los diferentes departamentos del país. La utilización de cultivares adaptados a una determinada condición de clima y suelo, acompañado de técnicas mejoradas de producción pueden permitir la obtención de elevados rendimientos, superiores a la media nacional.

El departamento de Caazapá se caracteriza por poseer un importante número de productores que se dedican a este cultivo y también tiene una gran tradición en la producción de almidón artesanal razón por la cual es necesario generar información sobre los cultivares que pueden ser recomendadas para su cultivo con fines de consumo en fresco y también para la elaboración de almidón. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de raíces frescas, contenido de materia seca y almidón de cuatro cultivares de mandioca en el distrito de Caazapá, con el fin de seleccionar las que presentan mayor adaptabilidad en la zona.

Metodología

El experimento fue realizado en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Caazapá de la Universidad Nacional de Asunción (FCA - UNA) en un suelo del orden Ultisol durante los meses de setiembre de 2016 a junio de 2017. Fueron evaluadas cuatro variedades de mandioca: Tapoyo'a sayju, Mariguanita, Baianinha y Moroti.



El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y cada unidad experimental estuvo constituida por 20 m², compuestas de cuatro hileras de ocho plantas. El suelo fue preparado en forma convencional, la primera arada y rastreada se efectuó 60 días antes de la plantación y la segunda 10 días antes de la plantación. El distanciamiento utilizado fue de 1,00 m entre hileras y 0,70 m entre plantas. La fertilización mineral se efectuó en base a los resultados de análisis de suelo a los 45 días después de la brotación de las estacas con la formulación 50-30-40 a razón de 25 g m⁻¹ y el control de malezas se efectuó manualmente mediante carpidas, realizándose tres carpidas durante el ciclo.

La cosecha se realizó a los nueve meses de la plantación, evaluándose 12 plantas de las dos hileras centrales. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de raíces

comerciales, no comerciales (raíces deformes, con diámetro inferior a 4 cm y con menos de 20 cm de longitud), rendimiento total, número de raíces comerciales, número de raíces no comerciales, número totales de raíces por planta, contenido de materia seca y almidón, utilizando la metodología de Toro y Cañas (1983).

Con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, usando el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2015).

Resultados y discusión

Los cultivares en estudio presentan diferencias significativas en cuanto al rendimiento de raíces comerciales, rendimiento total de raíces, porcentaje de materia seca y almidón (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento comercial de raíces frescas (RCRF), rendimiento total de raíces frescas (RTRF), porcentaje de materia seca y de almidón de cuatro cultivares de mandioca. FCA-Caazapá, 2017.

Cultivares	RCRF (t ha ⁻¹)	RTRF (t ha ⁻¹)	Materia seca (%)	Almidón (%)
Tapoyo'a sayju	25,53 a	32,73 a	37,65 a	35,43 a
Mariguanita	28,03 a	32,42 a	36,24 b	34,11 b
Baianinha	18,32 b	24,84 b	31,72 d	29,63 d
Moroti	13,19 c	19,61 c	34,61 c	32,46 c
C. V. (%)	9,75	8,18	0,18	0,64

*Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad.

En el rendimiento de raíces comerciales, los cultivares Mariguanita y Tapoyo'a sayju presentaron la mayor media, con 28,03 y 25,53 t ha⁻¹, difiriendo de Baianinha y Moroti. El rendimiento comercial obtenido en este trabajo es superior al encontrado por Romero y Caballero (2013) quienes evaluaron cinco variedades de mandioca

en las condiciones del distrito de Atyrá, departamento de Cordillera, obteniendo rendimiento comercial entre 11,49 y 15,22 t ha⁻¹. Por otro lado, los rendimientos obtenidos en esta investigación son inferiores a lo logrado por Shindoi, Avico y Sarco (2018) quienes evaluaron 10 cultivares de mandioca en la localidad



de Colonia Benítez, Chaco, Argentina, obteniendo con el cultivar más productivo (Pombero) rendimiento comercial de 40,21 t ha⁻¹. Las diferencias en el rendimiento entre localidades pueden ser debidas a diferencias en el potencial genético de los cultivares utilizados, atendiendo que el cultivar más productivo en la investigación señalada anteriormente no fue utilizado en este trabajo. El rendimiento comercial es una variable muy importante cuando las raíces van a ser comercializadas para consumo en fresco.

Para rendimiento total de raíces frescas, el cultivar Tapoyo'a sayju generó la mayor media con 32,73 t ha⁻¹, difiriendo significativamente de todos los cultivares, a excepción de Mariguanita que produjo un rendimiento total de 32,42 t ha⁻¹, mientras que Baianinha y Moroti, con 24,84 y 19,61 t ha⁻¹, fueron las menos productivas (Cuadro 1). Estos resultados coinciden con investigaciones realizadas por Vidigal Filho et al. (2000), Romero y Caballero (2013), Caballero (2017) y Shindoi et al. (2018) quienes también encontraron diferencias significativas en el rendimiento total de raíces frescas evaluando diferentes cultivares de mandioca.

Con relación al contenido de materia seca y almidón, el cultivar Tapoyo'a sayju con medias de 37,65% y 35,43%,

respectivamente, fue superior a los demás cultivares. Mariguanita ocupó el segundo lugar con 36,24% y 34,11%, difiriendo significativamente de Baianinha y Moroti. Estos resultados coinciden con lo señalado por Vidigal Filho et al. (2000) quienes mencionan que en evaluaciones realizadas con nueve clones de mandioca en la localidad de Araruna, noroeste de Paraná, Brasil, encontraron que las medias del contenido de materia seca y almidón presentaron diferencias significativas entre sí. Resultados similares también fueron reportados por Marín, Perdomo, Albarrán, Fuenmayor & Sambrano (2008), quienes encontraron diferencias en el contenido de materia seca y almidón entre los clones evaluados. Por su parte Sagrilo, Otsubo, Silva, Rhoden y Gomez (2007) evaluaron 12 cultivares de mandioca en la localidad de Andradina, Mato Grosso do Sul, Brasil, encontraron contenido de materia seca en las raíces entre 27,79% y 32,47%. El elevado contenido de materia seca y almidón en las raíces indican que los cultivares Tapoyo'a sayju y Mariguanita tienen buena aptitud para la industrialización.

El número de raíces comerciales por planta presentó diferencias significativas entre cultivares, no así el número de raíces no comerciales y total por planta (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número promedio de raíces comerciales, no comerciales y totales por planta de cuatro cultivares de mandioca. FCA - UNA, Caazapá, Paraguay. 2017.

Cultivares	Numero de raíces por planta			
	Comerciales	No comerciales	Totales	
Tapoyo'a sayju		3,67 b	3,59 ns	7,26 ^{ns}
Mariguanita		6,00 a	3,00	9,00
Baianinha		4,09 b	3,89	7,98
Moroti		3,00 b	4,67	7,67
C. V. (%)		18,65	17,09	12,63

*Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad.

ns = no significativo al 5% de probabilidad de error.



El cultivar Mariguanita presentó el mayor número de raíces comerciales por planta (6,0), difiriendo significativamente de los demás cultivares, que a su vez no fueron diferentes estadísticamente entre sí, con medias entre 3,00 (Moroti) y 4,09 (Baianinha) raíces por planta. El número de raíces comerciales por planta, indica la aptitud del cultivar para su comercialización en forma fresca, en este caso se destacan Mariguanita y Tapoyo'a sayju.

El número de raíces no comerciales varío entre 3,0 (Mariguanita) y 4,67 (Moroti) raíces por planta, mientras que el número total de raíces por planta entre 9,00 (Mariguanita) y 7,26 (Tapoyo'a sayju), sin que existan diferencias significativas entre cultivares para ambas variables. Los resultados obtenidos para el número total de raíces por planta no coinciden con lo mencionado por Marín, et al. (2008) quienes evaluando 15 cultivares de mandioca encontraron diferencias estadísticas significativas, con medias entre 6,0 y 13,33 raíces por planta. Del mismo modo Shindoi et al. (2018) al evaluar 10 cultivares de mandioca encontraron diferencias significativas con medias entre 10,08 y 14,92 raíces totales por planta, que son superiores al de esta investigación.

Conclusión

Los cultivares que mejor se adaptan a las condiciones de clima y suelo de Caazapá son: Mariguanita y Tapoyo'a sayju, quienes presentaron los mayores rendimientos de raíces y porcentaje de almidón, razón por la cual pueden ser utilizados por los productores con fines de autoconsumo, comercialización en fresco y producción de almidón.

Referencias bibliográficas

- Caballero, C. (2017). Evaluación agronómica de clones de mandioca obtenidos por hibridación. En III Congreso Nacional de Ciencias Agrarias (pp. 100-102). San Lorenzo, Paraguay: UNA.
- Ceballos, H., Morante, N., Calle, F., Lenis, L., Jaramillo, G., & Pérez, J. (2002). Mejoramiento genético de la yuca. En Ospina, B., Ceballos, H. (Eds.). *La Yuca en el tercer milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización* (pp. 295-235). Cali, Colombia: CIAT.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2015). InfoStat versión 2015. Argentina: Grupo InfoStat Universidad Nacional de Córdoba.
- MAG/DCEA (Ministerio de Agricultura y Ganadería/Dirección de Censos y Estadística Agropecuaria. (2018). Síntesis estadísticas producción agropecuaria, año agrícola 2016/17. San Lorenzo, Paraguay: MAG.
- Marín, A., Perdomo, D., Albarrán, J. G., Fuenmayor, F., & Zambrano, C. (2008). Evaluación agronómica, morfológica y bioquímica de clones élites de yuca a partir de vitroplantas. *Interciencia*, 33(5), 365-371.



- Romero, M. M., & Caballero, C. A. (2013). Comportamiento agronómico de cinco variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en el distrito de Atyra. *Investigación Agraria*, 10(1), 37-41.
- Sagrilo, E., Otsubo, A. A., Silva, A. S., Rohden, V. S., & Gomez, S. A. (2007). Comportamiento de cultivares de mandioca no Vale do Ivinhema, Mato Grosso do Sul. Dourados, Brasil: Embrapa. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 43.
- Shindo, M. M., Avico, E. L., & Sarco, P. C. (2018). Comportamiento agronómico de diez cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en Colonia Benítez, Chaco. *Agrotecnia*, 27, 5-9.
- Toro, J. C., & Cañas, A. (1983). Determinación del contenido de material seco y almidón en yuca por el sistema de gravedad específica. En Domínguez, C. E. (Ed.) *Yuca: Investigación, producción y utilización* (pp. 567-575). Cali, Colombia: PNUD-CIAT.
- Vidigal Filho, P., Pequeño, M. G., Scapim, C. A., Gonçalves, M. C., Rui, R., Sagrilo, E., Simón, G. A., & Suniz, R. (2000). Avaliação de cultivares de mandioca na região Noreste do Paraná. *Bragantia*, 59(1).



Rendimiento del zapallo variedad. Exposición en diferentes densidades de siembra

Caballero, C. A.^{1*}, Enciso, C. R.¹, González, J. D.¹, González, J. M.¹

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

*ceacaballero@gmail.com

Introducción

El zapallo (*Cucúrbita máxima*) es una hortaliza que tiene como centro de origen la región que abarca Perú, Bolivia y Argentina. Por lo tanto, es una hortaliza de origen tropical, cuyo cultivo ya era practicado por los aztecas, mayas e incas, muchos siglos antes de la llegada de los colonizadores europeos (Gaspera & Rodríguez, 2013).

Esta hortaliza es tradicional en el Paraguay, de importancia económica y social muy difundida dentro de la agricultura familiar debido a su rusticidad, precocidad y prolongada vida postcosecha, lo cual permite su cultivo en regiones alejadas de los centros de consumo. La pulpa se utiliza en la alimentación humana en forma cocida en ensaladas, puré, para elaboración de dulces y mermeladas. Además, se utiliza en la alimentación de ganado vacuno y porcino. El fruto maduro del zapallo es rico en vitamina A, también contiene cantidades razonables de vitamina C, potasio, fibras y manganeso, tiene alta digestibilidad y pocas calorías.

Las cucurbitáceas se caracterizan por su buena adaptación a regiones cálidas y semi áridas, con alta luminosidad. Baja humedad del aire y temperaturas de 20 a 30 °C, mismo durante la noche son las mejores condiciones para el desarrollo vegetativo y reproductivo de la especie. Paraliza su crecimiento por debajo de 12 °C y no soporta frío intenso y heladas. En días con 12 horas o más de luz, la planta

produce mayor cantidad de foto asimilados, capaces de mantener un óptimo desarrollo vegetativo y reproductivo (Fayad, Comin & Bertol, 2015; Ramos et al. 2010).

Desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, el zapallo es muy importante a nivel nacional, debido a que forma parte de la alimentación básica de numerosas familias y las investigaciones en este rubro en el país son escasas.

El Chaco Central del Paraguay se caracteriza por presentar una precipitación media anual de 850 mm, evaporación que puede llegar hasta 1.699 mm año⁻¹, lo cual indica la existencia de periodos con déficit hídrico y temperatura media de 25 °C. El 80% de la precipitación se concentra entre los meses de noviembre a abril (Harder, Thiessen & Klassen, 2004; Glatzle, 1999). En esa zona del país existe un importante número de familias pertenecientes al estrato de la agricultura familiar que requieren de información sobre el comportamiento agronómico del zapallo en diferentes densidades de siembra. Esto es debido a que dicho cultivo presenta buena adaptación a las condiciones climáticas del Chaco Central, donde es una importante fuente de alimentos para la población local. La densidad de siembra, que es el número de plantas por superficie, es uno de los factores de manejo considerados muy importantes, porque puede afectar el rendimiento por área del cultivo. En investigaciones realizadas por Wetzel y Stone (2019) quienes, trabajando en dos



años agrícolas con ocho variedades de zapallo sin riego, con densidades entre 3.827 y 14.352 plantas ha^{-1} (primer año) y 5.741 a 21.528 plantas ha^{-1} (segundo año) encontraron en las dos evaluaciones diferencias significativas en la masa media de frutos, número de frutos por hectárea y número de frutos por planta, no así en el rendimiento por hectárea.

El objetivo del trabajo fue obtener informaciones técnicas, sobre la mejor densidad de siembra del zapallo variedad Exposición, que permita obtener mayores rendimientos en las condiciones del Chaco Central.

Metodología

El experimento se realizó entre los meses de enero y mayo del año 2016 en el Campo Experimental Isla Po'i, de la Cooperativa Chortitzer Ltda., situado en el distrito de Loma Plata, Departamento de Boquerón ($22^{\circ}29'38,7''$ Sur y $59^{\circ}43'53,2''$ Oeste). Los tratamientos estuvieron constituidos por cuatro densidades de siembra: T1 = 2 x 2 m (2.500 plantas ha^{-1}), T2 = 2 x 2,5 m (2.000 plantas ha^{-1}), T3 = 3 x 2 m (1.666 plantas ha^{-1}) y T4 = 3 x 3 m (1.111 plantas ha^{-1}). El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por cuatro hileras de 6 m de longitud, donde el número de plantas por unidad experimental varió en función a los tratamientos. Para la siembra se utilizaron semillas de la variedad Exposición.

La preparación de suelo se realizó en forma convencional con aradas y rastreadas. En la parcela experimental donde se instaló el experimento se efectuó la práctica del barbecho químico, que consiste en mantener el suelo sin remover y sin malezas, durante el periodo de tiempo entre la cosecha del cultivo anterior hasta

la siembra del siguiente, a través del uso de herbicidas, para facilitar la acumulación de agua en los perfiles inferiores de manera que sea aprovechado por el siguiente cultivo. El agua almacenada durante el barbecho puede constituir el 50% del agua consumida durante el cultivo, afectando significativamente los rendimientos (Montoya & Gili 2005).

La siembra se realizó en lugar definitivo el 8 de enero de 2016, abriendo hoyos con una azada donde a una profundidad aproximada de 3 a 4 cm se depositaron tres semillas. El raleo se efectuó cuando los plantines presentaron tres a cuatro hojas verdaderas, dejando una planta por hoyo. Para el control de malezas se efectuó dos carpidas en forma manual. No se aplicó fertilizante químico, ni riego suplementario.

La cosecha se realizó cuando los frutos alcanzaron la madurez fisiológica, el 10 de mayo de 2016 y las variables evaluadas fueron: número de frutos por planta, número de frutos por hectárea, masa media de frutos y rendimiento por hectárea. Los datos obtenidos se procesaron mediante el análisis de varianza utilizando el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo et al. 2015).

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza indican que no hubo diferencias significativas en las variables evaluadas (Cuadro 1). El número de frutos por planta varió entre 2,38 (2 x 2 m) y 3,53 (3 x 2 m), con una media general de 2,99 frutos planta^{-1} , el número de frutos por hectárea entre 3.827 (3 x 3 m) y 5.558 (2 x 2,5 m), con una media general de 4.869 frutos, la masa de frutos varió de 2,88 kg (2,0 x 2,5 m) a 3,05 kg (2 x 2 m y 3 x 2 m) con una media general de 2,96 kg fruto^{-1} . El rendimiento estuvo entre 13.005 (3 x 3 m) y 16.626 kg ha^{-1} (2 x 2 m) con una



media general de 14.724 kg ha⁻¹. Estos resultados concuerdan en cierta forma con lo reportado por Wetzel y Stone (2019) quienes, trabajando en dos años agrícolas con ocho variedades de zapallo sin riego, con densidades entre 3.827 y 14.352 plantas ha⁻¹ (primer año) y 5.741 a 21.528 plantas ha⁻¹ (segundo año) encontraron en las dos evaluaciones diferencias significativas en la masa media de frutos, número de frutos por hectárea y número de frutos por planta, no así en el rendimiento por hectárea. Las medias obtenidas con el distanciamiento de 3 m x 2 m en cuanto el número de frutos por planta y masa media de frutos son superiores al relatado por

Albuquerque, Cardoso y Berni (2012), quienes con el mismo distanciamiento y la misma variedad obtuvieron medias de 1,71 kg fruto⁻¹ y 7,8 frutos planta⁻¹.

El hecho de no encontrar en este trabajo diferencias significativas en las variables evaluadas no coinciden con lo reportado por Resende, Borges & Gonçalves (2013), quienes compararon cinco genotipos de calabaza en tres distancias entre plantas, donde los mayores rendimientos obtuvieron en el menor distanciamiento entre plantas, mientras que el mayor número de frutos por planta en el mayor espaciamiento entre plantas.

Cuadro 1. Valores medios de número de frutos por planta (NFP), número de frutos por hectárea (NFH), masa media de frutos (MMF) y rendimiento (RDTO) por hectárea del zapallo variedad Exposición en diferentes densidades. Campo Experimental Isla Po'i. 2016.

Tratamientos	NFP	NFH	MMF (kg)	RDTO kg ha ⁻¹
2,00 x 2,00 m	2,38 ^{ns}	5.139	3,05 ^{ns}	14.626 ^{ns}
2,00 x 2,50 m	2,98	5.558	2,88	16.541
3,00 x 2,00 m	3,53	4.954	3,05	14.724
3,00 x 3,00 m	3,08	3.827	2,89	13.005
Medias	2,99	4.869	2,96	14.724
C.V. (%)	24,90	20,97	20,26	34,23

ns = no significativo al 5% de probabilidad de error.

Resende, Silva & Goulart (1996), en una investigación realizada en el municipio de Porteirinha, Estado de Minas Gerais, Brasil, compararon diferentes variedades e híbridos de zapallo, en cuatro épocas de siembra. En la siembra realizada en el mes de febrero, la variedad Exposición produjo 7.854 frutos ha⁻¹, masa media de fruto entre 2,22 y 2,71 kg y rendimiento de 21,25 t ha⁻¹. Comparado con las medias obtenidas en esta investigación se verifica que son superiores en el número de frutos por hectárea y el rendimiento, mientras que inferior a la masa media de

frutos, que en esta investigación estuvo entre 2,88 y 3,05 kg.

Con relación a la densidad de siembra en zapallos Zaccari y Sollier (2002) mencionan que debido a la plasticidad que presentan las plantas, pueden conformar su arreglo en el espacio, de modo que no sea afectada severamente su rendimiento final a densidades relativamente altas, incrementado o disminuyendo el número de frutos o el tamaño de los frutos por planta.



Conclusión

En función a los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye que se puede utilizar cualquiera de los espaciamientos estudiados, debido a que no hubo diferencias significativas en las variables estudiadas.

Referencias bibliográficas

- Albuquerque, D. M. C., Cardoso, M. O., & Berni, R. F. (2012). Desempenho agrônomico de cultivares de abóbora em condições de terra firme e de período chuvoso em Manaus-AM. Recuperado de http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_6/A5387_T7589_Comp.pdf
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C.W. (2015). InfoStat versión 2015. Argentina: Grupo InfoStat Universidad Nacional de Córdoba.
- Fayad, J. A., Comin, J. J., & Bertol, I. (2015). *Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH): Cultivo da moranga híbrida Tetsukabuto*. Epagri, Florianópolis, Brasil. (Boletín Didáctico, 114).
- Gaspera, P. D., & Rodríguez, R. A. (2013). El género Cucúrbita. En: Gaspera, P. D. (Ed), *Manual del cultivo del zapallo anquito (Cucurbita moschata Duch.)* (pp. 9-24.). Mendoza, Argentina: Ediciones INTA.
- Glatzle, A. (1999). *Compendio para el manejo de pasturas en el Chaco*. Chaco Central, Paraguay: El Lector.
- Harder, W., Thiessen, H., & Klassen, N. (2004). Libreto de agua: colecta, almacenamiento, utilización y reciclaje de agua en el Chaco Central. Loma Plata, Paraguay: Chortitzer Komitee Ltda.-SAP-INNTAS.
- Montoya, J. C., & Gili, A. (2005). Barbechos químicos: eficacia en el control de malezas y acumulación de agua y nitratos en el perfil edáfico. Campaña 2004-2005. Recuperado de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-publi61.pdf>
- Ramos, S. R. R., Lima, N. R. S., Anjos, J. L. dos, Carvalho, H. D. L de, Oliveira, I. R. de, Sobral, L. F., & Curado, F. F. (2010). *Aspectos técnicos da cultura da abóbora na região nordeste de Brasil*. Aracaju, Brasil: Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos 154.
- Resende, G. M. de, Borges, R. M. E., & Gonçalves, N. P. S. (2013). Produtividade da cultura da abóbora em diferentes densidades de plantio no Vale do São Francisco. *Horticultura Brasileira*, 31, 504-508.
- Resende, G. M. de, Silva, R. A., & Goulart, A. C. P. (1996). Produtividade de cultivares de moranga e de híbridos do tipo 'Tetsukabuto' em diferentes épocas de plantio. *Horticultura Brasileira*, 14(2), 228-231.
- Wetzel, J., & Stone, A. (2019). Yield response of winter aquash to irrigation regime and planting density. *Hortscience*, 54(7), 1190-119.
- Záccari, F., & Sollier, S. (2002). La densidad en el cultivo de zapallos (*Cucurbita* sp.). En Carballo, S. (Ed.), *Seminario de actualización en el cultivo de zapallo: trabajos presentados* (pp. 21-23). Canelones, Uruguay: INIA – Las Brujas.



Respuesta germinativa de lotes de semillas de *Pterogyne nitens* Tul. almacenadas por diferentes periodos

Durañona, I.^{1*}, Benítez León, E.¹, Escobar, M.C.¹, Peña, P.¹

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

*ivanafranco1998@gmail.com

Introducción

Los autores (Navarro; Lezcano, 2007; García-Fayos *et. al.*, 2001) citado por (Businguer 2014) mencionan que el propósito de almacenar semillas es conservarlas, preservar sus cualidades físicas, genéticas, fisiológicas y sanitarias para la obtención de plantas sanas después de la germinación y, según el objetivo, la conservación puede realizarse mediante periodos cortos o largos.

La falta de información necesaria para germinar las semillas de varias especies nativas ha impedido su uso con fines de reforestación, reintroducción o restauración, a pesar de que existe el interés de obtener plantas leñosas (Martínez-Pérez *et al.* 2006).

En ese sentido, *Pterogyne nitens* Tul., conocida vulgarmente como yvyra ro, tipa colorada, tipilla, palo rosa, viraro, se distribuye naturalmente desde los 6° a los 28° de latitud Sur en América. Se encuentra en el sur de Brasil, Paraguay, es nativa del norte Argentino y sur de Bolivia (Tapia *et al.* 2015).

En general se dispone de un número escaso de experiencias sobre la capacidad de germinación de la especie *Pterogyne nitens* Tul. almacenadas por periodos prolongados de tiempo, siendo una especie nativa de gran interés.

Este trabajo tuvo como objetivo estudiar la respuesta germinativa de semillas de *Pterogyne nitens* Tul. almacenadas por diferentes periodos de tiempo.

Metodología

El trabajo se realizó en el Centro de Conservación de Semillas Forestales de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicada en el Campus de la Universidad Nacional de Asunción.

El material experimental estuvo compuesto de semillas de *Pterogyne nitens* Tul. colectadas en diferentes años (2013, 2014, 2017, 2018 y 2019) del Departamento Central, del Paraguay. A los años de colecta de las semillas fueron denominados como lotes y estas estuvieron almacenadas en cámara de conservación a temperaturas entre 5±2°C.

El diseño que se utilizó fue completamente aleatorio en un esquema unifactorial. Se instalaron ensayos de germinación para determinar las variables de porcentaje de germinación e índice de velocidad de germinación (IVG), utilizando el método del rollo de papel. Las semillas fueron colocadas en una cámara de germinación tipo BOD a una temperatura constante de 25°C. El ensayo se instaló de acuerdo a las Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas (ISTA 2017).



Las variables registradas fueron procesadas en planillas electrónicas Excel®, se realizaron análisis de varianza (ANAVA) y regresión. Fue utilizado el programa estadístico Sisvar (Sistema para Análisis de Variancia) (Ferreira 2011).

Resultados y discusión

Para las variables analizadas: porcentaje de germinación ($p= 0,0000$) e índice de velocidad de germinación ($p= 0,0000$)

fueron observadas diferencias entre los lotes seleccionados. Los resultados obtenidos indican que el mayor porcentaje de germinación para semillas de *Pterogyne nitens*, lo presentó el lote 2019. Como puede ser apreciado en el Cuadro 1 los lotes con mayor periodo de almacenamiento no presentaron un comportamiento favorable, con bajos porcentajes de germinación en comparación a los lotes con menor tiempo de almacenamiento.

Cuadro 1. Medias obtenidas para germinación (%), índice de velocidad de germinación (IVG), en conteo de 7 y 14 días FCA/UNA, San Lorenzo, 2020.

LOTE	% de Germinación		IVG	
	A los 7 días	A los 14 días	A los 7 días	A los 14 días
2013	1,00 d	1,00 c	0,07 d	0,03 c
2014	39,00 c	39,00 b	2,78 c	1,39 b
2017	92,50 b	92,50 a	6,25 b	3,30 a
2018	95,50 a	95,50 a	6,75 a	95,50 a
2019	97,50 a	97,50 a	6,96 a	97,50a

*Medias seguidas por la misma letra minúscula en las columnas, presentan diferencias significativas por la prueba de comparación de Scott Knott ($p \leq 0,05$)

Para el índice de velocidad de germinación los resultados indican que a los siete días el lote 2019 fue el que presentó mayor IVG con 6,96. Mientras que los lotes 2017 y 2018 presentaron mínima variación con un resultado 6,25 y 6,75 respectivamente. Para el mismo periodo de evaluación, los menores índices fueron para los lotes 2013 y 2014 con 0,07 y 2,78 respectivamente.

A los 14 días posteriores a la instalación del ensayo de germinación se observa que los lotes 2017, 2018 y 2019 son similares estadísticamente esto puede deberse a que las semillas del lote 2017 no maduraron en el momento de la recolección y por ello necesitaba más días para llegar a germinar, en el parámetro índice de velocidad de

germinación se ve una reducción importante teniendo así como menor valor al lote 2013 con 0,03; seguido por el lote 2014 con 1,39 los lotes mencionados llegado ese tiempo sufrieron ataques de patógenos, especialmente hongos, según Benítez-León (2017), la presencia de colonias de hongos afectó de forma inversamente proporcional la germinación de semillas de *Pterogyne nitens*.

La disminución del IVG se debe principalmente a que en los primeros siete días las semillas ya expresaron su máximo potencial de germinación. De acuerdo con Bidwell (2000) el envejecimiento es un factor que generalmente disminuye la viabilidad en las semillas, y es de suma



importancia para determinar el periodo de tiempo en el que conservan su capacidad para germinar y así lograr una propagación exitosa.

Conclusión

Las semillas almacenadas por periodos de tiempo hasta 3 años presentan un porcentaje de germinación superior a 90%, demostrando mantener una buena viabilidad durante ese periodo de almacenamiento. Semillas de *Pterogyne nitens* Tul. almacenadas por tiempos prolongados comprometen su viabilidad.

Referencias bibliográficas

Bidwell, R. (2000). Fisiología vegetal. AGT Editores, S.A. México, DF, 784 pp.

Benítez- León , E. (2017). Caracterización sanitaria y porcentaje de germinación de semillas de *Pterogyne nitens*, *Anadenanthera colubrina* y *Cedrela odorata*. (en línea). Consultado el 20 de noviembre del 2020. Disponible en https://congresocienciasagrarias.com/themes/cnca/assets/pdf/modelo_final.pdf

Bussinguer, A. P. (2014). Avaliação de parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de *Pterogyne nitens* Tul. sob duas condições de armazenamento. (en línea). Consultado el 02 de diciembre del 2020. Disponible en <https://repositorio.unb.br/handle/10482/15518>.

Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

International Seed Testing Association. (2017). International rules for seed testing 2017. Bassersdorf, Switzerland.

Martínez-Pérez, G.; A. Orozco-Segovia, y C. Martorell, (2006). "Efectividad de algunos tratamientos pre germinativos para ocho especies leñosas de la mixteca alta oaxaqueña con características relevantes para la restauración". *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 79 p.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). (2009). Regras para análise de sementes. Brasília, Brasil, Secretaria de Defesa Agropecuária. 399 p.

Tapia A.M.; Romero A.; Luque. V.; Gervasoni P.; Aybar S.; Allolio P. (2015). Influencia de la escarificación física y absorción de agua en la germinación de semillas de tipa colorada. Universidad Nacional de Catamarca Secretaría de Ciencia y Tecnología □ Editorial Científica Universitaria.05 (02).



Evaluación de desecantes sobre el cultivo de soja (*Glycine max*) en pre-cosecha

Patiño, A.^{1,2*}, Bogado Arizaga, V.¹, Trombetta, C.E.^{1,3}; Enciso Maldonado, G.A.³

¹Universidad Internacional Tres Fronteras, Edelira, Paraguay.

²PATROM Consultora Agrícola, Yatyty, Paraguay.

³Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica, Hohenau, Paraguay.

*alfrepati84@gmail.com

Introducción

La soja (*Glycine max*) es el cultivo de mayor importancia económica en el Paraguay debido a que se producen unas 10 millones de toneladas en una superficie de 3,5 millones de ha (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas CAPECO, 2020).

La producción y rentabilidad de la soja está expuesta a varios factores que pueden limitar su producción, entre los que destacan los climatológicos como la deficiente humedad para sembrar en forma oportuna y disminución de la cantidad de lluvia durante el ciclo de vida del cultivo, en especial durante el llenado de grano; los factores biológicos como la pérdida de rendimiento causada por plagas, enfermedades y malezas; y los factores socioeconómicos como los altos costos de producción y baja adopción de nuevas tecnologías. Estos factores también pueden afectar el momento de la cosecha, ya que es una etapa muy susceptible (Maldonado-Moreno, Ávila-Valdez y Ascencio, 2007). Según Camacho, Barros, Peske y Menezes (2004), la calidad de las semillas disminuye a partir de la madurez fisiológica, dependiendo de las condiciones climáticas, principalmente, temperatura y humedad relativa del ambiente al que están expuestas, hasta el momento de la

cosecha. En el caso del cultivo de soja, se debe comenzar la cosecha cuando la humedad del grano es de 16,5%, por día de atraso en la cosecha de soja las pérdidas de pre-cosecha, como de cosechadora, se incrementan cada una en 5,5 kg/ha/día, lo que daría un total de 11 kg/ha/día. Por lo tanto, adelantando la cosecha, las pérdidas de pre-cosecha se reducen a cero y las pérdidas por cosechadora pueden bajar un 50 % respecto al promedio (Bragachini y Peiretti, 2010).

La aplicación de los desecantes es realizada cuando la mayoría de las semillas están maduras, con la finalidad de promover el secado más rápido de las plantas y el aumento de la uniformidad en la maduración, lo que facilita la cosecha, la obtención de menor cantidad de impurezas y semillas de mejor calidad, además de la reducción de pérdidas y menor costo en el secado (Inoue et al., 2003). A esto se suma el producto que se utiliza para desecar el cultivo y su dosis. Por eso es fundamental utilizar los productos adecuados de manera a favorecer la calidad de los granos. Actualmente existen diversos productos utilizados para desecación en pre-cosecha en el cultivo de soja, pero no existe un registro local que sirva de referencia para identificar el más conveniente, por ello es necesario generar informaciones que sirvan de referencia para tomar decisiones



al momento de realizar la desecación. Por ello el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de diferentes desecantes en pre-cosecha sobre el cultivo de soja.

Metodología

El ensayo experimental se realizó en el Distrito de Yatytay, Departamento de Itapúa, Paraguay, con ubicación geográfica 26°36'39"S y 55°03'52"O, durante los meses de abril a julio de 2019.

Los tratamientos consistieron en la aplicación de distintos desecantes sobre el cultivo de soja en R6 y el testigo con maduración fisiológica. Los tratamientos consistieron en la aplicación de diferentes herbicidas desecantes (Cuadro 1).

La aplicación de los tratamientos se realizó con pulverizador tipo mochila motorizada, con caudal de 150 L ha⁻¹, con pico cónico. Las condiciones de aplicación fueron con temperatura menor a 27 °C, humedad relativa mayor a 75 % y la velocidad del viento menor a 10 km.h⁻¹.

Cuadro 1. Tratamiento, herbicida y dosis. Yatytay, Paraguay. 2020.

Tratamiento	Herbicida	Dosis por hectárea
T1	Testigo	-
T2	Paraquat	2 L
T3	Glufosinato de amonio	2 L
T4	Diclosulam	50 g
T5	Paraquat + Diquat	2 L
T6	Triclopyr 66.7 % + Diclosulam 2.5 %	1 L

Se utilizó el diseño con bloques completos al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones. La unidad experimental se constituyó por 6 hileras de 2,7 m de ancho por 5 m de largo. Se consideró como parcela útil a las 4 hileras centrales, descartando 0,5 m de los extremos de la parcela, totalizando 13 m². Las variables evaluadas fueron el número de vaina por planta (NVP), cuantificando número de vaina en las 10 plantas de cada unidad experimental en R7 (madurez fisiológica); el número de granos por vainas (NGV), cuantificando el número de granos de 10 plantas y posteriormente se aplicó la fórmula: NGV = No. Total de granos/NVP; el peso de cien granos (PCG), cuantificando 100 unidades de granos, que posteriormente y fueron pesados mediante una balanza de precisión de 0,001 g; el rendimiento, cortando y trillando de forma

manual los granos cosechados dentro del área útil, que posteriormente fueron pesados en una balanza de precisión; por último se evaluó la germinación y vigor siguiendo la metodología del ISTA (2003). Se realizó el análisis de varianza y cuando se identificó diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%.

Resultados y discusión

El análisis de varianza de los datos no indicó diferencias significativas entre los tratamientos para las variables evaluadas (Cuadro 2). El NVP. En cuanto al NGV, la media mínima fue de 2,75 granos vaina⁻¹ y la máxima de 3,25 granos vaina⁻¹. El PCG mínima se observó con el T3 con un valor de 19,4 g y la media máxima con T4 con 24.6



g. Estos resultados coinciden con Martínez-Moreno, Ayala-Aguilera y Ayala-Benítez (2011), quienes no se observaron diferencias para el PCG cuando se compararon diferentes herbicidas para desecar soja. Por otro lado, Malaspina, Lazarini, Oliveira, Marcandalli y Fillanueva (2012) observaron que la aplicación de herbicidas desecantes no tiene un efecto sobre el PCG de la soja.

El menor rendimiento se observó con el T5, el cual alcanzó 1192 kg ha⁻¹, mientras que el mayor rendimiento se obtuvo con T4 con 1358,8 kg ha⁻¹, lo cual coincide con Martínez-Moreno et al., (2011) e Inoue et al., (2003), quienes tampoco registraron diferencias significativas para la variable rendimiento.

Cuadro 2. Tratamiento, número de vainas por planta (NVP), número de granos por vaina (NGV), peso de cien granos (PCG) y rendimiento de plantas de soja tratadas con diferentes desecantes. Yatyty, Paraguay. 2020.

Tratamiento	NVP	NGV	PCG	Rendimiento
T1	22,7	3,0	24,3	1224,0
T2	21,8	3,0	24,3	1239,0
T3	21,5	3,0	19,4	1239,3
T4	23,0	3,3	24,6	1358,8
T5	21,2	2,8	20,4	1192,0
T6	22,4	2,8	20,9	1192,8
FC	0,3^{ns}	0,2^{ns}	0,4^{ns}	0,3^{ns}
CV (%)	12.0	27.9	32.9	18.1

ns = no significativo; FC = F calculada; CV = coeficiente de variación.

El análisis de varianza indicó diferencias significativas para los porcentajes de vigor y germinación entre los tratamientos. El T1 obtuvo el mayor porcentaje de vigor (80.75 %) en comparación al T6, el cual obtuvo el menor porcentaje (35.75 %). El T2 obtuvo 48 %, siendo similar a lo obtenido por el T6. Los tratamientos T3, T4 y T5 fueron estadísticamente iguales. Inoue et al., (2003) observaron que la desecación con glufosinato de amonio y el testigo presentaron mayores porcentajes de plántulas normales, lo que coincide con obtenido en este trabajo. Por su parte, Marcandalli, Lazarini y Malaspina (2010) mencionan que el paraquat no altera la calidad fisiológica de las semillas, difiriendo con lo obtenido en este trabajo. Además, los resultados de este trabajo difieren con Martínez-Moreno et al., (2011), quienes

observaron que el vigor no fue afectado por el glufosinato de amonio en comparación con el testigo y el paraquat utilizados en su respectivo ensayo.

En cuanto al porcentaje de germinación, los herbicidas evaluados tienen un efecto negativo esta variable (Cuadro 3). Los tratamientos T1, T4 y T5 mostraron resultados similares con valores por encima del 93 %. Mientras que, T2 y T3 mostraron valores por debajo del 83%. Martínez-Moreno et al., (2011) observaron que el uso de glufosinato de amonio propicia menor pérdida de calidad en la germinación y vigor de las semillas en comparación al paraquat. Según los datos obtenidos por Marcandalli et al., (2010), el paraquat no altera la calidad fisiológica de las semillas, lo que difiere con los resultados obtenidos.



Cuadro 3. Tratamiento, porcentajes de vigor y germinación de semillas obtenidas de plantas de soja tratadas con diferentes desecantes. Yatyay, Paraguay. 2020.

Tratamiento	Vigor (%)	Germinación (%)
T1	80,8 b*	95,3 b
T2	48,0 ab	78,8 b
T3	63,8 ab	82,5 b
T4	62,0 ab	93,6 b
T5	69,5 ab	95,5 b
T6	35,75 a	43,8 a
FC	4,2	19,8
CV(%)	25,9	10,9

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

ns = no significativo; FC = F calculada; CV = coeficiente de variación.

Conclusión

Bajo las condiciones en la que se realizó el experimento y acorde a los resultados obtenidos, se concluye que la aplicación de desecantes en pre-cosecha de soja no alteran el número de vainas por planta, el número de granos por vaina, el peso de cien semillas y el rendimiento. Sin embargo, los porcentajes de vigor y germinación de las semillas se ven afectados por la aplicación de desecantes. La aplicación de 1 L ha^{-1} de Triclopyr 66.7 % + Diclosulam 2.5 % afecta negativamente los porcentajes de vigor y germinación.

Referencias bibliográficas

- Bragachini, M., Peiretti, J., & Damen, D. A. (2009). Eficiencia de Cosecha de Soja. Agromercado, (262).
- Camacho, D. G., Barros, A. C. S. A., Peske, S. T., & de Menezes, N. L. (2004). A secagem de sementes. Ciência Rural, 34(2), 603-608.
- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas). (2020). Recuperado de: <http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>



Inoue, M. H., Marchiori Júnior, O., Braccini, A. D. L., Oliveira Júnior, R. S. D., Ávila, M. R., & Constantin, J. (2003). Rendimiento de grãos e qualidade de sementes de soja após a aplicação de herbicidas dessecantes. *Ciência Rural*, 33(4), 769-770.

ISTA (International Seed Testing Association). 2003. Handbook on Seedlings Evaluation. 3rd Edition by Ronald Don. ISTA Basserdorf, CH-Switzerland. 300 p.

Malaspina, I. C., Lazarini, E., Oliveira, W. A. S., Marcandalli, L. H., & Fillanueva, F. C. A. (2012). Épocas de la aplicación de desecantes en el cultivo de la soja: tenor de agua y productividad. *Revista Ciência Agronômica*, 43(4), 749-756.

Maldonado-Moreno, N., Ávila-Valdez, J., & Ascencio, G. L. (2007). Guía para cultivar soja en el sur de Tamaulipas. Folleto para Productores N° 2. INFAP, DF, México. 100 p.

Marcandealli, L. H., Lazarini, E. & Malaspina, I. G. (2010). Épocas de Aplicación de Desecantes en el cultivo de la soja: calidad fisiológica de semillas. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(2): 241 – 250.

Martínez-Moreno, JM; Ayala-Aguilera, L; Ayala Benítez, M. (2011). Efecto de los desecantes Paraquat y Glufosinato de amonio en el rendimiento y calidad física y fisiológica de semillas de soja (*Glycine max* L. Merrill). Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional de Asunción.



Residualidad de cletodim aplicado en barbecho químico en pre-siembra de trigo (*Triticum aestivum*) en el distrito de Natalio

Patiño, A.^{1,2*}, Delvalle González, W.A.¹, Trombetta, C.E.^{1,3}, Enciso Maldonado, G.A.³

¹Universidad Internacional Tres Fronteras, Edelira, Paraguay.

²PATROM Consultora Agrícola, Yatyty, Paraguay.

³Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica, Hohenau, Paraguay.

*alfrepati84@gmail.com

Introducción

El trigo es una importante materia prima para el sector alimentario paraguayo (harinas, panificados y pastas), el cual contribuye a la dieta alimentaria de la población. Además, Paraguay ha dejado de ser un país importador de trigo para convertirse en productor y exportador (Servin y Rojas, 2014).

Actualmente la siembra directa es el principal sistema de producción del trigo. Bajo este sistema, los laboreos son sustituidos por aplicaciones con herbicidas totales que permiten buenos rendimientos. De esta forma, el proceso de laboreo en la preparación de una buena cama de siembra para el cultivo a implantar y para el control de las malezas es sustituido por el barbecho químico (Troya-Caresanti y Sauer-Leite, 2016). El control de malezas en el cultivo de trigo comienza después del cultivo de la soja, el cual las parcelas destinadas al cultivo de invierno se encuentran en barbecho por un cierto tiempo, donde las comunidades de malezas de hojas finas y anchas continúan su desarrollo. Una de las prácticas para realizar los controles de estas malezas es la utilización de glifosato en mezcla con cletodim para una mayor eficacia en el control de estas malezas.

Una de las malezas importantes para el cultivo de trigo es el capi'i pororó (*Digitaria insularis*), compitiendo por los nutrientes que son esenciales para el buen desarrollo del cultivo y la obtención altos rendimientos. De allí la importancia de conocer que efectos pueda tener el uso de clethodim sobre la germinación y el desarrollo inicial del cultivo de trigo.

Actualmente existen diversos herbicidas utilizados para realizar la desecación de los barbechos para la posterior siembra del trigo, pero no existe un registro local que sirva de referencia para indicar que efectos residuales tendrá el uso del clethodim sobre la germinación y el desarrollo del cultivo del trigo. Por ello el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto residual del clethodim aplicado en barbecho químico en pre-siembra de trigo.

Metodología

Se realizó un experimento en el Distrito de Natalio, Departamento de Itapúa, Paraguay, con ubicación geográfica 26°43'12.1" S y 55°06'58.7" O, durante los meses de mayo a setiembre de 2019. Los tratamientos consistieron en la aplicación de cletodim 24 % a una dosis de 1 L ha⁻¹



en distintos momentos antes de la siembra de trigo: T1) Testigo; T2) 15 días antes de la siembra (DAS) (11/06/2019); T3) 10 DAS (16/06/2019); T4) 5 DAS (16/06/2019); y T5) 0 DAS (21/06/2019). El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. La unidad experimental estuvo conformada por 3 metros de ancho por 5 m de largo. La parcela útil fue de 15 m² para cada tratamiento (2 m de ancho, quedando 0,5 m de franja para evitar derivas durante la aplicación del producto. La aplicación de los tratamientos se realizó con pulverizadora motorizada, con caudal de 150 L ha⁻¹, con tipo de pico cónico hueco. Las condiciones de aplicación de temperatura menor a 27 °C, humedad relativa mayor 75 % y la velocidad del viento menor a 10 km h⁻¹. El 10 de octubre de 2019, se realizó la cosecha, que consistió en el corte del cultivo de forma manual.

Las variables evaluadas fueron el número espigas por m² (NEm²), cuantificando el número de espigas de la parcela útil en cada unidad experimental en la etapa de madurez fisiológica; el número de granos por espigas (NGEm²), cuantificando el número de granos de un promedio de 10 plantas por unidad experimental; el peso de cien

granos (PCG), cuantificando 100 unidades de granos, que fueron pesados mediante una balanza de precisión de 0,001 g de sensibilidad, y por último, el rendimiento, cortando y trillando manualmente los granos obtenidos en el área útil, los cuales fueron pesados con una balanza de precisión de 1 g con capacidad de hasta 5 kg. Se realizó el análisis de varianza y cuando se identificó diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%.

Resultados y discusión

El análisis de varianza de los datos indicó diferencias significativas entre los tratamientos para NEm², lo cual indica que existe un efecto del momento de aplicación del cletodim sobre esta variable, sin embargo, para el NGEm², el PCG y el rendimiento no se observaron diferencias significativas. El testigo obtuvo un valor de 39,8 espigas m² en comparación con T5, que obtuvo 45,8 espigas m². Troya-Caresanti y Sauer-Leite (2016) observaron que la aplicación de graminicidas disminuyó el NEm², lo que difiere con los datos obtenidos en este trabajo.

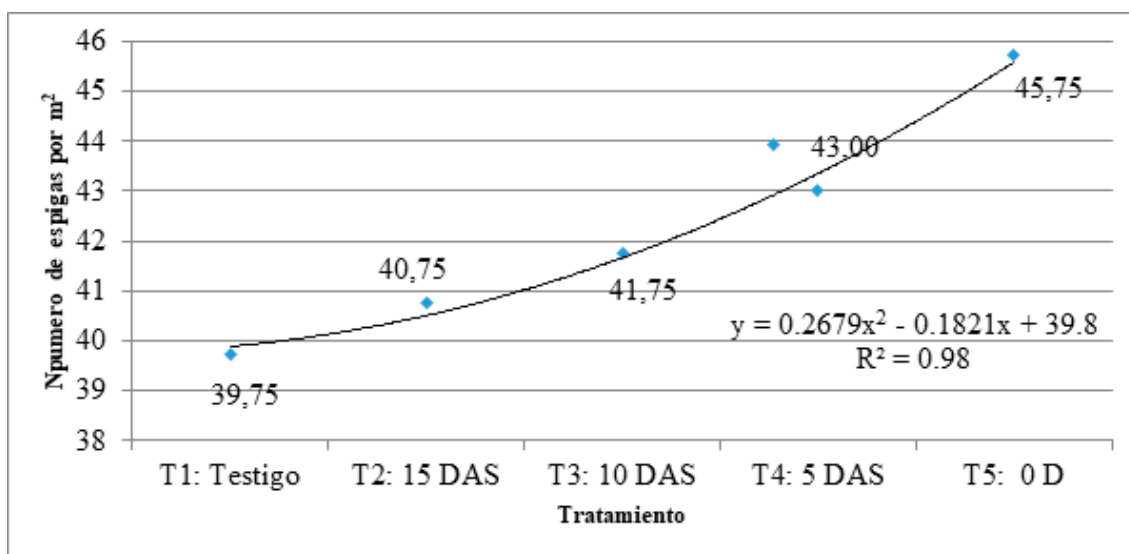


Figura 1. Tendencia del número de espiga por m² tras la aplicación de cletodim en distintos momentos de aplicación en pre-siembra. Natalio, Paraguay. 2020.



Para el NGE^{m²} la mínima se obtuvo con T2 con un valor de 19,2 granos por espiga y la media máxima se observó con T4 con 22,6 granos por espiga. El PCG mostró una media mínima en T1 con un valor de 2,4 g, y la media máxima se observó con los T2. En cuanto al rendimiento, la media mínima se observó con T2 que alcanzó 2.580 kg ha⁻¹, y la media máxima se obtuvo con T3,

que alcanzó 3097 kg ha⁻¹. Troya-Caresanti y Sauer-Leite (2016), no detectaron efectos significativos en el rendimiento en grano final en comparación al testigo. Estos datos coincidieron con lo obtenido por Peñagaricano-Ugarte y Nin-lewdiukow (2015), donde el rendimiento en grano final de los tratamientos con clethodim a los 0 días fueron menores que en el testigo.

Cuadro 1. Tratamiento, número de granos por espiga (NGE), peso de cien granos (PCG) y rendimiento. Natalio, Paraguay. 2020.

Tratamiento	NGE	PCG (g)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
T1	20,5	2,4	2951
T2	19,2	2,5	2580
T3	19,8	2,4	3097
T4	22,6	2,5	2733
T5	21,6	2,4	2797
F. c.	1,4^{ns}	0,3^{ns}	0,4^{ns}
C. V. (%)	11,3	7,7	21,8

F.c. = F calculada; C.V. = coeficiente de variación.

Conclusión

Bajo las condiciones en las que se realizó el experimento y de acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que la aplicación de cletodim en barbecho químico en pre siembra no afecta el número de granos por espiga, el peso de cien semillas ni el rendimiento. Sin embargo, el número de espigas m² incrementa a medida que la aplicación de herbicidas es más cercana a la fecha de siembra

Referencias bibliográficas

Peñagaricano-Ugarte, J., & Nin-lewdiukow, J. A. (2015). Residualidad de Haloxifop-metil y clethodim aplicados en barbecho en cultivo de trigo.

Tesis presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad De La República Facultad De Agronomía. Montevideo, Uruguay. n° 22.

Servín, M. B., & Rojas, A. (2014). El sector del trigo en el Paraguay: potencialidades de innovación y aprendizajes. Serie Documentos del Reporte Anual 2014. Recursos Naturales y Desarrollo.

Troya-Caresanti, L. M., & Sauer-Leite, F. (2016). Residualidad de haloxifop-metil y cletodim aplicados en barbecho en Avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*). Tesis presentada como requisito para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad De La República. Facultad De Agronomía. Montevideo, Uruguay



Eficacia del paraquat + diquat en distintos horarios de aplicación en barbecho químico para presiembra de soja

Trombetta, C.E.^{1,2,3,*}, Dickel, A.V.¹, Patiño, A.^{1,2}, Enciso Maldonado, G.A.³

¹UniversidadInternacionalTresFronteras, Edelira, Paraguay.

²PATROMConsultoraAgrícola, Yatyty, Paraguay.

³CentrodDesarrolloeInnovaciónTecnológica, Hohenau, Paraguay.

*carmentrombetta86@gmail.com

Introducción

Las malezas compiten por agua, luz y nutrientes con los cultivos de renta, además son hospederas de patógenos e insectos perjudiciales y generan pérdidas económicas por mermas de rendimiento, menor calidad de granos, aumento en los costos de cosecha, entre otras (Puricelli y Faccini, 2009).

Un herbicida es un producto químico que permite destruir las hierbas indeseadas. Se trata de un plaguicida cuya acción suele concentrarse en las hormonas de las plantas para impedir que los ejemplares crezcan (Pérez-Porto y Gardey, 2018). La efectividad de los herbicidas se ve influenciada por diversos factores que pueden repercutir en la eficacia del producto y que es de mucha importancia tomar en cuenta (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, 1981). Los herbicidas paraquat y diquat se usan en sistemas de labranza mínima para el control de malezas antes o después de la plantación, pero generalmente antes de un 10 % de emergencia del cultivo. Estos se aplican como aspersiones dirigidas o protegidas con pantallas en muchos cultivos perennes templados y tropicales. Ambos se usan como desecantes para facilitar las cosechas y el diquat puede utilizarse bajo

ciertas situaciones de malezas acuáticas. El paraquat tiende a ser más activo contra gramíneas y el diquat contra especies de hoja ancha (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, 2015).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de paraquat + diquat en distintos horarios de aplicación en barbecho químico para pre siembra de soja.

Metodología

Se realizó un experimento en Edelira, Distrito de Capitán Meza, Departamento de Itapúa, con ubicación geográfica 26°47'13.4" S y 55°16'53.1" O. La duración total del estudio fue de 40 días, desde el mes de setiembre al mes de octubre del año 2020. Los tratamientos consistieron en la aplicación del herbicida paraquat 12 % + diquat 8 % a una dosis de 2 L ha⁻¹ en distintos horarios (Cuadro 1). El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Las unidades experimentales estaban compuestas por 3 metros de ancho y 5 metros de largo, completando 15 m². El testigo enmalezado se utilizó para facilitar las comparaciones de síntomas en el momento de realizar las lecturas.



Cuadro 1. Eficacia de control del paraquat + diquat en distintos horarios de aplicación a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación. Capitán Meza, Paraguay. 2020.

Tratamiento	Horarios de Aplicación
T1	06:00 am
T2	10:00 am
T3	2:00 pm
T4	6:00 pm
T5	10:00 pm
T6	2:00 am

La aplicación de los tratamientos se realizó con pulverizador motorizado, con caudal de 150 L ha⁻¹ con pico tipo cónico hueco. El ancho de la barra de aplicación fue de dos metros, quedando el resto de la unidad experimental como testigo apareado. Los datos del ensayo fueron tomados de la parte central de la franja afectada por el herbicida.

Se evaluó la cobertura inicial de malezas, para ello se determinó el nivel inicial de infestación de malezas (número de plantas

m²), cuantificando en un m² la población de malezas existente por cada especie. Además, se evaluó la eficacia de control del herbicida utilizando la escala de Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974) (Cuadro 2) a los 7, 14, y 21 días después de la aplicación (DDA). Se realizó el análisis de varianza de los datos obtenidos y cuando se detectaron diferencias significativas entre las variables se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%.

Cuadro 2. Grado de control de malezas según ALAM (1974).

Escala (%)	Descripción	Detalles de control	Síntomas y daños
0	Sin efecto	Muy pobre	Sin daños
10	Efectos leves	Muy pobre	Ligera decoloración o disminución de porte
20	Pobre	Alguna decoloración, reducción de porte o stand	
30	Pobre a deficiente	Daño más pronunciado mas no duradero	
40	Efectos moderados	Deficiente	Daño moderado, cultivo normal con recuperación
50	Deficiente a moderado	Daño más duradero, recuperación dudosa	
60	Moderado	Daño duradero, sin recuperación	
70	Efectos severos	Menor que satisfactorio	Severo y con pérdida de stand
80	Satisfactorio a bueno	Pocas plantas sobrevivientes	
90	Muy bueno a excelente	Algunas plantas sobrevivientes	
100	Efectos totales	Control total	Destrucción total



Resultados y discusión

La comunidad de malezas infestantes previo a las aplicaciones estuvo compuesto por 5 especies, mbu'y (*Conyza* spp.) con un nivel de cobertura de 35 % en estado de emergencia hasta los 20 cm; Ka`a ruru (*Amaranthus deflexus* L.) en floración, con un nivel de cobertura de un 15 %; Cadillo (*Cenchrus echinatus* L.) en estado vegetativo a floración un 10 % de cobertura, vira vira (*Gamochoaeta claviceps*) desde emergencia hasta floración con un 10 % de cobertura; y nabo (*Brassica rapa* L.) con un porcentaje de 30% y en estado de floración.

De acuerdo con el análisis de varianza, el porcentaje de eficacia de control presentó diferencias significativas entre los tratamientos a los 7, 14 y 21 DDA (Cuadro 3). A los 7 DDA, la aplicación del herbicida paraquat + diquat presentó mayor porcentaje de eficacia con T5 (10:00 pm), alcanzando un 97,50 % de control, seguido por T6 (2:00 am) con 92,50 % de eficacia y T4 (06:00 pm) con un nivel de control del 85 %, mientras que los tratamientos T3 (2:00 pm), T2 (10:00 am) y T1 (06:00 am) presentaron un control menor al 80%. Estos resultados coinciden con lo obtenido por Benítez-Espinal (2011), quien comprobó que la aplicación del paraquat

en la noche fue más perjudicial para las malezas y proporcionó un mejor control que las aplicaciones de paraquat en el día.

A los 14 DDA los tratamientos T5, T6 y T4 presentaron un control del 90 a 95 %. T1 alcanzó un control de 85 % y los tratamientos T3 y T2 alcanzaron controles por debajo del 70 %. Estos resultados difieren de lo obtenido por Bellenda-Olivieri y Cassarino-Pastorino (2012), los cuales evaluaron distintos horarios de aplicación de tres herbicidas, sin registrarse diferencias entre los horarios de aplicación, excepto con el Imazethapir, que mostró una leve tendencia a incrementar la fitotoxicidad cuando se aplicó a las 14 y 18 horas con una temperatura de 26,5 °C en las lecturas realizadas a los 11 y 15 DDA.

A los 21 DDA se observó la mejor eficacia de control con el T4 con 95 % y la menor eficacia con T3 con 57,50 % de control. Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Quintero-Joseph (2013), donde evaluó la efectividad del paraquat en el día y al final de la tarde. El control de malezas fue mayor cuando el paraquat se aplicó al final de la tarde en todas las evaluaciones sobre las malezas *Sclerocarpus phyllocephalus* y *Chloris virgata*.

Cuadro 3. Eficacia de control del paraquat + diquat en distintos horarios de aplicación a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación. Capitán Meza, Paraguay. 2020.

Tratamiento	Horarios de Aplicación	Eficacia de control del paraquat + diquat (%)		
		A los 7 DDA	A los 14 DDA	A los 21 DDA
T1	06:00 am	77,5 ab	85,0 ab	77,5 ab
T2	10:00 am	67,5 ab	70,0 ab	75,0 ab
T3	2:00 pm	52,5 a	65,0 a	57,5 a
T4	6:00 pm	85,0 b	90,0 ab	92,5 b
T5	10:00 pm	97,5 b	95,0 b	95,0 b
T6	2:00 am	92,5 b	92,5 b	92,5 b
Media		78,85	82,9	81,7
C. V. (%)		17,7	13,8	18,6
F. C.		5,7**	4,8**	3,7**

**Significativo al 5%; F.C. = F calculada; C.V. = coeficiente de variación.



Conclusión

Bajo las condiciones en las que se realizó el experimento y de acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que la aplicación de los herbicidas paraquat + diquat presenta diferentes niveles de control cuando es aplicado en distintos horarios del día. La mayor eficacia de control de malezas se obtiene cuando se aplica el paraquat + diquat entre las 6:00 p.m. y las 2 a.m.

Referencias bibliográficas

- ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas). (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, Colombia. 12 p.
- Bellenda-Olivieri, F. A., & Cassarino-Pastorino, G. A. (2012). Efecto del horario de aplicación y de las condiciones meteorológicas en la efectividad de herbicidas. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay. 70p.
- Benítez-Espinal, D. A. (2011). Efectividad del Paraquat aplicado en la noche y sobre hojas cubiertas con suelo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 21p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (1981). Guía de estudio: Principios básicos de la selectividad de los herbicidas. Cali, Colombia. 155p.
- FAO (Organización De Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2015) Herbicidas. <http://www.fao.org/3/t1147s0e.htm>
- Pérez-Porto, J., & Gardey, A. (2018). Definición de Herbicida. El libro del agro: Herbicidas. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- Puricelli, E., & Faccini, D. (2009). Efecto de la dosis de glifosato sobre la biomasa de malezas de barbecho al estado vegetativo y reproductivo. *Planta Daninha*, 27(2), 303-307.
- Quintero-Joseph, H. (2013). Efectividad del Paraquat aplicado en el día o al final de la tarde. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 21p.
- Servín, M.B., & Rojas, A. (2014). El sector del trigo en el Paraguay: potencialidades de innovación y aprendizajes. Serie Documentos del Reporte Anual 2014. Recursos Naturales y Desarrollo.
- Troya-Caresanti, L. M., & Sauer-Leite, F. (2016). Residualidad de haloxifop-metil y cletodim aplicados en barbecho en Avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*). Tesis presentada como requisito para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad De La República. Facultad De Agronomía. Montevideo, Uruguay



Comparación de uso de productos convencionales y orgánicos en la producción de pimiento

Verdún, A. M.¹, Nuñez, E., Maidana, M.¹, Fin, M.¹, Riveros, K.¹, Enciso, G.^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica Nuestra Señora De La Asunción. María Auxiliadora, Paraguay

*guillermo.enciso@cedit.org.py

Introducción

El pimiento verde (*Capsicum annuum*) es una hortaliza de fruto que se utiliza para preparar un número variado de alimentos de consumo tradicional en el Paraguay (Aguilera, 2014). Debido a su alto consumo, buen precio en el mercado y la facilidad para cultivarlo en pequeñas áreas, los productores buscan producir mayores volúmenes de pimiento.

Existen diferentes prácticas de manejo agrícola que guían bajo distintos principios. Por ejemplo, la agricultura orgánica busca la obtención de alimentos minimizando el impacto ambiental de la industria alimentaria, preservando la sostenibilidad a largo plazo del suelo y reduciendo al mínimo el uso de recursos no renovables y utiliza productos biológicos, botánicos o naturales para dichos fines (Gomiero, Pimentel y Paoletti, 2011). Por otro lado, la agricultura convencional es demandante en recursos y energía y su finalidad es la de obtener una alta productividad (Wood, Lenzen, Dey y Lundie, 2006) y, principalmente, utiliza productos químicos o sintéticos para el manejo de los cultivos (Kimati, Amorim, Rezende, Bergamin-Filho y Camargo, 2005).

La agricultura orgánica trae muchos beneficios al agroecosistema, como una menor erosión del suelo, aumento de la materia orgánica del suelo, favorece las propiedades químicas del suelo, reduce la lixiviación de nitrógeno, favorece el uso

del agua y genera condiciones para que las plantas resistan a la sequía, además, el potencial de los sistemas agrícolas administrados orgánicamente puede operar como sumidero de carbono y contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero y, favorece la biodiversidad del suelo, la cual puede tener un efecto favorable contra las plagas (Gomiero et al., 2011). Para migrar de la agricultura convencional a la orgánica es necesaria una transición, la cual consiste en una serie de pasos y prácticas que deben cumplir los agricultores, como, por ejemplo prácticas preventivas, diversificar la producción, aprovechar el potencial de los recursos de la finca, utilizar insumos permitidos en agricultura orgánica, tener un plan de manejo a corto, mediano y largo plazos, conocer las pReferencias bibliográficas de los potenciales clientes sobre certificadoras, entre otras (Charvet Maldonado, 2012). Por ello, es imprescindible que el productor conozca las ventajas y desventajas de los productos utilizados en la producción orgánica si es que está optando para migrar de un sistema de producción convencional a uno orgánico

Por lo anterior, dada la importancia económica que representa el cultivo de pimiento en el Paraguay y a la escasa información disponible relacionada a los productos utilizados en la producción orgánica en el pimiento, el objetivo de este trabajo fue comparar productos convencionales y orgánicos sobre la productividad del pimiento.



Metodología

El experimento se realizó en el distrito de Tomás Romero Pereira (26° 28' 44" S y 54° 88' 56" O), Itapúa, Paraguay en condiciones de invernadero, entre los meses de marzo y octubre de 2020.

Se evaluaron cuatro tratamientos que consistieron en plantas de pimiento manejadas de forma convencional y

manejadas con productos utilizados en la agricultura orgánica (Cuadro 1). Los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental fue de 10 plantas, los tabloncillos fueron de 6,25 m de largo y 1,6 m de ancho. Las plantas fueron trasplantadas a doble hilera con distanciamiento de 0,5 m entre plantas.

Cuadro 1. Tratamiento, tipo de manejo de producción y descripción.

Tratamiento	Tipo de manejo	Descripción
T1	Convencional (testigo)	Cultivo de plantas de pimiento con fertilización química, sin aplicación de productos al follaje para el manejo de plagas y enfermedades
T2	Convencional	Cultivo de plantas de pimiento con fertilización química, con aplicación de productos fitosanitarios al follaje para el manejo de plagas y enfermedades
T3	Orgánico (testigo)	Cultivo de plantas de pimiento con fertilización orgánica, sin aplicación de productos al follaje para el manejo de plagas y enfermedades
T4	Orgánico	Cultivo de plantas de pimiento con fertilización orgánica, con aplicación de productos fitosanitarios al follaje para el manejo de plagas y enfermedades

Como material vegetal, se utilizó pimiento Nathalie. La instalación de la parcela fue la misma para cada tratamiento y consistió en la labranza del suelo con un motocultor. Ocho días después, se aplicó fertilizante (80.1 kg ha⁻¹ de urea, 80.04 kg ha⁻¹ de super fosfato triple y 100,8 kg ha⁻¹ de cloruro de potasio para los tratamientos que recibieron el manejo convencional, y 600 kg ha⁻¹, 700 kg ha⁻¹ de estiércol de vaca y 200 kg ha⁻¹ de gallinaza para los tratamientos que recibieron el manejo con productos utilizados en la agricultura orgánica. Para una mejor distribución del fertilizante, se precedió a realizar nuevamente la pasada del motocultor. En la misma fecha, se precedió a levantar las camas y el trasplante se realizó en el 02/04/2020.

El manejo convencional consistió inicialmente en el manejo de semillero, realizando de aspersiones foliares de 0,25 a g L⁻¹ de imidacloprid (70 %) a los 5 días después de la germinación (DDG), 1 mL L⁻¹ cobre micronizado (5,8 %) a los 7 DDG, 0,35 mL L⁻¹ de abamectina (3,4 %) a los 9 DDG, 1 mL L⁻¹ de cobre micronizado (5,8 %) a los 14 DDG y 0,25 mL L⁻¹ acetamiprid 70 % a los 15 DDG. El manejo después del trasplante consistió en la aplicación foliar de los siguientes insecticidas clorfenapir 24% + Imidacloprid 70% a los 4 y 42 días después del trasplante (DDT), teflubenzuron + acetamiprid a los 8, 22 y 48 DDT, benzoato de emamectina + lufenuron a los 10 y 32 DDT, clorfenapir + imidacloprid a los 17 y 27 DDT y abamectina



+ cipermetrina, a los 24, 37 y 52 DDT; y la aplicación foliar de los siguientes fungicidas: mancozeb + metalaxyl + fosfito potásico al día del trasplante y a los 28 DDT, kasugamicina + cobre micronizado a los 7, 21 y 38 DDT, oxiclورو de cobre + fosfito potásico a los 10 y 35 DDT, streptomycina + cobre micronizado a los 14 y 30 DDT, difenoconazole + fosfito potásico a los 16 DDT y azoxistrobina + difenoconazole + fosfito potásico a los 45 DDT.

El manejo con productos utilizados en la agricultura orgánica consistió en la aplicación de ajo concentrado una vez a la semana cada tres días a partir de los 15 DDT, extracto de hojas de paraíso y güembé una vez cada cinco días a partir de los 22 DDT, extracto de semillas de tártago, una vez cada semana a partir de los 25 DDT, canela en polvo una vez cada 15 días a partir de los 30 DDT y extracto de cebolla en cabeza y alcohol, una vez cada cuatro días a partir de los 20 DDT.

Para todos los tratamientos, se realizó riego por goteo, 15 minutos por la mañana y 15 minutos por la tarde durante la fase vegetativa y 20 minutos por la mañana y 20 minutos por la tarde durante la fase reproductiva.

Las variables evaluadas fueron: altura de la planta (AP), diámetro del tallo (DT), número de hojas (NoH) a los 90 días después del

trasplante, diámetro ecuatorial de frutos (DE), diámetro longitudinal de frutos (DL), número de frutos por planta (NoF) y el rendimiento.

A partir de los datos tomados se realizó el análisis de varianza y cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan al 5%.

Resultados y discusión

Los resultados demostraron que para la variable altura de planta y rendimiento promedio de frutos por planta no se observaron diferencias significativas entre las plantas que recibieron manejo convencional y manejo, sin embargo, ambos presentan diferencias ante los testigos. En cambio, para el número de hojas, las plantas con manejo orgánico produjeron mayor número de hojas, seguido por el testigo con manejo orgánico, y, por último, el manejo convencional con la menor cantidad. El mayor peso de frutos y número total de frutos por planta se obtuvieron con el manejo convencional, seguido por el testigo del manejo convencional, y, por último, con el manejo orgánico. Las plantas con manejo convencional produjeron el mayor número de frutos y rendimiento, seguidamente por las plantas cultivadas con manejo orgánico.



Cuadro 2. Altura de la planta (AP), número de hojas por planta (NoH), diámetro del tallo (DT), diámetro ecuatorial (DE) y diámetro longitudinal (DL) del fruto de pimiento en distintos sistemas de producción. Tomás Romero Pereira, 2020.

Tratamiento	AP (cm)	NoH	DT (cm)	DE (cm)	DF (cm)
T. convencional	70,8 a*	81 a	12,2 a	5,7z5 bc	12,3 b
Convencional	78,4 b	101 b	14,6 b	6,00 c	13,3 c
T. orgánico	66,8 a	107 c	11,9 a	5,40 a	11,7 a
Orgánico	78,9 b	125 d	14,3 b	5,7 ab	12,2 b
Media	73,7	103	13,3	5,69	12,35
F. C.	14,3*	222,0*	17,9*	6,55*	17,58*
CV (%)	4,3	2,4	5,06	3,14	2,53

*Significativo al 5%. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

La altura de la planta es una variable que responde a varios factores, como a la intensidad luminosa (Ayala-Tafoya et al., 2015), uso de acolchados, densidad de plantación (Reséndiz-Melgar, Moreno-Pérez, Castillo, Rodríguez-Pérez, & Peña-Lomelí, 2010), nutrición (Capulín-Grande et al., 2007), así como también según el sistema de producción (Fortis-Hernández et al., 2012). Márquez et al., (2013) encontraron que la fertilización orgánica influye positivamente en la altura de la planta en comparación con un testigo sin fertilización, aunque no se diferenció de la fertilización química, sin embargo, en ambas situaciones, el rendimiento fue superior que las plantas tratadas sin fertilización química. Por otro lado, Álvarez (2004) observó que el uso de fertilizantes orgánicos muestra menor respuesta en el

rendimiento del pimiento, mientras que bajo un sistema de producción con fertilización química los rendimientos fueron mayores. Este autor atribuye esta respuesta a que los fertilizantes orgánicos no tienen el balance de nutrientes requeridos por el cultivo de pimiento morrón y sugiere la utilización de una fertilización combinada.

Para la variable diámetro de tallo no se observaron diferencias significativas entre los manejos con productos orgánicos y convencionales, no obstante, existen diferencias significativas ante el testigo. El mayor diámetro ecuatorial y longitudinal del fruto por planta se observaron con el manejo convencional, seguido del testigo convencional, y, por último, el manejo orgánico.



Cuadro 3. Peso de fruto (PF), número de frutos cosechados (NoF) y rendimiento del pimiento en distintos sistemas de producción. Tomás Romero Pereira, 2020.

Tratamiento	PF (g)	NoF	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
T. convencional	106,2 c	131 a	59257 a
Convencional	110,0 c	245 c	150803 c
T. orgánico	90,7 a	118 a	60908 a
Orgánico	99,9 b	188 b	108170 b
Media	101,6	170	94785
F. C.	22,3*	20,73*	34,2*
CV (%)	3,5	15,1	15,8

*Significativo al 5%. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Vera, García, Chávez, Soplín & Villacorta (2015) observaron mayor diámetro promedio del tallo en plantas tratadas orgánicamente en comparación con un testigo absoluto (sin fertilización), sin embargo, no existen evidencias que permitan observar mayor diámetro con un manejo químico. Esto coincide con lo estudiado Márquez et al., (2013), donde no encontraron diferencias significativas para esta variable al estudiar fertilizaciones orgánicas y químicas.

Conclusión

El tipo de manejo aplicado en este experimento no afecta la altura y el diámetro del tallo, El número de hojas es mayor en el manejo con productos orgánicos. El manejo convencional influye en el peso de frutos, el número de frutos por planta, el total de frutos cosechados, el rendimiento y los diámetros ecuatorial y longitudinal.

Referencias bibliográficas

Aguilera, R. (2014). Diario Digital Paraguay Agro. Asunción, Paraguay. Recuperado de <http://paraguayagro.blogspot.com/2014/01/plan-integral-de-produccion-de-locote.html>

Álvarez, M. R. (2004). Estudio sobre producción y desarrollo del pimiento morrón bajo condiciones de fertilización orgánica y química en invernadero (Tesis de licenciatura). UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

Ayala-Tafoya, F., Sánchez-Madrid, R., Partida-Ruvalcaba, L., Yáñez-Juárez, M. G., Ruiz-Espinosa, F. H., Velázquez Alcaraz, T. D. J., ... & Parra-Delgado, J. M. (2015). Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. *Revista fitotecnica mexicana*, 38(1), 93-99.

Capulín-Grande, J., Núñez-Escobar, R., Aguilar-Acuña, J. L., Estrada-Botello, M., Sánchez-García, P., & Mateo-Sánchez, J. J. (2007). Uso de estiércol líquido de bovino acidulado en la producción de pimiento morrón. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 13(1), 5-11.

Charvet Maldonado, E. B. (2012). *Análisis comparativo de agricultura orgánica con agricultura convencional: estudio de caso del cultivo de brócoli* (Bachelor's thesis, QUITO/PUCE/2012).



- Fortis-Hernández, M., Preciado-Rangel, P., García-Hernández, J. L., Navarro Bravo, A., Antonio-González, J., & Omaña Silvestre, J. M. (2012). Sustratos orgánicos en la producción de chile pimiento morrón. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(6), 1203-1216.
- Gomiero, T., Pimentel, D., & Paoletti, M. G. (2011). Environmental impact of different agricultural management practices: conventional vs. organic agriculture. *Critical reviews in plant sciences*, 30(1-2), 95-124.
- Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J. A. M., Bergamin Filho, A., & Camargo, L. E. A. (2005). *Manual de fitopatología* (p. 663). Agonomica Ceres.
- Márquez, C., Cano, P., Figueroa, U., Avila, A., Rodríguez, N., & García, J. (2013). Rendimiento y calidad de tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernadero. *Revista Internacional de botánica experimental*, 82, 55-61.
- Reséndiz-Melgar, R. C., Moreno-Pérez, E. D. C., Castillo, S. D., Rodríguez-Pérez, J. E., & Peña-Lomelí, A. (2010). Variedades de pimiento morrón manejadas con despunte temprano en dos densidades de población. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 16(3), 223-229.
- Vera, E. F. M., García, G. A. C., Chávez, J. E. C., Soplín, H., & Villacorta, L. R. L. V. (2015). Efecto del biol bovino y avícola en la producción de pimiento dulce (*Capsicum annum* L.). *Espamciencia* 7(1): 15-21.
- Wood, R., Lenzen, M., Dey, C., & Lundie, S. (2006). A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia. *Agricultural systems*, 89(2-3), 324-348.



Crecimiento inicial de plantas de *Astronium fraxinifolium* producidas de semillas obtenidas de diferentes árboles semilleros

Benítez León, E. ^{1*}, Escobar, M.C. ¹, González Soria, L. ¹, Rodríguez, L. ¹, Piris da Motta, D. ¹

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

*ebenitezleon@agr.una.py

Introducción

La gran mayoría de los árboles son cultivados por medio de semillas y el futuro del bosque depende mucho de la calidad de la semilla. Por ese motivo se deben tomar diversas precauciones tanto en la selección de los árboles semilleros como en todos los trabajos de recolección y tratamientos posteriores de frutos y semillas, tareas que se deben cumplir con eficiencia para obtener resultados positivos (Ottone 2005).

Para el éxito de la restauración ecológica de los bosques es fundamental la presencia de un conjunto representativo de especies nativas, pues son esas especies las que se adaptan y consiguen superar las limitaciones del suelo impuestas en ese tipo de ecosistema (Brancalion, Gandolfi & Rodrigues, 2015). De ahí surge la necesidad de realizar investigaciones con especies nativas con el propósito de generar nuevas tecnologías que contribuyan para mantener la variabilidad genética de estas especies y así asegurar bosques ricos en biodiversidad para las generaciones futuras.

En ese sentido, la producción de plantas de calidad es de vital importancia. Considerando que una planta de calidad es aquella que reúne las características morfológicas y fisiológicas adecuadas para sobrevivir y crecer satisfactoriamente bajo las condi-

ciones ambientales y ecológicas del lugar donde serán plantadas (Rodríguez, 2010). El éxito en la formación de bosques de alta producción depende en gran medida de la calidad de las mudas, que además de tener que soportar condiciones adversas encontradas en el campo, deberán sobrevivir y finalmente producir árboles con crecimiento volumétrico deseables (Gomes, Couto, Garcia Leite, Xavier & Ribeiro Garcia, 2002).

El objetivo del presente trabajo fue estimar el crecimiento inicial de plantas de *Astronium fraxinifolium* producidas a partir de semillas colectadas de diferentes árboles semilleros.

Metodología

El experimento fue conducido en el Vivero Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA). Fueron utilizadas semillas de árboles semilleros de *Astronium fraxinifolium*, cuya codificación fue definida por el nombre común de la especie (Urunde'y para) y el número de árbol semillero seleccionado: URPA 002, URPA 003, URPA 010, URPA 013, URPA 014 Y URPA 015. Los árboles semilleros están localizados en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú (Departamento de Canindeyú) y la colecta



fue realizada en setiembre de 2020.

Trascurrido 15 días después de la colecta, culminado el procesamiento de las semillas, y sin aplicar ningún tratamiento pre-germinativo, la siembra se realizó en un sustrato comercial inerte contenido en bandejas de plástico de 10 cm de alto x 45 cm de ancho y 70 cm de largo. Una vez iniciada la germinación, y pasados 20 días aproximadamente, las plántulas fueron repicadas en recipientes de plástico (bolsas de polietileno de 240 cm³) conteniendo una mezcla de sustrato comercial a base de turba agregado con NPK + arena en una proporción 1:1. Las plantas repicadas fueron trasladadas a un área de media sombra, distribuidas en bloques de 20 plantas cada una, donde fueron evaluadas 30 días después del repique. Los tratamientos estuvieron constituidos por los árboles semilleros distribuidos en diseño de bloques al azar con 5 repeticiones por tratamiento.

Las variables evaluadas fueron altura de la planta (cm), medida desde la base hasta el ápice de la misma, y diámetro del cuello (mm), medido en la base de la planta con un paquímetro digital.

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 Skott-Knott con 5% de significancia. Fue utilizado el programa estadístico Sisvar (Sistema para Análisis de Variancia) para Windows® versión 5.1 (Ferreira, 2011). Para determinar la precisión del experimento fue estimado el Índice de Variación (IV), calculado por CV/\sqrt{N} , en que, IV es igual al coeficiente de variación (CV) dividido por la raíz cuadrada del número de repeticiones (N) (Pimentel Gomes, 2009).

Resultados y discusión

Fueron observadas diferencias significativas entre los árboles semilleros para las variables altura de la planta ($p=0,0070$) y diámetro del cuello ($p=0,0039$). En cuanto a la altura de las plantas a los 30 días después del repique se observa que los árboles URPA 002 (6,51 cm), URPA 010 (5,98 cm) y URPA 014 (6,49 cm) fueron estadísticamente similares entre sí, pero diferentes a los árboles URPA 003, URPA 013 y URPA 015 que presentaron promedios de 5,67 cm, 5,53 cm y 5,00 cm respectivamente (Cuadro 1). Estos árboles se encontraban a más de 100 metros unos de otros, de acuerdo a lo recomendado por Silva & Higa (2006) y Piña-Rodrigues, Freire & Silva (2007). No obstante, estas diferencias pueden ser atribuidas a otros factores, como pueden ser el cruzamiento de los árboles semilleros con otros individuos con características inferiores o algún efecto del ambiente sobre los individuos durante el estadio reproductivo. En ese sentido, Loveless & Hamrick (1984) mencionan que la variabilidad genética de una especie está distribuida entre y dentro de las poblaciones, siendo su estructura resultado de la acción conjunta entre mutación, migración, selección y cruzamientos.

La variable diámetro del cuello, en la que igualmente se observó diferencias significativas, los árboles semilleros con mejor desempeño fueron URPA 002 y URPA 010 con 1,44 mm y 1,46 mm respectivamente. Los demás árboles semilleros (URPA 003, URPA 013, URPA 014 y URPA 015) fueron diferentes a estos, pero similares entre sí, presentando diámetros que variaron de 1,25 mm a 1,29 mm (Cuadro 1).



Cuadro 1. Crecimiento inicial en altura (cm) y diámetro (mm) de plantas de *Astronium fraxinifolium* producidas a partir de semillas colectadas de diferentes árboles semilleros.

Árbol Semillero	Altura (cm)	Diámetro (mm)
URPA 002	6,51 a	1,44 a
URPA 003	5,67 b	1,25 b
URPA 010	5,98 a	1,46 a
URPA 013	5,53 b	1,25 b
URPA 014	6,49 a	1,26 b
URPA 015	5,00 b	1,29 b
Media general	5,86	1,30
CV (%)	20,82	19,39
IV	5,38	5,01

IV: Índice de variación.

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por la prueba de Skott-Knott al 5% de probabilidad de error.

La procedencia de las semillas utilizadas para la producción de plantas puede ejercer influencias sobre el crecimiento de las mismas en vivero. En tal sentido, Melo et al. (2018), estudiando el crecimiento de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. producidas en recipientes de diferentes volúmenes encontraron que no hubo diferencias entre estos en cuanto a los valores de altura y diámetro de cuello evaluados a los 90 y 120 días después del repique.

La altura y el diámetro de cuello son los parámetros morfológicos más utilizados para la evaluación de calidad de mudas forestales (Melo et al. 2018). Según Thompson (1985), la altura inicial de las mudas está más correlacionada con el crecimiento inicial en campo, de que con la sobrevivencia posterior a la plantación. Sin embargo, el diámetro del cuello, en general es el prin-

cipal indicador de sobrevivencia posterior al trasplante y es considerado uno de los parámetros que mejor refleja la calidad de las mudas forestales (Ritchie y Landis, 2008). La altura de la muda solo puede ser considerada como indicador de calidad de mudas cuando es analizada conjuntamente con el diámetro del cuello (Binotto, Lúcio, & Lopes, 2010).

Viégas et al. (2014) evaluaron mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, después de 140 días de producidas en sustrato con biosólidos no encontraron diferencias significativas para las variables altura (16,5 – 21,4 cm) y promedio del diámetro de cuello (5,57 mm).

Conclusión

Se observan diferencias entre los parámetros morfológicos altura de la planta y diámetro de cuello de *Astronium fraxinifolium* dependiendo del árbol semillero de donde se obtuvieron las semillas. Pueden existir efectos relacionados a factores del mismo individuo o de la acción conjunta de los mismos en una población o entre poblaciones, pero esto debe ser analizado aún en trabajos posteriores.

Referencias bibliográficas

- Binotto, A. F. Lúcio, A. D. C., & Lopes, S. J. (2010). Correlations between growth variables an the Dickson quality index in Forest seedlings. *Revista Cerne, Lavras*, 16(4), 457-464.
- Brancalion, P. H. S., Gandolfi, S., Rodrigues, R. R. (2015). *Restauração florestal*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia, UFLA*, 35(6), 1039-1042.



- Gomes, J. M., Couto, L., Garcia Leite, H., Xavier, A., Ribeiro Garcia, S. L. (2002). Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 26(6), 655-664.
- Lolevess, M. D., Hamrick, J. L. (1984). Ecological determinants of genetic structure in plant populations. *Ann Rev Ecol Syst*, 15, 65-95.
- Melo, L. A., Marques, A. H., Leles, M., Oliveira, P. S., Rodrigues, R., & Silva, D.T. (2018). Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. *Ciência Florestal*, 28(1), 47-55. <https://doi.org/10.5902/1980509831574>
- Ottone, J. R. (2005). Árboles forestales: Prácticas de cultivo. Buenos Aires; Argentina: Orientación Gráfica Editora.
- Piña-Rodrigues, F. C. M., Freire, J. M., Silva, J. D. (2007). Parâmetros genéticos para colheita de sementes de espécies florestais. Seropédica: Edur.
- Pimentel-Gomes, F. (2009). *Curso de estatística experimental* (15 ed.). Piracicaba: FEALQ.
- Ritchie, G. A., Landis, T. D. (2008) The container tree nursery manual. RNGR. Recuperado de <https://rngr.net/publications/ctnm/volume-7>
- Rodríguez, R. (2010). Manual de prácticas de viveros forestales. Recuperado de <http://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/7373/2.pdf;sequence=1>
- Silva, L. D., Higa, A. R. (2006). Planejamento de implantação de pomares de sementes de espécies florestais nativas. En Higa, A. R., Silva, L. D. Pomar de sementes de espécies florestais nativas (pp. 13-40). Curitiba, FUPEF.
- Thompson, B. E. (1985). Seedling morphological evaluation—what you can tell by looking. En Duryea, M. L. *Evaluating seedling quality: Principles, procedures, and predictive abilities of major tests* (pp. 59-71). Corvallis: Oregon State University Forest Research Laboratory.



Efectos del envejecimiento acelerado en la germinación de semillas de Yvyra pytã [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.]

Escobar, M.C.^{1*}, Benítez León, E.¹, Piñanez, V.¹, González Soria, L.¹

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

*carolina.escobar@agr.una.py

Introducción

La constante pérdida de especies forestales y la escasa información acerca del comportamiento de las mismas en condiciones de germinación, la capacidad de mantener el vigor y la de producir plantas normales en condiciones de estrés nos lleva a desarrollar ensayos que faciliten su conocimiento y comprensión. En ese aspecto, el ensayo de envejecimiento acelerado es uno de los métodos más sensibles, eficientes y utilizados para evaluar el vigor de semillas en varias especies permitiendo identificar el comportamiento de las semillas sometidas a estrés provocado por alta temperatura y humedad relativa durante un periodo determinado, haciendo que las semillas de mayor vigor conserven su capacidad de originar plántulas normales, mientras que semillas con menor vigor tienen una reducción acentuada de su viabilidad (Marcos-Filho, 2015).

Según Marcos-Filho (2015), el vigor es uno de los parámetros que caracterizan el potencial fisiológico de las semillas y permite identificar lotes con mayor o menor probabilidad de presentar alto desempeño durante el almacenamiento o después de la siembra en campo bajo diversas condiciones ambientales.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del envejecimiento acelerado en

semillas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. con dos métodos de exposición.

Metodología

El experimento fue desarrollado en el Laboratorio de Semillas Forestales Nativas de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción. Los tratamientos consistieron en diferentes métodos (Baño María y Estufa con cajas Gerbox) y tiempos de exposición (24, 48, 72, 96 horas). Las semillas utilizadas fueron colectadas en abril del año 2019 y permanecieron almacenadas en la cámara de conservación hasta el momento de su utilización. Previo a la siembra se realizó la desinfección con detergente neutro durante 10 minutos, y luego fueron lavadas con abundante agua corriente.

El diseño experimental empleado fue completamente al azar. La siembra fue realizada y adaptada a las normas de la *International Seed Testing Association* (ISTA, 2017) con 50 semillas por unidad experimental y 4 repeticiones por tratamiento y las Reglas para Análisis de Semillas (MAPA, 2009) en el método rollo papel, a una temperatura de 25°C. Para cada tratamiento fueron analizados porcentaje de germinación (%G), Contenido de humedad (%H), y el porcentaje de contaminación, mediante las siguientes fórmulas:



$$\%G = (\text{semillas germinadas} / \text{semillas sembradas}) * 100 \quad (1)$$

$$\%H = (\text{PSH-PSS} / \text{PHS-PR}) * 100 \quad (2)$$

$$\%C = (\text{semillas contaminadas} / \text{semillas sembradas}) * 100 \quad (3)$$

Los datos recolectados fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) al 95% de confianza. Para dicho análisis de los datos fue utilizado el programa estadístico SISVAR® (Ferreira, 2011).

para el factor tiempo de envejecimiento ($p=0,0000$) y método de exposición ($p=0,0000$), mientras que la interacción de los factores tiempo de envejecimiento y método de exposición no presentaron diferencias significativas.

Resultados y discusión

Variación del porcentaje de germinación de semillas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.

Para la variable porcentaje de germinación se observaron diferencias significativas

Considerando el método de exposición, los lotes de semillas expuestas a Baño María obtuvieron los porcentajes más altos, superiores al 95 %; mientras que los lotes de semillas expuestas en cajas Gerbox obtuvieron porcentajes por debajo del 70 %.

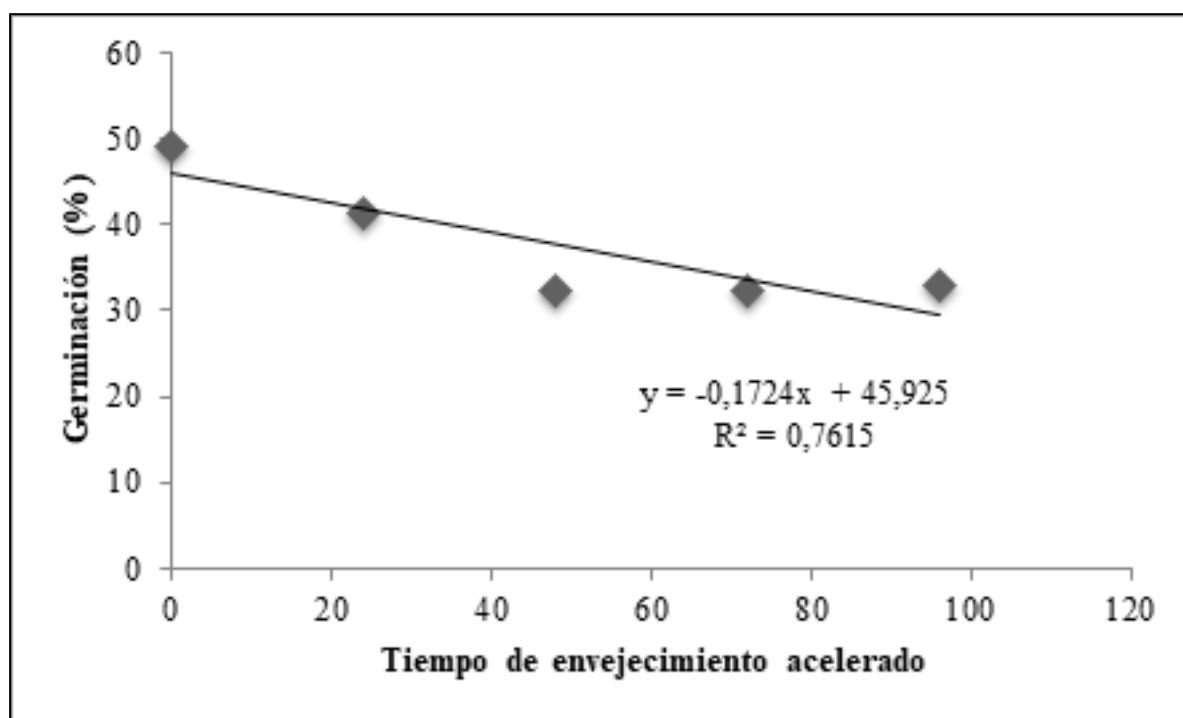


Figura 1. Porcentaje de germinación de las semillas de Yvyra pytä (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.).



Observando las respuestas obtenidas en la germinación de semillas de yvyra pytã se observó que el porcentaje de germinación presenta una tendencia a bajar conforme aumenta el tiempo de exposición.

Variación de la humedad en semillas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. sometidas a envejecimiento

Considerando las fuentes de variación analizadas, no se observan diferencias significativas.

Para ambos factores (método de exposición y tiempo de envejecimiento acelerado) se pudo observar un aumento gradual del contenido de humedad de las semillas. No obstante, en el factor método

de exposición se observó que en el método de cajas Gerbox hubo una disminución en el contenido de humedad de las semillas expuestas a 96 hs de envejecimiento, con un porcentaje de 49,2 %.

Considerando el tiempo de envejecimiento al que fueron sometidas las semillas, se observó que, en las semillas utilizadas como testigo, se obtuvo 9,28% de humedad, a partir de la cual para los siguientes tiempos de exposición fueron aumentando gradualmente.

En la Figura 2 se puede observar los porcentajes de humedad de las muestras de semillas de los distintos métodos de exposición.

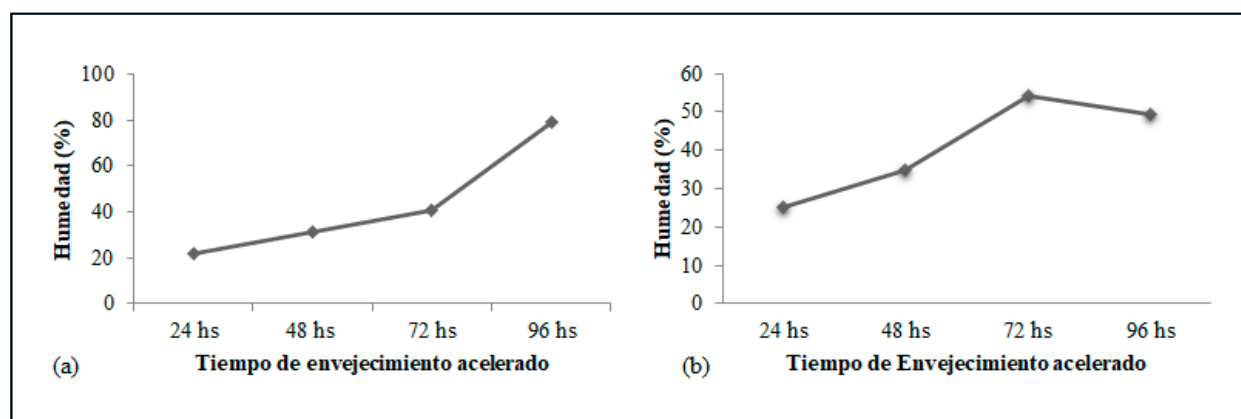


Figura 2: Porcentaje de humedad de semillas de Yvyra pytã (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) en los distintos métodos de exposición. (a) Método de Baño María y (b) Método de Gerbox

Variación del porcentaje de contaminación en *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.

Para la variable porcentaje de contaminación de semillas no se observaron diferencias significativas para ninguno de los factores analizados.

Para ambos métodos de exposición y tiempos de envejecimiento, se pudo observar

una disminución de la contaminación de las semillas. El lote de semillas expuestas a Baño María por 24 hs son las que obtuvieron el porcentaje más alto de contaminación con un 56%. El porcentaje de contaminación fue para el lote de semillas expuestas en cajas Gerbox por 72 h con un 32% de contaminación. En la Figura 3 se puede observar el porcentaje de contaminación de las semillas en los dos métodos de exposición.

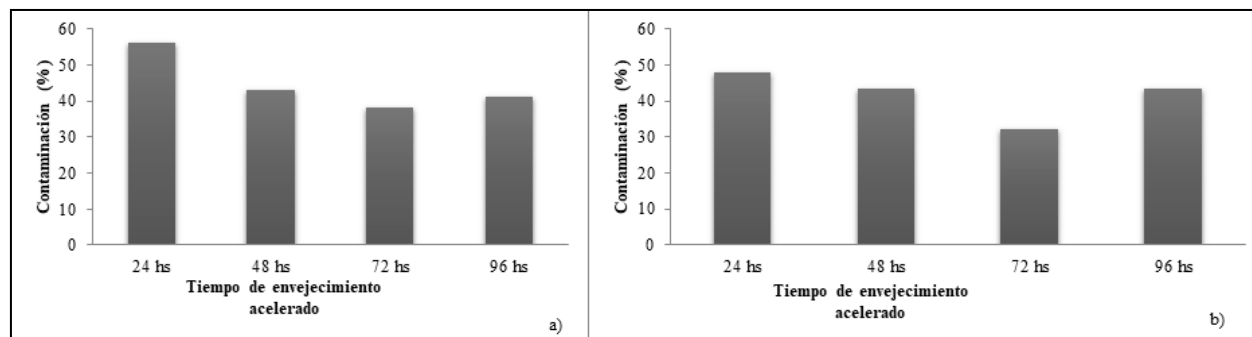


Figura 3. Porcentaje de contaminación de las semillas de *Vyvra pyta* (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) en los distintos métodos de exposición. a) Método de Baño María y b) Método de cajas Gerbox.

Piñáñez-Leite (2019) menciona que la contaminación de semillas aumenta de manera gradual conforme aumenta el tiempo de exposición, mencionando además que esto puede deberse además a que la temperatura elevada y el tiempo prolongado de exposición favorecen la aparición de patógenos. Observando los resultados obtenidos, esta premisa no se cumple en el experimento desarrollado, ya que en el mismo se observó un descenso gradual de la contaminación conforme aumentaba el tiempo de exposición.

Conclusión

La germinación de semillas de *Vyvra pyta* sometidas a diferentes métodos de exposición y tiempo de envejecimiento acelerado presentaron diferencias significativas, observándose una influencia del estrés al que fueron sometidas.

Si bien no se observaron diferencias significativas entre las semillas contaminadas de los distintos métodos de exposición, las semillas sometidas al método de cajas Gerbox presentaron mayor porcentaje de contaminación.

Por último, no puede atribuirse influencias significativas del contenido de humedad de las semillas sobre la germinación de las mismas, ya que en ambos métodos

probados tuvieron la misma tendencia de aumento gradual.

Referencias bibliográficas

- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, 35(6), 1039-1042.
- International Seed Testing Association. (2017). *International rules for seed testing 2017*. Bassersdorf, Switzerland: ISTA.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil. (2009). *Regras para análise de sementes*. Brasília, Brasil: Assesoria de Comunicação Social.
- Marcos-Filho, J. (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. (2^o Ed.). Londrina, Brasil: Abrates.
- Piñáñez-Leite, V. S. (2019). Efecto del envejecimiento acelerado en la germinación de cuatro lotes de semillas de *Parapiptadenia rifida* (Benth.) Brenan (Kurupa'y ra). (Tesis). Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Agrarias, San Lorenzo, Paraguay:



Influencia del tiempo de almacenamiento sobre el contenido de humedad y la germinación de semillas de *Cedrela odorata* L.

Benítez León, E.^{1*}, Gosling, S.¹, Escobar, M.C.¹, Lezcano, Y.¹

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

*ebenitezleon@agr.una.py

Introducción

La calidad de las semillas forestales nativas constituye uno de los problemas más importantes para la producción de plantas, ya que en muchos casos las semillas presentan un aspecto normal, pero en realidad han perdido su capacidad germinativa (Cuevas, 2003). Por ello, existe una creciente demanda por la aplicación de métodos rápidos y eficientes para la evaluación de la calidad fisiológica de las semillas forestales (Matos, 2009).

Por otra parte, según Marcos-Filho (2015), si las semillas no son almacenadas en condiciones ambientales adecuadas, estas comienzan a deteriorarse, lo que se manifiesta por la progresiva pérdida de su capacidad de germinación (viabilidad), dando lugar a la producción de plantas menos sanas y vigorosas. El tiempo que tardan las semillas en perder su viabilidad (longevidad) varía según la especie y depende de factores tanto externos (temperatura ambiental) como internos (cantidad de humedad, genotipo) de las propias semillas.

Considerando el deterioro de las semillas, es importante conocer el comportamiento de estas durante el tiempo de almacenamiento, teniendo en cuenta los aspectos, como vigor y viabilidad, que influyen en la capacidad germinativa de las semillas.

Cedrela odorata L., correspondiente a la familia Meliaceae, es una especie originaria de América Tropical, que se distribuye en América, Asia y las Islas del Pacífico Este

taxón se conoce comercialmente con el nombre vernáculo de cedro en América Latina. Además, recibe otros nombres comunes, entre ellos: Cedro amargo o colorado (Paraguay), cedro paraíso (Argentina), cedro cebolla (Panamá), nogal cimarrón (Guanajuato, México), cedro cóbano (Centroamérica), y otros más (Lamb, 1969). Según Carvalho (2010), la semilla de esta especie presenta comportamiento fisiológico ortodoxo. Las semillas pierden la viabilidad rápidamente en temperatura ambiente, a no ser que se almacene a 5°C por varios años en ambientes herméticamente cerrados y con bajo contenido de humedad, logrando así hasta 90 % de germinación después de cuatro años.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la influencia del tiempo de almacenamiento sobre el contenido de humedad y la germinación de semillas de *Cedrela odorata* L. almacenadas en cámara de conservación.

Metodología

El estudio se realizó en el Centro de Conservación de Semillas Forestales de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicada en el Campus de la Universidad Nacional de Asunción.

Para la realización de este trabajo el material experimental fue compuesto de 800 semillas de la especie *Cedrela odorata* que fueron colectadas de árboles matrices identificados y localizados en el Departamento Central. Las semillas fueron con-



servadas en cámara fría a temperatura de $5\pm 3^{\circ}\text{C}$ hasta el momento de su utilización en las pruebas. Las variables medidas fueron el contenido de humedad, el porcentaje de germinación de las semillas, el índice de velocidad de germinación (IVG), el tiempo medio de germinación (TMG). El diseño que se utilizó fue completamente aleatorio en un esquema unifactorial representado por cuatro lotes de semillas (2015, 2016, 2018 y 2020) que se constituyeron en los tratamientos. Los mismos fueron distribuidos en cuatro repeticiones de 50 semillas cada uno, totalizando 200 semillas por tratamiento (800 semillas). La determinación del contenido de humedad consistió primero en pesar un recipiente de aluminio vacío con su tapa y posterior registro de la lectura del peso. Posteriormente se retiró el recipiente, para tarar la balanza para finalmente depositar las semillas en el interior del recipiente con su tapa, para obtener así el valor del peso húmedo. Finalmente, la muestra fue colocada en estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, de acuerdo a lo indicado por MAPA (2009), por 24 horas. Una vez culminado el periodo de tiempo, se retiró el recipiente con las semillas de la estufa y se colocó en un desecador de vidrio por 20 a 30 minutos, para luego ser pesada y obteniendo así el peso de la muestra completa. El cálculo del porcentaje de humedad fue realizado con base en el peso húmedo de las semillas. Para esto fue aplicada la siguiente fórmula:

$$CH (\%) = \frac{P - p}{P - t} \times 100$$

Dónde: CH(%), contenido de humedad en porcentaje; 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.

Para los ensayos de germinación se utilizó el método de rollo papel, en donde luego de

la lectura de conductividad eléctrica (CE), se desinfectaron las semillas utilizando una solución de hipoclorito de sodio al 1,5% por 5 minutos y luego fueron sometidas a enjuague con agua. Las semillas fueron distribuidas de manera equidistante sobre papel de germinación humedecidos con agua destilada hasta alcanzar 2,5 veces su peso seco. En base a los resultados obtenidos del ensayo de germinación fueron calculados el porcentaje de germinación (%G), el índice de velocidad de germinación (IVG), y el tiempo medio de germinación (TMG). Los cálculos fueron realizados en base al Manual de Procedimientos para el Análisis de Semillas Forestales (Lima Junior, 2010) y las Instrucciones para análisis de semillas de especies forestales (MAPA, 2013).

$$\%G = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100$$

$$IVG = \sum \frac{(ni)}{t}$$

$$TMG = \frac{(\sum n_i t_i)}{\sum n_i}$$

Dónde: n_i representa al número de semillas germinadas en el día, t al tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla y t_i al tiempo de germinación desde la siembra.

Los valores de las variables registradas fueron sistematizados en planillas electrónicas Excel®. Se realizó análisis de varianza para determinar el efecto del tratamiento sobre las variables y cuando se observó significancia, se aplicaron pruebas de comparación de medias de Scott-Knott utilizando el programa estadístico SISVAR® (Ferreira, 2011).



Resultados y discusión

En la determinación del contenido de humedad se pudo obtener un promedio de 12,7% para el lote 2015, 12,4% para el lote 2016, 11,3% para el lote 2018 y de 9,95%, para el lote 2020.

Según Patiño, Jimenez, Marin & Palomeque (2019), integrados con los factores de temperatura y tiempo de almacenamiento, influyen en el porcentaje de germinación, la viabilidad y la velocidad de germinación de las semillas. Además, al integrar la temperatura y el contenido de humedad de la semilla, modulan la tasa de envejecimiento de la semilla y en consecuencia reduce el potencial germinativo y su viabilidad (Pritchard & Dickie 2003).

En cuanto al porcentaje de germinación de los lotes de *Cedrela odorata*, que fueron evaluados por un periodo de 21 días, se pudo obtener los siguientes resultados (Cuadro 1), siendo éstos los promedios de cada repetición que se evaluaron.

Cuadro 1. Porcentaje promedio de germinación (G), índice de velocidad de germinación (IVG) y tiempo medio de germinación (TMG) en lotes de semillas de los años 2015, 2016, 2018 y 2020 de la especie *Cedrela odorata*.

Lotes	G (%)	IVG	TMG (días)
2015	38,5 d	0,9 d	7,0 a
2016	85,5 b	2,0 b	5,4 b
2018	63,0 c	1,5 c	6,6 a
2020	90,5 a	3,2 a	4,3 c

Los datos obtenidos indicaron que presenta mayor germinación el lote 2020, alcanzando 90,5% de semillas germinadas al cuarto día del experimento (TMG). Se observa también que el lote del año 2015 presentó menor porcentaje de semillas germinadas, con tan solo 38,5% en 7 días, confirmando así lo citado por Carvalho (2010), quien menciona que las semillas de *Cedrela odorata* tienen un periodo de longevidad de cuatro años para permanecer en la cámara de conservación y obtener 90% de germinación.

Según Marcos-Filho (2005), la germinación es un fenómeno que puede influir por el estado de maduración de los frutos en el momento de la cosecha de los mismos, siendo esta el resultado de todas las alteraciones morfológicas, físicas y fisiológicas de las semillas. Considerando esto, se puede suponer que las semillas del lote 2015, que presentaron un bajo porcentaje de germinación, posiblemente no llegaron a su completa maduración en el momento que los frutos fueron cosechados.

Además del lote 2015, se presenta el lote de año 2018, que también posee bajo porcentaje de germinación, que pudo haber sido influenciado por la latencia, que ésta puede presentarse de varias formas, siendo los más comúnmente mencionados la exógena que está relacionada con la resistencia del tegumento de las mismas, principalmente para la absorción de agua, y la endógena que está vinculada más bien a sustancias inhibitorias de la germinación (Fowler & Bianchetti 2000).

Del mismo modo, se observa que el lote de semillas del año 2020, además de poseer alto porcentaje de germinación, presenta alto índice de velocidad de germinación (IVG), correspondiendo a 3,2. Por lo contrario se encuentra el lote 2015 con 0,9, quien presenta el valor más reducido entre todos los tratamientos, igual al que su porcentaje de germinación.



Conclusión

Las semillas de *Cedrela odorata* L. almacenadas por largos periodos de tiempo tienden a mantener un contenido de humedad dentro del rango aceptable para la especie. Sin embargo, el poder germinativo de estas disminuye con el tiempo afectando directamente la viabilidad de las mismas.

Referencias bibliográficas

- Carvalho, P. (2010). *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica Carvalho.
- Cuevas, C. (2003). *Análisis de la calidad física de las semillas forestales*. Santo Domingo, RD.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, 35(6), 1039-1042.
- Fowler, A., & Bianchetti, A. (2000). Dormência em sementes florestais. Colombo: Embrapa Florestas. Recuperado de <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/290718/1/doc40.pdf>
- Lamb, A. (1969). *Especies maderables de crecimiento rápido en la tierra baja tropical: Cedrela odorata L.* Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación. Capación, Venezuela. Boletín no., 31, 15-59.
- Lima Junior, M. J. V. (Ed.) (2010). *Manual de procedimientos para análise de sementes florestais*. Brasil. UFAM - Manaus-Amazonas.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pequária e Abastecimento). (2009). *Regras para análise de sementes*. Brasília, Brasil: Secretaria de Defesa Agropecuária.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pequária e Abastecimento). (2013). *Instruções normativas para análise de sementes de espécies florestais*. Brasília, Brasil: Secretaria de Defesa Agropecuária.
- Marcos-Filho, J. (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas* (2 ed.) São Paulo, Brasil: Abrates.
- Marcos-Filho, M. (2005). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Brasil.
- Matos, J. (2009). *Avaliação da eficiência do teste de ph de exsudato na verificação de viabilidade de sementes florestais*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Brasília, Brasil.
- Patiño, C., Jimenez, J., Marin, F., Palomeque, X. (2019). *Respuesta de semillas de tres especies nativas altoandinas a diferentes condiciones de almacenamiento*. Ecuador. Recuperado de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/2940/2077>
- Pritchard, H., & Dickie, J. (2003). *Predicting seed longevity: the use and abuse of seed viability equations* Recuperado de https://www.academia.edu/17275313/Predicting_seed_longevity_the_use_and_abuse_of_seed_viability_equations?auto=download



Comportamiento agronómico de cultivares de lechuga arrepollada (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) en dos épocas de trasplante

Burgos Rotela, R.^{1*}, Enciso-Garay, C. R.¹, Santacruz, V.R.¹, Godoy Medina, N. I.¹

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

*romina.burgos@agr.una.py

Introducción

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), es actualmente la hortaliza de hoja más importante del mundo y ha formado parte de la dieta humana desde hace miles de años. Paraguay era un país caracterizado por una baja variabilidad en su sistema de alimentación y con una tendencia tradicional en la preparación de platos que más estaba enfocado en lo que la familia podía producir. Sin embargo, a partir del año 2000 esto ha variado sustancialmente con la introducción del sistema de comidas rápidas que abarca prácticamente todo el mercado gastronómico desplazando a las comidas tradicionales.

Esto trajo consigo un cambio en la oferta de alimentos, entre ellas aquellas originadas en la actividad hortícola, abriéndose nichos de mercado que exigen un tipo especial de productos como la lechuga arrepollada o americana para cubrir la demanda de los comercios de comida rápida. Este tipo de lechuga se caracteriza por presentar hojas externas de color verde oscura, formación de cabezas y tener hojas crocantes. Para satisfacer este mercado, dichas empresas recurrieron a la importación del producto de otros países como Argentina, Brasil y Uruguay.

La producción de la lechuga arrepollada está muy influenciada por la temperatura. Así temperaturas diurnas entre 17 y 28 ° C y nocturnas que varíen entre 3 y 12 ° C

son ideales para una buena formación de cabeza (Maroto, 2002).

Al variar la producción desde el tipo de lechuga de hojas lisas al de cabeza o arrepollada, varían las técnicas de producción, las cuales son adaptadas *a priori* a partir de literatura proveniente de otros países, empleándose cultivares introducidos en forma directa sin estudios de adaptación. En base a lo expuesto, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de cultivares de lechuga tipo arrepollada en dos épocas de trasplante, de tal forma a identificar el cultivar de mejor comportamiento en cada época.

Metodología

El experimento se ejecutó en el Centro Agronómico Departamental (CAD), ubicado en el distrito de J. Augusto Saldívar (25° 11' 05" S 57° 25' 12" O) con una altitud de 160 msnm del Departamento Central, Región Oriental del Paraguay, entre los meses de marzo a octubre de 2018.

En el experimento se utilizaron cuatro cultivares de la lechuga tipo arrepollada, que se describen a continuación, de acuerdo con los datos proporcionados por Sakata (2018). [xxxx1] Taina: presenta cabeza compacta, buena formación de hombro con un excelente sabor. Silvana: las plantas presentan una excelente calidad visual con una coloración verde brillan-



te, presenta cabeza compacta. Angelina: es una planta grande de coloración verde brillante, adaptado a zonas calientes, presenta buena resistencia a la quemadura de los bordes. Dora: es un cultivar que presenta hojas vigorosas, sus hojas de color verde intenso y brillante, tolera moderadamente el nivel de resistencia a bacteriosis. El experimento en las dos épocas se realizó bajo una malla de sombreado de 35 % de retención de luz, que fue colocada a una altura de 3 m, sobre la parcela experimental.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con arreglo en parcelas subdivididas 2 x 4, donde la parcela principal estuvo constituida por épocas de trasplante (27/04/2018 y 09/08/2018) y la parcela secundaria por los cultivares de lechuga arrepollada (Dora, Taina, Silvana, Angelina), totalizando ocho tratamientos, con cuatro repeticiones.

- Para las evaluaciones fueron analizadas seis plantas de la hilera central de cada unidad experimental y fueron las siguientes: masa fresca comercial (se eliminaron las hojas externas y se procedió al pesaje de la 'cabeza') y diámetro de cabeza (medido en la parte media de la cabeza con un calibrador Vernier).

Los datos colectados fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA) y en caso de encontrar diferencias estadísticas significativas fueron sometidos a la comparación de medias por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, utilizando el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2015).

Resultados y discusión

El análisis de varianza de la masa fresca comercial de los cultivares de lechuga americana en dos épocas de trasplante muestran que hubo diferencias significativas entre cultivares, épocas de trasplante y la interacción entre los mismos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores medios de la masa fresca comercial (g) de cuatro cultivares de lechuga americana, en dos épocas de trasplante. CAD/FCA/UNA. J. Augusto Saldívar, Paraguay. 2018.

Cultivares	Épocas de trasplante		Media de cultivares
Época 1	Época 2		
Taina	447,50 B a	205,25 A b	326,37 AB
Silvana	599,25 A a	173,00 A b	386,12 A
Dora	444,75 B a	160,00 A b	302,50 B
Angelina	416,75 B a	186,50 A b	301,62 B
Media de épocas	477,06 a	181,25 b	
C. V. Época (%)			22,66
C. V. Variedad (%)			16,64

Medias seguidas de letras minúsculas iguales en las filas y mayúsculas en las columnas no difieren entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error

Analizando el comportamiento de los cultivares en la primera época de trasplante, se observa que Silvana (599,25 g planta⁻¹) presentó la mayor media, difiriendo de los demás. Por otro lado, no hubo diferencias estadísticas entre Taina, Dora y Angelina. En la segunda época de trasplante no se encontró diferencias entre cultivares, obteniéndose medias entre 160 g planta⁻¹ (Dora) y 205,25 g planta⁻¹ (Taina). En la interacción entre cultivares y épocas de trasplante se verifica que todos los cultivares presentaron mayor rendimiento comercial en la primera época de trasplante (27/04/2018), lo cual indica que las condiciones climáticas en ese periodo fueron más favorables para el desarrollo del cultivo, comparada a la segunda época de trasplante.



Estos resultados no coinciden con Souza, Seaba, Diamante, Campos & Moitinho (2013), [xxxx1] quienes evaluando seis cultivares de lechuga americana en dos épocas de trasplante, en Cáceres, estado de Mato Grosso, Brasil, no encontraron interacción entre los factores en estudio. Comparando la media de los cultivares en las dos épocas de trasplante, se verificó que Silvana produjo la mayor masa fresca comercial, superando estadísticamente a los demás, a excepción de Taina. Entre Dora, Angelina y Taina no hubo diferencias estadísticas significativas. En cuanto a las medias de las épocas de trasplante, se constató que en la primera época se registró la mayor media con 477,06 g planta⁻¹, difiriendo de la segunda época, en donde se registró una media de 181,25 g planta⁻¹. Las medias obtenidas en la primera época de trasplante son superiores a lo mencionado por Enciso-Garay, Santacruz Oviedo, Godoy & Caballero (2019), quienes evaluando ocho cultivares de lechuga arrepollada en la misma localidad en que fue realizada esta investigación en el periodo de julio a octubre, obtuvieron medias de 248,12 g cabeza⁻¹ con el cultivar Dora, 218,75 g cabeza⁻¹ con Tainá y 223,00 g cabeza⁻¹ con Angelina. Por otro lado, esas medias son superiores a los obtenidos en esta investigación en la segunda época de trasplante. La masa comercial es una variable muy importante, debido a que en esta variedad la comercialización en nuestro país se realiza en función a la masa y no en mazos como en el caso de otros tipos de lechuga.

El análisis de varianza efectuado con los datos de la circunferencia de cabeza mostró que no existen diferencias estadísticas significativas para los cultivares individuales, pero sin embargo hubo interacción entre cultivares y épocas de trasplante. También se verificó diferencias en la circunferencia de cabeza entre las épocas de trasplante (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores medios de la circunferencia de la cabeza (cm), de cuatro cultivares de lechuga americana en dos épocas de trasplante. CAD/FCA/UNA. J. Augusto Saldivar, Paraguay. 2018.

Cultivar	Épocas de trasplante		Cultivares individual
	Época 1	Época 2	
Taina	47,50 B a	39,25 Ab	43,37 A
Silvana	53,50 A a	38,53 Ab	46,00 A
Dora	50,50 A B a	36,75 Ab	43,62 A
Angelina	48,50 A B a	41,75 Ab	45,12 A
Media de Épocas	50,00 a	39,06 b	
C. V. Época (%)			4,16
C. V. Variedad (%)			6,40

Medias seguidas por la misma letra mayúscula para épocas y minúscula para cultivares, no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

En la primera época, el cultivar Silvana presentó la mayor circunferencia de la cabeza, con 53,50 cm, difiriendo de Taina, pero estadísticamente fue similar a los demás. En la segunda época no hubo diferencias entre cultivares, obteniéndose medias entre 36,75 cm (Dora) y 41,75 cm (Angelina). La media de cultivares en las dos épocas, no arrojó diferencia estadística significativa, con medias entre 43,37 cm (Tainá) y 46,00 cm (Silvana). Comparando las medias de las épocas, se observa que en la primera se obtuvo la mayor circunferencia de cabeza (50 cm), superior estadísticamente a la media de la segunda época que fue de 39,06 cm (Cuadro 2). Esto muestra que en la primera época de trasplante (27/04/2018) las plantas de los diferentes cultivares desarrollaron mayor circunferencia de cabeza.



En esta investigación las medias de la primera época de trasplante (marzo a junio), estuvieron entre 48,50 y 53,50 cm. Estos valores son superiores a los encontrados por Yuri, Souza, Fleitas, Rodríguez & Mota (2002), quienes evaluando seis cultivares de lechuga tipo americana en entre los meses de febrero a mayo, obtuvieron valores de 41,1 y 48,15 cm de circunferencia de cabeza. El diámetro de cabeza indica el tamaño del producto a ser comercializado.

Conclusión

En la primera época de trasplante se obtuvieron las mayores medias para las características agronómicas evaluadas, mientras que en la segunda época no se registra diferencias significativas entre cultivares en las variables evaluadas.

Con relación a los cultivares, en la primera época Silvana fue el más productivo y, en la segunda época no hubo diferencias significativas entre cultivares en el rendimiento y diámetro de cabeza.

Referencias bibliográficas

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2015). *InfoStat versión 2015*. Argentina: Grupo InfoStat Universidad Nacional de Córdoba.

Enciso-Garay, C. R., Santacruz, V. R., Godoy, N. I., & Caballero, C. A. (2019). Comportamiento agronómico de cultivares de lechuga americana en el departamento Central de Paraguay. *Horticultura Argentina*, 38(97), 13-22.

Maroto, J. V. (2002). *Horticultura herbácea especial* (3 ed.). Madrid, España: Mundi Prensa. 702 p.

Sakata. (2018). Cultivares de de lechuga. Recuperado de <http://www.sakata.com.br/cas/productos/hortalizas/hojas/lechuga>

Souza, A. L., Seabra, J. S., Diamante, S. M., Campos, L. H., Moitinho, M. C. (2013). Comportamiento de cultivares de alface americana sobclima tropical. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/2371/23712990_0015.pdf

Yuri, J. E., Souza, R. L., Fleitas, S. A., Rodríguez, J. C., Mota, J. H. (2002). Comportamiento de cultivares de lechuga tipo americana en Nueva Esperanza. Recuperado de <http://www.scielo.br>



Comportamiento agronómico de cultivares de lechuga arrepollada (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) en dos épocas de trasplante

Burgos Rotela, R.^{1*}, Enciso Garay, C. R.¹, Santacruz, V.R.¹, Godoy Medina, N. I.¹

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

*romina.burgos@agr.una.py

Introducción

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), es actualmente la hortaliza de hoja más importante del mundo y ha formado parte de la dieta humana desde hace miles de años. Paraguay era un país caracterizado por una baja variabilidad en su sistema de alimentación y con una tendencia tradicional en la preparación de platos que más estaba enfocado en lo que la familia podía producir. Sin embargo, a partir del año 2000 esto ha variado sustancialmente con la introducción del sistema de comidas rápidas que abarca prácticamente todo el mercado gastronómico desplazando a las comidas tradicionales.

Esto trajo consigo un cambio en la oferta de alimentos, entre ellas aquellas originadas en la actividad hortícola, abriéndose nichos de mercado que exigen un tipo especial de productos como la lechuga arrepollada o americana para cubrir la demanda de los comercios de comida rápida. Este tipo de lechuga se caracteriza por presentar hojas externas de color verde oscura, formación de cabezas y tener hojas crocantes. Para satisfacer este mercado, dichas empresas recurrieron a la importación del producto de otros países como Argentina, Brasil y Uruguay.

La producción de la lechuga arrepollada está muy influenciada por la temperatura. Así temperaturas diurnas entre 17 y 28 ° C y nocturnas que varíen entre 3 y 12 ° C

son ideales para una buena formación de cabeza (Maroto, 2002).

Al variar la producción desde el tipo de lechuga de hojas lisas al de cabeza o arrepollada, varían las técnicas de producción, las cuales son adaptadas *a priori* a partir de literatura proveniente de otros países, empleándose cultivares introducidos en forma directa sin estudios de adaptación. En base a lo expuesto, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de cultivares de lechuga tipo arrepollada en dos épocas de trasplante, de tal forma a identificar el cultivar de mejor comportamiento en cada época.

Metodología

El experimento se ejecutó en el Centro Agronómico Departamental (CAD), ubicado en el distrito de J. Augusto Saldívar (25° 11' 05" S 57° 25' 12" O) con una altitud de 160 msnm del Departamento Central, Región Oriental del Paraguay, entre los meses de marzo a octubre de 2018.

En el experimento se utilizaron cuatro cultivares de la lechuga tipo arrepollada, que se describen a continuación, de acuerdo con los datos proporcionados por Sakata (2018). [xxxx1] Taina: presenta cabeza compacta, buena formación de hombro con un excelente sabor. Silvana: las plantas



presentan una excelente calidad visual con una coloración verde brillante, presenta cabeza compacta. Angelina: es una planta grande de coloración verde brillante, adaptado a zonas calientes, presenta buena resistencia a la quemadura de los bordes. Dora: es un cultivar que presenta hojas vigorosas, sus hojas de color verde intenso y brillante, tolera moderadamente el nivel de resistencia a bacteriosis.

El experimento en las dos épocas se realizó bajo una malla de sombreado de 35 % de retención de luz, que fue colocada a una altura de 3 m, sobre la parcela experimental.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con arreglo en parcelas subdivididas 2 x 4, donde la parcela principal estuvo constituida por épocas de trasplante (27/04/2018 y 09/08/2018) y la parcela secundaria por los cultivares de lechuga arropollada (Dora, Taina, Silvana, Angelina), totalizando ocho tratamientos, con cuatro repeticiones.

- Para las evaluaciones fueron analizadas seis plantas de la hilera central de cada unidad experimental y fueron las siguientes: masa fresca comercial (se eliminaron las hojas externas y se procedió al pesaje de la 'cabeza') y diámetro de cabeza (medido en la parte media de la cabeza con un calibrador Vernier).

Los datos colectados fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA) y en caso de encontrar diferencias estadísticas significativas fueron sometidos a la comparación de medias por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, utilizando el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2015).

Resultados y discusión

El análisis de varianza de la masa fresca comercial de los cultivares de lechuga americana en dos épocas de trasplante muestran que hubo diferencias significativas entre cultivares, épocas de trasplante y la interacción entre los mismos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores medios de la masa fresca comercial (g) de cuatro cultivares de lechuga americana, en dos épocas de trasplante. CAD/FCA/UNA. J. Augusto Saldívar, Paraguay. 2018.

Cultivares	Épocas de trasplante		Media de cultivares
	Época 1	Época 2	
Taina	447,50 B a	205,25 A b	326,37 AB
Silvana	599,25 A a	173,00 A b	386,12 A
Dora	444,75 B a	160,00 A b	302,50 B
Angelina	416,75 B a	186,50 A b	301,62 B
Media de épocas	477,06 a	181,25 b	
C. V. Época (%)		22,66	
C. V. Variedad (%)		16,64	

Medias seguidas de letras minúsculas iguales en las filas y mayúsculas en las columnas no difieren entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.



Analizando el comportamiento de los cultivares en la primera época de trasplante, se observa que Silvana (599,25 g planta⁻¹) presentó la mayor media, difiriendo de los demás. Por otro lado, no hubo diferencias estadísticas entre Taina, Dora y Angelina.

En la segunda época de trasplante no se encontró diferencias entre cultivares, obteniéndose medias entre 160 g planta⁻¹ (Dora) y 205,25 g planta⁻¹ (Taina). En la interacción entre cultivares y épocas de trasplante se verifica que todos los cultivares presentaron mayor rendimiento comercial en la primera época de trasplante (27/04/ 2018), lo cual indica que las condiciones climáticas en ese periodo fueron más favorables para el desarrollo del cultivo, comparada a la segunda época de trasplante. Estos resultados no coinciden con Souza, Seaba, Diamante, Campos & Moitinho (2013), [xxxx1] quienes evaluando seis cultivares de lechuga americana en dos épocas de trasplante, en Cáceres, estado de Mato Grosso, Brasil, no encontraron interacción entre los factores en estudio.

Comparando la media de los cultivares en las dos épocas de trasplante, se verificó que Silvana produjo la mayor masa fresca comercial, superando estadísticamente a los demás, a excepción de Taina. Entre Dora, Angelina y Taina no hubo diferencias estadísticas significativas. En cuanto a las medias de las épocas de trasplante,

se constató que en la primera época se registró la mayor media con 477,06 g planta⁻¹, difiriendo de la segunda época, en donde se registró una media de 181,25 g planta⁻¹.

Las medias obtenidas en la primera época de trasplante son superiores a lo mencionado por Enciso-Garay, Santacruz Oviedo, Godoy & Caballero (2019), quienes evaluando ocho cultivares de lechuga arropollada en la misma localidad en que fue realizada esta investigación en el periodo de julio a octubre, obtuvieron medias de 248,12 g cabeza⁻¹ con el cultivar Dora, 218,75 g cabeza⁻¹ con Taina y 223,00 g cabeza⁻¹ con Angelina. Por otro lado, esas medias son superiores a los obtenidos en esta investigación en la segunda época de trasplante. La masa comercial es una variable muy importante, debido a que en esta variedad la comercialización en nuestro país se realiza en función a la masa y no en mazos como en el caso de otros tipos de lechuga.

El análisis de varianza efectuado con los datos de la circunferencia de cabeza mostró que no existen diferencias estadísticas significativas para los cultivares individuales, pero sin embargo hubo interacción entre cultivares y épocas de trasplante. También se verificó diferencias en la circunferencia de cabeza entre las épocas de trasplante (Cuadro 2).



Cuadro 2. Valores medios de la circunferencia de la cabeza (cm), de cuatro cultivares de lechuga americana en dos épocas de trasplante. CAD/FCA/UNA. J. Augusto Saldívar, Paraguay. 2018

Cultivar	Épocas de trasplante		Cultivares individual
	Época 1	Época 2	
Taina	47,50 B a	39,25 Ab	43,37 A
Silvana	53,50 A a	38,53 Ab	46,00 A
Dora	50,50 A B a	36,75 Ab	43,62 A
Angelina	48,50 A B a	41,75 Ab	45,12 A
Media de Épocas	50,00 a	39,06 b	
C. V. Época (%)	4,16		
C. V. Variedad (%)	6,40		

Medias seguidas por la misma letra mayúscula para épocas y minúscula para cultivares, no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

En la primera época, el cultivar Silvana presentó la mayor circunferencia de la cabeza, con 53,50 cm, difiriendo de Taina, pero estadísticamente fue similar a los demás. En la segunda época no hubo diferencias entre cultivares, obteniéndose medias entre 36,75 cm (Dora) y 41,75 cm (Angelina). La media de cultivares en las dos épocas, no arrojó diferencia estadística significativa, con medias entre 43,37 cm (Tainá) y 46,00 cm (Silvana).

Comparando las medias de las épocas, se observa que en la primera se obtuvo la mayor circunferencia de cabeza (50 cm), superior estadísticamente a la media de la segunda época que fue de 39,06 cm (Cuadro 2).

Esto muestra que en la primera época de trasplante (27/04/2018) las plantas de los diferentes cultivares desarrollaron mayor circunferencia de cabeza. En esta investigación las medias de la primera época de trasplante (marzo a junio), estuvieron entre 48,50 y 53,50 cm. Estos valores son supe-

riores a los encontrados por Yuri, Souza, Fleitas, Rodríguez & Mota (2002), quienes evaluando seis cultivares de lechuga tipo americana en entre los meses de febrero a mayo, obtuvieron valores de 41,1 y 48,15 cm de circunferencia de cabeza. El diámetro de cabeza indica el tamaño del producto a ser comercializado.

Conclusión

En la primera época de trasplante se obtuvieron las mayores medias para las características agronómicas evaluadas, mientras que en la segunda época no se registra diferencias significativas entre cultivares en las variables evaluadas.

Con relación a los cultivares, en la primera época Silvana fue el más productivo y, en la segunda época no hubo diferencias significativas entre cultivares en el rendimiento y diámetro de cabeza.



Referencias bibliográficas

- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2015). *InfoStat versión 2015*. Argentina: Grupo InfoStat Universidad Nacional de Córdoba.
- Enciso-Garay, C. R., Santacruz, V. R., Godoy, N. I., & Caballero, C. A. (2019). Comportamiento agronómico de cultivares de lechuga americana en el departamento Central de Paraguay. *Horticultura Argentina*, 38(97), 13-22.
- Maroto, J. V. (2002). *Horticultura herbácea especial* (3 ed.). Madrid, España: Mundi Prensa. 702 p.
- Sakata. (2018). Cultivares de de lechuga. Recuperado de <http://www.sakata.com.br/cas/productos/hortalizas/hojas/lechuga>
- Souza, A. L., Seabra, J. S., Diamante, S. M., Campos, L. H., Moitinho, M. C. (2013). Comportamiento de cultivares de alface americana sobclima tropical. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/237/1/237129900015.pdf>
- Yuri, J. E., Souza, R. L., Fleitas, S. A., Rodríguez, J. C., Mota, J. H. (2002). Comportamiento de cultivares de lechuga tipo americana en Nueva Esperanza. Recuperado de <http://www.scielo.br>



Comportamiento productivo y morfológico de la asociación *Stylosanthes* sp. cv. campo grande y *Megathyrsus maximus* cv. tanzania con o sin inoculación

Cano Fatecha, I. M.¹, Paniagua Alcaraz, P.L.¹, González, A. L.^{1*}

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

*alba.gonzalez@agr.una.py

Introducción

¿La introducción de la leguminosa en un sistema pastoril asociado o el uso de promotores de crecimiento aumenta o no la productividad de la gramínea?

Esta pregunta se realizan muchos pero a pesar de que existe un sin número de trabajos publicados sobre la asociación gramínea leguminosa y los beneficios que se pueden obtener, en la realidad del campo no se consigue observar una diferencia significativa elevada como para que el ganadero se incline a introducir leguminosas en su sistema pastoril y asociarlas con la gramínea ni mucho menos utilizar promotores de crecimiento.

Entre los diferentes materiales forrajeros de pastoreo se destaca ampliamente el género *Megathyrsus spp*, siendo actualmente una de las especies de mayor interés para los productores, por su marcada rusticidad, tolera el pisoteo y la sequía, alto rendimiento forrajero de buena calidad, alta palatabilidad y digestibilidad; además, presenta alta capacidad de rebrote con períodos de descanso adecuados, ideal para climas y tipos de suelo de ciertas regiones de nuestro país. En la actualidad en el Paraguay se cultivan diferentes variedades de *Megathyrsus maximus* como Tanzania, Gatton panic, Colonial, Mombaza y otros materiales originarios de otros países, que presentan distintos requerimientos y comportamientos dependiendo de las

regiones ecológicas (Galeano y Ortiz 2012).

Entre las leguminosas que mayor adaptación a la asociación gramínea-leguminosa tienen, ese encuentra la *Stylosanthes sp*. Esta leguminosa entre otros factores posee buen potencial productivo, buena productividad de semillas, posibilidad de colecta mecánica reduciendo los costos de producción, buena resistencia a antracnosis, buena persistencia sobre pastoreo, buena obtención del nitrógeno por fijación biológica, por asociación de sus raíces con bacterias del género *Rhizobium* (Verzignassi y Fernandes 2002).

El objetivo de este trabajo fue medir el comportamiento productivo de la asociación gramínea-leguminosa bajo distintas variables que fundamenten la introducción de dicha leguminosa en un sistema asociado bajo un ambiente controlado de manera a observar si la introducción y el manejo adecuado de las leguminosas y/o el uso de inoculantes aumentaran las características de producción y calidad forrajera de la gramínea.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en el invernadero del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, ubicado en la ciudad de San Lorenzo, en el departamento Central, con una latitud de



25°20'10" S, una longitud de 57°31'3" O y elevación de 128 msnm.

La experimentación se realizó por un periodo de 68 días, que representa 1 corte, específicamente desde el abril de 2017 hasta 10 de julio de 2017.

El diseño experimental utilizado fue del completamente al azar (DCA) con cinco tratamientos y 5 repeticiones totalizando veinte y cinco Unidades Experimentales (UE). Cada UE estuvo comprendida por cinco macetas o Unidades Muestrales (UM).

De esta manera se tuvo 5 tratamientos x 5 repeticiones x 5 unidades muestrales. El total de macetas sembradas y medidas fue de 125. Se utilizaron 20 semillas por maceta, cada unidad experimental poseía 100 semillas en total, totalizando de esta manera 2.500 semillas para toda la unidad experimental.

Se realizaron limpiezas periódicas de las parcelas con el objetivo de mantenerlo libre de malezas, como también observaciones semanales durante todo el ciclo del cultivo, para detectar incidencia de plagas y enfermedades.

Se midieron las alturas de las plantas con regla de regla primeramente y luego cinta métrica desde la base del tallo principal hasta el punto más alto de la misma, sin tocarlas ni estirarlas. Las mediciones se realizaron desde los 15 días después de la emergencia (DDE); cada 7 días, hasta el final de la evaluación.

Para determinar la producción de materia verde se tuvo en cuenta el equivalente al

peso fresco, es decir, el peso que resulta de la planta recién cortada. Para ello, se extrajo de las macetas las respectivas plantas que representan cada unidad observacional, luego fueron pesadas y enviadas al Laboratorio de Bromatología del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción.

Luego, las diferentes muestras fueron introducidas en una estufa a 65 °C, durante 72 horas, retiradas y dejadas a T° ambiente hasta la estabilización del peso de ellas para luego volver a ser pesadas de manera a determinar la materia seca.

Los valores obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza con la separación de medias con el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error. Para los análisis estadísticos se utilizó el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2008).

Cabe recalcar que los análisis fueron realizados entre los tratamientos de gramíneas entre sí por una parte y por otra parte entre los tratamientos de leguminosas entre sí. Esto debido al alto coeficiente de variación que se tenía en los resultados

Resultados y discusión

En la Cuadro 1 se presentan los resultados de la altura de plantines de *Megathyrsus máximus* Cv. Tanzania. Se registraron diferencias estadísticas significativas entre los distintos tratamientos en cuanto al comportamiento evolutivo de la altura de plantas a los 68 DDS a un nivel de significancia de $p = 0,05$ mediante el test de Tukey.



Cuadro 1. Valores de altura de plantines de *Megathyrsus máximus* cv. Tanzania.

Tratamientos	Altura (cm)
T1	40,55 a
T3	32,92 b
T4	34,68 ab
T5	35,77 ab

Letras diferentes en columnas son medias de tratamientos estadísticamente diferentes por Test de Tuckey ($p > 0,05$).
 T1: *Megathyrsus máximus* cv. Tanzania, T3: Asociación entre *Megathyrsus máximus* cv. Tanzania y *Stylosanthes* sp. Campo grande, T4: *Megathyrsus máximus* cv. Tanzania inoculada, T5: Asociación entre *Megathyrsus máximus* cv. Tanzania inoculada y *Stylosanthes* sp. Campo grande

Se observó que el T1 (40,55 cm) tuvo mayor crecimiento en altura entre los demás tratamientos y difiere significativamente del T3. Además entre los tratamientos el T3 (32,92 cm) tuvo el menor crecimiento en altura.

Esto concuerda con Cano *et al.* (2004), en donde en un estudio con pasto Tanzania fertilizado con 250 kg ha^{-1} de N, sobre un lote continuo, manejado en cuatro alturas de dosel (20; 40; 60 y 80 cm), obtuvieron $4.723 \text{ kg de MS ha}^{-1}$, en el verano, con una altura de 40 cm. El mismo autor en dicho trabajo concluye que en el manejo del pasto Tanzania, la altura de dosel adecuado para el monitoreo de la masa de forraje es de 40 y 50 cm, de manera a proporcionar mejores respuestas de composición morfológica y garantizando buena masa de láminas foliares verdes, de masa de forraje verde, tasa de acumulación de materia seca,

de acumulación total de materia seca de forraje y de cobertura de suelo.

Lustosa de Moura (2016), observó que en un trabajo de consorcio de pasto *Andropogon* con *Stylosantes campo grande* y *Calopogonio* la altura de dosel de los tres tipos de pastos fue de 70,2 cm como media, no habiendo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos a un nivel de significancia de $p < 0,05$.

En la tabla 2 se presentan los resultados de la altura de plantines de *Stylosanthes* sp. cv. Campo grande. Se registraron diferencias estadísticas significativas entre los distintos tratamientos en cuanto al comportamiento evolutivo de la altura de plantas a los 68 DDS a un nivel de significancia de $p = 0,05$ mediante el test de Tukey.

Cuadro 2. Valores de altura de plantines de *Stylosanthes* sp. cv. Campo grande

Tratamientos	Altura (cm)
T2	4,41 a
T3	3,25 b
T5	3,63 b

Letras diferentes en columnas son medias de tratamientos estadísticamente diferentes por Test de Tuckey ($p > 0,05$).
 T2: *Stylosanthes* sp. cv. Campo grande, T3: Asociación entre *Megathyrsus máximus* cv. Tanzania y *Stylosanthes* sp. cv. Campo grande, T5: Asociación entre *Megathyrsus máximus* cv. Tanzania inoculada y *Stylosanthes* sp. cv. Campo grande



Dos santos *et al.* (2011) observaron que las alturas de las gramíneas, tanto en la época lluviosa como la época seca, no fueron afectadas por la presencia de la leguminosa.

Esto coincide con lo encontrado en este trabajo debido a que a pesar de que hubo diferencias significativas, el tratamiento que mayor altura tuvo fue el 2, que es solo la leguminosa, los demás tratamientos no fueron afectados por la presencia de dicha leguminosa.

Dalazen *et al.* (2013), en un estudio que tuvo como objetivo la evaluación del crecimiento de Estilosantes campo grande en diferentes niveles de densidad de un latosol rojo encontró que la máxima altura es estimada con la densidad de suelos de $1,26 \text{ Mg m}^{-3}$ e $1,27 \text{ Mg m}^{-3}$ para el primer y segundo corte respectivamente.

Coneso concluyó que existe una sensibilidad del *Stylosanthes* Cv. Campo grande a la compactación del suelo especialmente en suelos pobres y arenosos. Esto pudo ser uno de los factores que influyó al pobre crecimiento de la leguminosa ya que el suelo utilizado para el experimento fue un suelo arenosos y con baja fertilidad.

Conclusión

La mayor producción de materia verde y materia seca se observó en los tratamientos con asociación entre *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania y *Stylosanthes sp.* cv. Campo grande y en la asociación entre *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania inoculada y *Stylosanthes sp.* cv.

Campo grande, demostrando que la presencia de la leguminosa y del inoculante influyó en dicha variable de producción en comparación a los otros tratamientos que poseían una sola especie. De tal manera queda demostrado la influencia positiva del uso de leguminosas en las rotaciones de gramíneas.

Referencias bibliográficas

Cano, C.; Cecato, U.; Weber, M.; Rodriguez, A.; Cabreira, C.; Rodriguez, A.; Galbeiro, S.; Goncalves, W. (2004). Produção de Forragem do Capim-Tanzania (*Panicum Maximum* Jack. Cv. Tanzania-1) Pastejado em Diferentes Alturas. R. Bras. Zootecn. V.33. 6 (2): 1949-1958. Pdf

Dalazen Castagnara, D.; Zoz, T.; Conte e Castro, A.; Zoz, A.; Rabello de Oliveira, P. (2013). Crecimiento de *Stylosanthes* cv. Campo Grande em diferentes níveis de densidade de um Latossolo Vermelho. Revista Ciencia Agronomica. V 44. N 2. P260-266. Pdf

Di Rienzo, J; Casanoves, F. González, L. Tablada, E; Díaz, M. Robledo, C. Balzarini, M. (2008). Estadística para las ciencias agropecuarias. 7a ed. Córdoba, AR, Editorial Brujas. 372 p.



- Dos Santos, P.; Dos Santos, A.; De Negreiros, J.; Araújo, A.; Da Silva, J. (2011). Caracterização de pastagens de capim Tanzânia e Mombaça consorciados com Estilosantes em ecótono de transição Cerrado: Floresta Amazônica. Revista Brasileira de Ciências Agrarias. Universidad Federal do Tocantins. Araguaína, BR. 6 (1). P. 153-163. Pdf
- Galeano, N; Ortiz, E. (2012). Evaluación de la producción forrajera de Tanzania (*Panicum maximum* Jack Cv. Tanzania) manejado a distintos niveles de altura. Universidad Nacional del Este. Facultad de Ingeniería Agronómica. Minga Guazú, PY. 16 p. pdf
- Lustosa de Moura, R. (2016). Consórcio de Capim-Andropogon com Estilosantes Campo Grande e Calopogonio: Estrutura, Valor Nutritivo e Desempenho de Caprinos e Ovinos. Tesis de Pós-graduação para a obtenção do título de doutor em Ciência Animal. Universidade Federal do Piauí. Teresina. BR. P.63 pdf
- Verzignassi, J; Fernandes, C. (2002). Estilosantes Campo Grande: Situação Atual e Perspectivas. Mato Grosso del Sur, BR. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 3 p.



Retrospección preliminar de colecciones históricas de parientes silvestres de maní de Paraguay

Macchi Leite, G.^{1*}, González, A.L.¹, Santacruz Oviedo, V.R.¹, Seijo, J.G.²

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

²Instituto de Botánica del Nordeste (UNNE-CONICET) y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.

*guille.macchi.gml@gmail.com, gmacchi@agr.una.py

Introducción

El maní pertenece al género *Arachis* junto a otras 86 especies (Krapovickas & Gregory, 1994, Valls & Simpson 2005, 2017, Valls, Costa & Custodio, 2013, Seijo ined.). Las especies del género se agruparon en nueve secciones de las cuales la sección *Arachis* es la más importante desde el punto de vista económico porque incluye al maní.

Se considera que el género *Arachis* se originó en las Sierras de Amambay, en el límite entre Mato Grosso do Sul con Paraguay, donde vive *A. guaranítica*, la especie que presenta los caracteres más ancestrales del género. Debido a la geocarpia, aún existe incertidumbre sobre los mecanismos de dispersión que le han permitido al género extenderse en un área de unos 4.000 km², desde el sur del Amazonas hasta el Río de la Plata, y desde el Atlántico hasta la Cordillera de los Andes (Krapovickas & Gregory 1994).

Las especies silvestres de *Arachis* constituyen una fuente muy rica en alelos de interés agronómico. La obtención de variedades de maní cultivado con resistencias a nemátodos (Simpson & Starr 2001), y varias líneas de introgresión con

resistencia a insectos (Michelotto et al., 2015) y a hongos foliares (Leal-Bertioli et al., 2015, Favero et al. 2015) y del suelo (De Blas et al., 2019) demuestran el potencial existente en estas especies silvestres para ser utilizado en los planes de mejoramiento (Simpson, 2001).

Para este fin, es imprescindible contar con colecciones muy bien caracterizadas y evaluadas. Asimismo, aún deben desarrollarse conocimientos básicos sobre muchos procesos fisiológicos y genéticos para desarrollar herramientas que permitan acelerar los programas de mejoramiento.

En trabajos previos, se han citado 16 especies silvestres de *Arachis* y una variedad para el Paraguay, de las cuales dos son endémicas del país (Krapovickas & Gregory, 1994, Valls & Simpson, 2005, De Egea, Céspedes, Peña-Chamorro, Mereles y Rolón Mendoza, 2018). Es importante destacar que entre las especies más importantes usadas en premejoramiento se encuentran *A. batizocoi*, *A. cardenasiii*, y *A. diogoi*, cuyas áreas de distribución incluyen a Paraguay.

En este sentido, es importante que las colecciones de germoplasma sean lo



suficientemente completas como para anticipar a las necesidades productivas o de industrialización (Pasupuleti, Nigam, Pandey, Nagesh & Varshney, 2013). A pesar de los esfuerzos realizados por más de 60 años para coleccionar la diversidad del género, una gran parte de la diversidad del germoplasma secundario y terciario de maní permanece aún subrepresentado en los bancos de germoplasma (Sharma, Upadhyaya, Varshney, Gowda, 2013). Los huecos más importantes incluyen muchas especies involucradas en el origen y domesticación del maní y, por lo tanto, de gran importancia desde la perspectiva del premejoramiento (Jarvis et al 2003). Geográficamente, los principales huecos lo constituyen algunas áreas poco exploradas de Brasil y Bolivia, pero principalmente Paraguay (Williams & Williams, 2001, Jarvis et al., 2003, Stalker, Tallury, Seijo, Leal-Bertioli, 2016).

El hábitat de la mayoría de las especies de *Arachis* está bajo diferentes tipos de amenazas, tales como el avance de la frontera agrícola, usos silvopastoriles y otros usos antrópicos (VMABCC-BIOVERSITY 2009), por lo que las posibilidades de realizar colecciones que cubran el espectro de diversidad del género están altamente comprometidas y requieren de acciones inmediatas.

El objetivo de este trabajo es analizar las colecciones históricas de parientes silvestres de maní para identificar las áreas de alta diversidad del género en el Paraguay, pero principalmente las zonas subexploradas. Este análisis se constituirá en la base para establecer las estrategias de futuras expediciones de colectas con el fin de completar la documentación de

la diversidad de las diferentes especies silvestres de *Arachis* y diseñar acciones de conservación *in situ* y *ex situ* en áreas protegidas y en bancos de germoplasma nacionales.

Metodología

La obtención de datos de colecciones históricas de parientes silvestres de maní de Paraguay fue obtenida de etiquetas de especímenes del herbario CTES del Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE, Universidad del Nordeste – CONICET) de Corrientes, Argentina y del herbario de la Facultad de Ciencias Químicas, de la Universidad Nacional de Asunción. Además, estos datos fueron complementados con la base de datos peanut base (peanutbase.org), las bases de datos de los herbarios de Conservatoire & Jardin botaniques de la Ville de Genève (<http://www.ville-ge.ch>), Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org/Specimen/2250703>) y el Museo de Historia Natural de Paris (<https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/search>). En total, se registraron 546 citas de especies silvestres de *Arachis* colectadas en Paraguay, muchas de las cuales correspondieron a duplicados distribuidos en distintos herbarios. Para este trabajo fueron excluidas las citas correspondientes a los ejemplares duplicados, las que correspondían a materiales cultivados, las que no presentaban coordenadas, y aquellas cuyas coordenadas no presentaban consistencia con la localidad citada en la etiqueta. Luego de este filtrado, la base quedó conformada con 220 puntos. Para cada uno de ellos, se consideraron las siguientes informaciones: nombre de la especie, sección, nombre y número del colector, nombre de la localidad donde fue



colectado, latitud y longitud de cada punto de colecta.

Las coordenadas geográficas de latitud y longitud que no presentaban información sobre los segundos, fueron ajustadas asignándole el valor de 30 segundos. Posteriormente, se procedió a convertir de grados sexagesimales a grados decimales para ser utilizados en el Sistema de Información Geográfica (SIG).

Los mapas de distribución puntual fueron realizados con el software de SIG denominado QGIS 3.10 (2020). La planilla con información de las especies fue adicionada en la interfase de QGIS, las coordenadas (latitud, longitud) fueron convertidas a coordenadas (Y, X) UTMWGS 84 zona 20 y 21 S y dieron origen al archivo vectorial (Shapefile), que posteriormente

fueron utilizados para la marcación de distribución geográfica de las especies. El mapa de distribución fue realizado a partir de la sobreposición de los shapefiles de los puntos de presencia de las especies con el shapefile de división política del Paraguay.

Resultados y discusión

El análisis de los 220 registros históricos de las colecciones de *Arachis* registradas en Paraguay permitió comprobar la existencia de especies pertenecientes a cinco secciones del género: Trierectoides, Erectoides, Procumbentes, Rhizomatosae y *Arachis* (Figura 1). Las 16 especies silvestres y una variedad identificadas se señalan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Lista de especies silvestres por sección taxonómica registradas en Paraguay.

Sección/Serie	Especies silvestres de maní
Trierectoides	<i>Arachis guaranitica</i> Chodat & Hassl.
Erectoides	<i>Arachis major</i> Krapov. & W.C. Gregory
	<i>Arachis paraguariensis</i> Chodat & Hassl ssp. <i>paraguariensis</i>
Procumbentes	<i>Arachis lignosa</i> (Chodat & Hassl.) Krapov. & W.C. Gregory
	<i>Arachis pflugeae</i> C.E. Simpson, Krapov. & Valls
	<i>Arachis hassleri</i> Krapov., Valls & C.E. Simpson
Rhizomatosae/ Serie Rhizomatozae	<i>Arachis pseudovillosa</i> (Chodat & Hassl.) Krapov. & W.C. Gregory
	<i>Arachis glabrata</i> Benth. var. <i>glabrata</i>
	<i>Arachis glabrata</i> Benth. var. <i>Hagenbeckii</i> (Harms ex Kuntze) F.J. Herm.
	<i>Arachis nitida</i> Valls, Krapov. & C.E. Simpson
Arachis	<i>Arachis batizocoi</i> Krapov. & W.C. Gregory
	<i>Arachis duranensis</i> Krapov. & W.C. Gregory
	<i>Arachis correntina</i> (Burkart) Krapov. & W.C. Gregory
	<i>Arachis cardenasii</i> Krapov. & W. C. Gregory
	<i>Arachis diogoi</i> Hoehne
	<i>Arachis microsperma</i> Krapov., W. C. Gregory & Valls
	<i>Arachis schininii</i> Krapov., Valls & C.E. Simpson.



El análisis de la distribución de las colecciones en Paraguay mostró que el país en su conjunto se encuentra subexplorado. Las colecciones muestran una concentración en la región oriental, en un eje longitudinal paralelo al Río Paraguay que conecta Bella Vista-Asunción-Encarnación. Al este y al Oeste de este Eje las regiones se encuentran con una muy baja representación de *Arachis*.

El Departamento de Amambay fue el más diverso con 42 citas de materiales. Se registraron especies de cinco Secciones, donde el 71,43% correspondió a la Sección Rhizomatosae (*A. glabrata*, *A. nítida*, *A. pseudovillosa*), el 14,29% a Erectoides (*A. major*, *A. paraguariensis* ssp. *paraguariensis*), el 4,76% a *Arachis* (*A. microsperma*), el 4,76% sin determinación, y el 2,38% para las secciones Procumbentes (*A. lignosa*) y Trierectoides (*A. guaranitica*). En el Departamento de Concepción se registró el mayor número de citas (79) de cuatro secciones; el 43,04% de la Sección

Rhizomatosae (*A. glabrata*, *A. nítida*), el 22,78% de Erectoides (*A. major*, *A. paraguariensis* ssp. *paraguariensis*), el 13,92% sin determinación, el 12,66% de Procumbentes (*A. lignosa*, *A. pflugeae*) y el 7,59% de *Arachis* (*A. microsperma*).

En San Pedro se ha encontrado 20% de Erectoides (*A. major*, *A. paraguariensis* ssp. *paraguariensis*), el 60% de Rhizomatosae y el 20% sin determinación. En Paraguari, se observó 7,14% de especies de la sección *Arachis* (*A. correntina*) y 92,86% Rhizomatosae (*A. glabrata*, *A. glabrata* var *Hagenbeckii*). En Misiones se han colectados 10% de especies de la Sección *Arachis* (*A. diogoi*), 80% de Rhizomatosae y el 10% sin determinación. La sección Rhizomatosae, como en los departamentos citados anteriormente, predominó en los departamentos con menos representación, como en Central (92,31%), Cordillera (85,71%), Caaguazú (91,67%), Guairá (87,50%), Itapúa (100%) y Alto Paraná (100%).

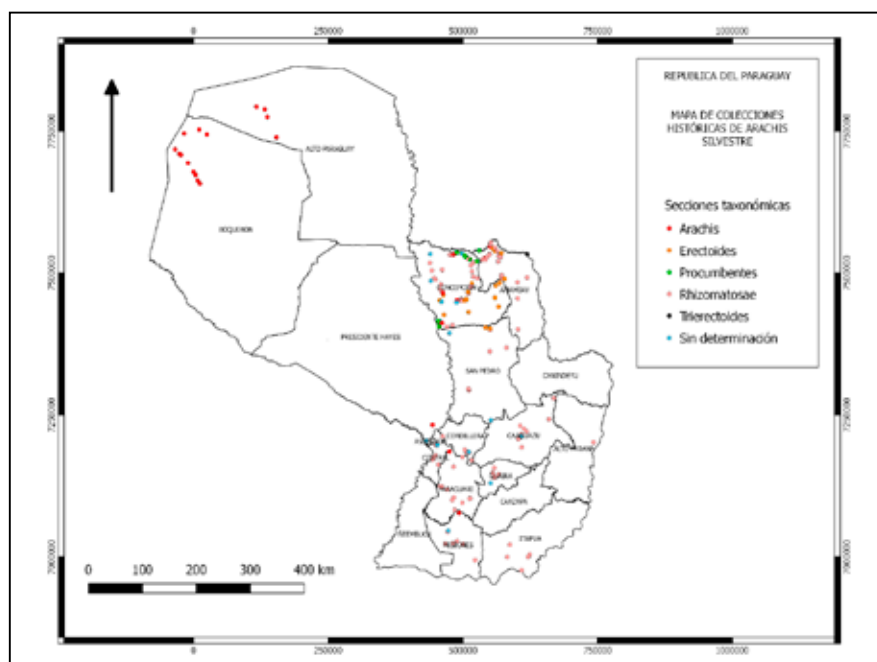


Figura 1. Distribución de las colecciones históricas de Paraguay del género *Arachis* según las secciones taxonómicas.



El análisis de la distribución mostró tres grandes áreas en las que el género se encuentra sub-representado o ausente. En la región oriental, los departamentos del extremo Este, desde Canindeyú hasta Itapúa, están prácticamente sin registros. Lo mismo sucede con el Extremo SW de la región Oriental, principalmente en Ñeembucú. Por otra parte, en el Chaco, existe un gran vacío de colecciones. Este vacío, en parte, puede estar determinado por hábitats poco favorables para el desarrollo de especies de *Arachis*, como en el Dpto. Pte. Hayes, pero por otro por las escasas exploraciones que se han realizado a estas zonas, ya que en zonas aledañas de Argentina, Bolivia y Brasil se han registrado numerosas colecciones de especies de *Arachis*. En particular, las especies del Chaco presentan gran interés porque poblaciones de estas especies coleccionadas en Bolivia han demostrado tener alelos que ofrecen resistencia a diversas pestes y a la sequía.

Conclusión

El análisis revela la existencia de un gran potencial en Paraguay para albergar especies de *Arachis* en toda su extensión. La diversidad de hábitats que presenta el país sugiere que las poblaciones de las especies de *Arachis* deberían presentar una gran diversidad de alelos que permitirían hacer frente a los desafíos ambientales y productivos que presenta la agricultura en los próximos decenios. Asimismo, la intensa transformación que están sufriendo los ambientes en todo el territorio requiere de acciones inmediatas para conformar bancos de germoplasma que alberguen muestras

representativas de la variabilidad existente y se constituyan en centros de referencia para el resguardo y utilización de dicha variabilidad. Asimismo, es imprescindible evaluar la proporción de especies y de la variabilidad genética de las mismas que está siendo conservada *in situ* en las diferentes áreas protegidas del Paraguay.

Referencias bibliográficas

- De Blas, F. J., Bressano, M., Teich, I., Balzarini, M., Arias, R., Manifesto, M. M., . . . Seijo, J. G. (2019). Identification of smut resistance in wild arachis species and its introgression into peanut elite lines. *Crop Science* 59 (4): 1657-1665.
- De Egea Elsam, J., Céspedes, G., Peña-Chamorro, M., Mereles, F., Rolón Mendoza, C. (2018). Recursos Fitogenéticos del Paraguay: Sinopsis, Atlas y Estado de Conservación de los Parientes Siveltres de Especies de Importancia para la Alimentación y la Agricultura (Parte I). *Rojasiana Serie Especial* 4:1-228.
- Krapovickas, A., Gregory, W. C. (1994). Taxonomía del género *Arachis* (Leguminosae). *Bonplandia* 8:1-186.
- Leal-Bertioli, S. C. M.; Santos, S. P.; Dantas, K. M.; Inglis, P. W.; Nielen, S.; Araujo, A. C. G.; Silva, J. P.; Cavalcante, U.; Guimaraes, P. M.; Brasileiro, A. C. M.; Carrasquilla-Garcia, N.; Penmetsa, R. V.; Cook, D.; Moretzsohn, M. C.; Bertioli, D. J. (2015). *Arachis batizocoi*: a study of its relationship to cultivated peanut (*A. hypogaea*) and its potential for introgression of wild genes into



- the peanut crop using induced allotetraploids. *Annals of Botany*, 115(2), 237–249. doi:10.1093/aob/mcu237.
- Jarvis, A., Ferguson, M. E., Williams, D. E., Mottram, G., Guarino, L., Jones, P. G., Stalker, H. T., Valls, J. F. M., Pittman, R. N., Simpson, C. E. and Bramel, P. (2003) Biogeography of wild *Arachis*: Assessing conservation status and setting future priorities. *Crop Science* 43: 1100–1108.
- Michelotto, M. D., Barioni W, Jr., de Resende, M. D. V., de Godoy, I. J., Leonardecz, E., Fávero, A. P. (2015) Identification of Fungus Resistant Wild Accessions and Interspecific Hybrids of the Genus *Arachis*. *PLoS ONE* 10(6): e0128811. doi:10.1371/journal.pone.0128811.
- Pasupuleti, J., Nigam, S. N., Pandey, M. K., Nagesh, P., and Varshney, R. K. (2013). Groundnut Improvement: Use of Genetic and Genomic Tools. *Frontiers in Plant Science* 4. Frontiers Media SA: 23. doi:10.3389/fpls.2013.00023.
- QGIS.org. (2020). QGIS 3.1. Geographic Information System. Fundacion OSGeo. Código Abierto licenciado bajo GNU- General Public Licence. Recuperado de <http://www.qgis.org>
- Sharma, S.; Upadhyaya, H. D.; Varshney, R. K.; Gowda, C. L. L. (2013). Pre-breeding for diversification of primary gene pool and genetic enhancement of grain legumes. *Frontiers in Plant Science*, 4(August). doi:10.3389/fpls.2013.00309.
- Simpson, C. E. (2001). Use of wild *Arachis* species / Introgression of genes into *A. hypogaea* L. *Peanut Science* 28:114-116.
- Simpson, C. E., Starr, J. L. (2001). Registration of 'COAN' peanut. *Crop Science* 41: 918.
- Stalker, H. T., Tallury S. P., Seijo, G. R., Leal-Bertioli, S. C. (2016) Charter 2: Biology, Speciation, and Utilization of Peanut Species. In: Stalker HT, Wilson RF (Editors) *Peanuts. Genetics Processing, and Utilization*. pp 27-66.
- Valls, J. F. M., Simpson, C. E. (2005). New species of *Arachis* from Brazil, Paraguay, and Bolivia. *Bonplandia* 14:35–64.
- Valls, J. F. M., Costa, L. C., Custodio, A. R. (2013). A novel trifoliolate species of *Arachis* (Fabaceae) and further comments on the taxonomic section *Trirectoides*. *Bonplandia* 22(1): 91-97.
- Valls, J. F. M., Simpson, C. E. (2017). A new species of *Arachis* (Fabaceae) from Mato Grosso, Brazil, related to *A. matiensis*. *Bonplandia* 26(2): 143-149.
- VMABCC-BIOVERSITY (Viceministerio Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos – Bioversity International). (2009). Libro Rojo de Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia. Plural Editores. La Paz, Bolivia. 344 p.
- Williams, K.A., Williams, D. E. (2001). Evolving political issues affecting international exchange of *Arachis* genetic resources. *Peanut Sci.* 28:132–135. doi:10.3146/i0095-3679-28-2-15.



Viabilidad de lotes de semillas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Yerba mate) por medio del test de Tetrazolio

Coronel, AL.^{1*}, Benítez-León, E.¹, Lezcano, Y.¹, Peña, P.¹

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

*aditacoronel@hotmail.com

Introducción

Entre los ensayos de viabilidad más comúnmente utilizados se encuentra el test de tetrazolio, que evalúa el potencial de germinación de los embriones individualmente; puede ser usado cuando las semillas necesitan ser sembradas luego de la cosecha, presentan dormencia o para resolver problemas encontrados en el test de germinación (MAPA 2009).

La yerba mate es de gran importancia socioeconómica para el Paraguay. A pesar de que la especie es utilizada ya hace varias décadas, algunos problemas silviculturales persisten, entre ellos, la germinación no uniforme, constituyéndose el principal problema para la evaluación de la calidad fisiológica de lotes de semillas y, consecuentemente para la producción de mudas (Schaparini y Viecegli 2011).

Para una evaluación rápida de la viabilidad de las semillas, se utiliza el test de tetrazolio, cuya evaluación se realiza en el endosperma y embrión de las semillas. Con esto se puede garantizar que los lotes de semillas a ser empleadas para la producción de mudas son viables, la germinación ya estará determinada por otros factores relacionados con la misma.

El objetivo del trabajo fue determinar la viabilidad de lotes de semillas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. por medio del test de tetrazolio.

Metodología

La investigación fue realizada en el Laboratorio de Análisis de Calidad de Semillas de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción. La población bajo estudio estuvo representada por cinco lotes de semillas de *Ilex paraguariensis* que fueron cosechadas en el año 2018 del distrito de Alto Verá, departamento de Itapúa y almacenadas en una cámara de conservación de semillas a una temperatura de entre $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 18 meses. Se aplicaron las metodologías descritas por el International Seed Testing Association (ISTA 2017) y el Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA 2009).

Se consideraron 4 etapas: *Pre-acondicionamiento*: las semillas fueron sumergidas en agua destilada y colocadas en cámara de germinación de 25°C por 48 horas para facilitar el corte. *Preparación para la coloración*: las semillas fueron seccionadas longitudinalmente próximos al eje embrionario



con ayuda del bisturí y pinzas sobre la lámina de goma eva. *Coloración:* las semillas fueron sumergidas en 40 mL de solución de tetrazolio al 1% dentro de frascos de vidrio, posteriormente fueron colocadas en estufa durante 24 horas a una temperatura de 30°C. *Evaluación:* luego del periodo de coloración, las semillas fueron enjuagadas en agua destilada para retirar el exceso de la solución de tetrazolio, y se evaluó la coloración (reacción a la sal de tetrazolio) y consistencia de los tejidos de cada semilla a través del estereoscopio. Para la evaluación y clasificación de la viabilidad de las semillas fue utilizado el padrón establecido por De Sousa et al. (2015), considerando un total de ocho clases.

Se tomaron fotografías a las semillas de cada lote utilizando un software del estereoscopio Leica Versión 3.4.0 y se realizó la descripción de los estadios de desarrollo embrionario por lote, según lo utilizado por Mireski (2018). Además se realizó la clasificación de la viabilidad en dos categorías: los embriones viables y no viables. Se consideraron viables los embriones con coloración roja o rosa e inviables los embriones de color blanco (sin tinción).

Los valores obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza mediante el test F al 5% y cuando se observaron diferencias significativas, las medias fueron comparadas entre sí por el Test Scott-Knott al 5% de probabilidad de error. Los datos fueron procesados en una planilla de Microsoft Excel y los análisis estadísticos realizados utilizando el programa estadístico SISVAR (Ferreira 2011).

Resultados y discusión

La Clase 1 se caracterizó por presentar la tinción total y uniforme del endosperma de la semilla y tejidos de aspecto normal y firme de color rosa sin poder identificar y observar el embrión (Figura 1a). En la Clase 2 se encontraban las semillas que presentaban el endosperma sin tinción, es decir eran de color blanco y sin el embrión visible (Figura 1b). La Clase 3 fue considerada como viable de acuerdo al padrón utilizado, las semillas que presentaban el endosperma teñido completamente de color rosa con tejidos firmes y uniformes en la coloración además de la presencia del embrión colorido que presentaba una tinción rosa más intensa y brillante que el endosperma (Figura 1c).

La Clase 4 se caracterizó por presentar el endosperma teñido de color rosa pero con el embrión no colorido, presentándose de un color blanco brillante (Figura 1d). Las semillas de la Clase 5 presentaban el endosperma no colorido, blanquecino y pálido pero con el embrión teñido de color rosa que resaltaba en el endosperma (Figura 1e). Dentro de la Clase 6 se encontraban las semillas con el endosperma no colorido, es decir que el endosperma no estaba teñido, con coloración blanca no uniforme, así como el embrión no colorido, de aspecto blanquecino (Figura 1f).

Las semillas de la Clase 7 fueron aquellas que presentaban signos de deterioro (Figura 1g), coloración no uniforme de rosa pálido a blanco poco turgente, indicando un marcado proceso de deterioro con la caída continua e irreversible de la calidad que terminará con la muerte de la semilla. Las semillas de la Clase 8 son las que no presentaban ningún desarrollo del endosperma ni del embrión, es decir, estaban vacías (Figura 1h).



Para analizar la viabilidad de los lotes se semillas fueron consideradas las clases 3 (endosperma colorido con embrión colorido) y 5 (endosperma no colorido con embrión colorido) como viables. El análisis de varianza demostró que no existen diferencias estadísticas significativas entre los lotes ($p=0,338$).

Si bien no se presentaron diferencias estadísticas entre los lotes, cabe destacar la importancia del test de tetrazolio, puesto que esta prueba permite obtener una rápida evaluación de la viabilidad de distintos lotes de semillas, además de identificar los diferentes niveles de viabilidad y favorecer el diagnóstico de la causa de reducción de la viabilidad de las mismas (França Neto 1999).

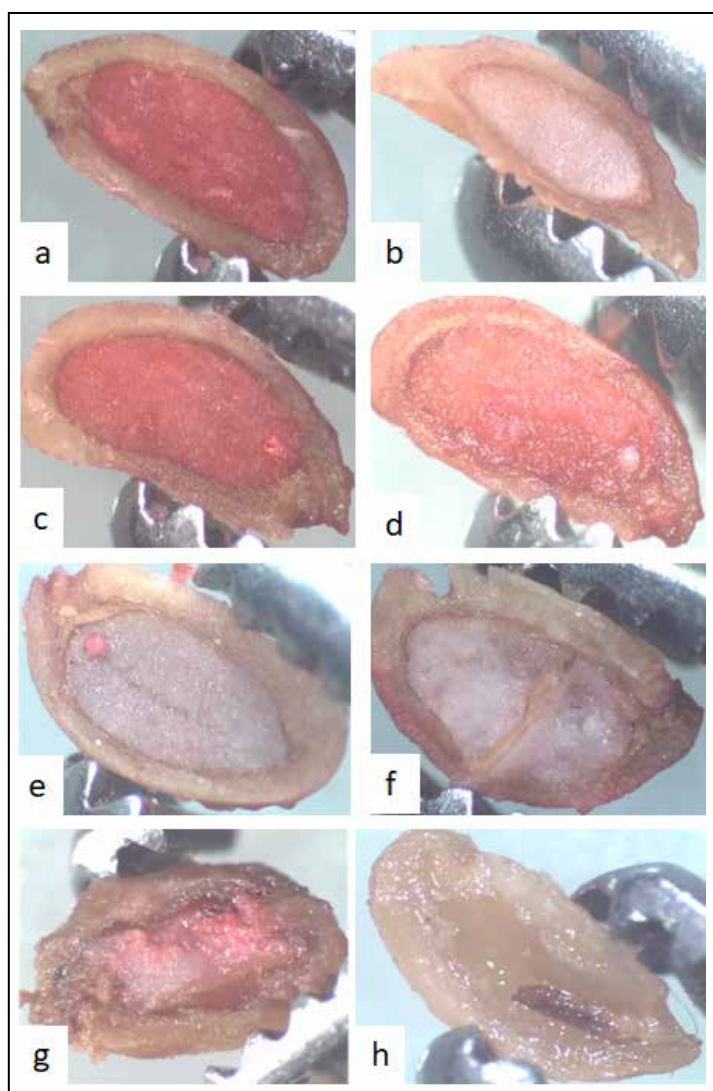


Figura 1. Diferentes aspectos del endosperma de una semilla de *Ilex paraguariensis* luego de un tratamiento con solución de Tetrazolio para determinar la viabilidad de las mismas.



Se clasificaron las fotografías que fueron tomadas a las semillas de los cinco lotes, observando los estados de desarrollo embrionario de corazón, post corazón y torpedo (Figura 2). Las fotografías se

clasificaron de acuerdo al estado de desarrollo de los embriones y la viabilidad de las semillas por lote (Cuadro 1).



Figura 2. Estados de desarrollo embrionario observados en semillas de *Ilex paraguariensis*.

Cuadro 1. Porcentaje de la viabilidad (%) de lotes de semillas de *Ilex paraguariensis* en relación a los estadios de desarrollo embrionario.

Lote	Estadios de desarrollo embrionario					
	Corazón		Post-Corazón		Torpedo	
	Viable	No viable	Viable	No viable	Viable	No viable
1	22	4	34	7	31	2
2	29	0	53	6	12	0
3	17	25	29	8	8	13
4	17	25	42	8	8	0
5	24	0	38	0	38	0

En el estudio realizado por Medeiros y Da Silva (2001) los embriones viables correspondían en su mayoría a la etapa de post corazón (34,9%) luego de 49 días de secado en la cámara seca. En este estudio, se obtuvo un mayor porcentaje de embriones viables también en el estado de post corazón con el 53%, tras 18 meses de almacenamiento en la cámara de conservación de semillas.

Conclusión

Las semillas de *Ilex paraguariensis* responden favorablemente a la solución de Tetrazolio, en base a eso es posible determinar la viabilidad de las mismas utilizando este método.



Referencias bibliográficas

- De Sousa VA; de Aguiar. AV; Spoladore J. (2017). Metodologia para a polinização controlada em *Ilex Paraguariensis* a. St. Hil. – Aquifoliaceae. Revista Árvore 39(2):315-323.
- Ferreira, D. (2011). Sisvar: a Computer Statistical Analysis System (en línea). *Ciência e Agrotecnologia* 35(6):1039-1042. Consultado 09 may. 2019. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- França Neto, JB. (1999). Testes de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: Krzyzanowski, FC; Vieira, RD; França Neto, JB (eds). *Vigor de Sementes: Conceitos e Testes*. Londrina, Brasil. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. p. 8-4
- International Seed Testing Association. (2017). *International rules for seed testing 2017*. Bassersdorf, Switzerland.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). (2009). *Regras para análise de sementes*. Brasília, Brasil, Secretaria de Defesa Agropecuária. 399 p.
- Medeiros de Souza, AC; Da Silva, LC. (2001). Efeitos da secagem na viabilidade das sementes de *Ilex paraguariensis* St. Hil. *Boletim de Pesquisa Florestal* (42):35-46.
- Mireski, MC. (2018). Fatores físicos, químicos e biológicos que afetam a germinação de sementes de *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (Erva-Mate). Tesis MsC. Curitiba, Brasil, Universidade Federal do Paraná. 119 p.
- Schaparini, OS; Viecelli CA. (2011). Superação de dormência de sementes de erva mate. *Cascavel* 4(4):163-170.



Producción de cultivares de batata en función a la época de cosecha en el Chaco Central

Enciso Garay, C.R.¹, González Villalba, J.D.^{1*}, Caballero Mendoza, C.A.¹,
González Balbuena, J.M²

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

²Cooperativa Chortitzer Ltda. Loma Plata, Paraguay.

*jorge.gonzalez@agr.una.py

Introducción

La batata, *Ipomoea batatas* L. Lam., es una planta perenne que se propaga vegetativamente y se cultiva como planta anual, esta especie es herbácea, dicotiledónea de tallo rastrero perteneciente a la familia de las Convolvuláceae, que tiene como centro de origen las regiones tropicales del continente americano.

En el Paraguay la batata presenta gran importancia económica y social para los productores, siendo considerado como rubro de autoconsumo y de renta como componentes básicos de la dieta familiar, su industrialización es principalmente en la fabricación de dulce para el consumo local (Almada, 2017). Se utiliza las raíces en la alimentación humana, las raíces y las ramas como forraje en la alimentación animal. La estimación de la superficie del área de cultivo en el año agrícola 2017/18 fue de 5.078 ha y rendimiento de 9,96 t ha⁻¹ (MAG/DCEA, 2018).

En el Chaco Central, la batata es cultivada por productores de la agricultura familiar para autoconsumo y también lo realizan productores de las colonias menonitas como cultivo de renta. Los mismos plantan numerosas variedades y la cosecha muchas veces se realiza muy tempranamente, sin tener en cuenta el ciclo de la variedad y de esa forma los rendimientos son bajos y la calidad de raíces no es buena.

Por lo mencionado anteriormente el objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento y calidad de raíces de dos cultivares de batata en tres épocas de cosecha en las condiciones del Chaco Central, para identificar clones superiores y la mejor época de cosecha para obtener mayor rendimiento y calidad de raíces.

Metodología

El experimento fue realizado en el Chaco Central, en el Campo Experimental Isla Poí, de la Sociedad Cooperativa Chortitzer Ltda., situado en el Departamento de Boquerón, a 25 km de la colonia Loma Plata, Paraguay. Sus coordenadas geográficas son 22°29'38,7" Sur y 59°43'53,2" Oeste, durante los meses de enero a junio de 2016. Fueron evaluados dos cultivares de batata (Morotí y Pytã) en tres épocas de cosecha: 90, 120 y 150 días después de la plantación (DDP), totalizando seis tratamientos. El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada experimental estuvo constituida por cuatro hileras de 3 m de longitud con 10 plantas por hilera, considerándose como parcela útil las dos hileras centrales.

La preparación del terreno se realizó en forma convencional, con aradas y rastreadas. La plantación se realizó, utilizando un espaciamiento de 1,00 m



entre hileras y 0,30 m entre plantas. En la implantación del experimento fueron utilizadas ramas con 8 a 10 nudos, de los cuales quedaron enterrados tres a cuatro nudos en forma transversal a las hileras a una profundidad de aproximadamente 10 cm. Los cuidados culturales durante el ciclo del cultivo consistieron en dos carpidas y un aporque realizado en forma manual con azada. No se aplicó ningún fertilizante químico ni producto fitosanitario.

Se evaluaron 16 plantas de las dos hileras centrales de cada unidad experimental y la cosecha se efectuó conforme a los tratamientos mencionados anteriormente a los 90, 120 y 150 días después de la plantación. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de raíces comerciales (raíces con masa igual o superior a 100 g y sin deformaciones), rendimiento de raíces no comerciales, rendimiento total de raíces, número de raíces comerciales por planta, número de raíces no comerciales por planta,

número totales de raíces por planta y biomasa de la parte aérea. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y donde se detectaron diferencias significativas se aplicó la comparación de medias por la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error, utilizando el programa estadístico Infostat (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, González, Tablada & Robledo, 2015).

Resultados y discusión

No hubo interacción significativa entre los cultivares evaluados y las épocas de cosecha para todas las variables evaluadas, lo cual indica que los factores en estudio son independientes entre sí. Los cultivares en estudio presentan diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de raíces y número de raíces por planta, como así también en las épocas de cosechas, (Cuadro 1 y 2).

Cuadro 1. Rendimiento promedio de raíces comerciales, no comerciales y totales de dos cultivares de batata en tres épocas de cosecha. Isla Poi, Chaco Central. 2016.

Parcelas	Descripción	Rendimiento de raíces (kg ha ⁻¹)		
		Comercial	No comercial	Total
Cultivar	Moroti	16.426 a	3.332 ^{ns}	19.741 a
	Pytã	11.593 b	2.489	14.249 b
Época de cosecha (Días después de la plantación)	90 días	5.852 b	2.140 b	7.992b
	120 días	16.926 a	2.718 ab	19.494 a
	150 días	19.250 a	3.875 a	23.499 a
CV (%)		20,38	21,69	18,56

*Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad.

ns = no significativo al 5% de probabilidad de error.

La variedad Morotí presentó el mayor rendimiento comercial con 16.426 kg ha⁻¹ y total con 19.741 kg ha⁻¹, respectivamente, difiriendo de la variedad Pytã que produjo

11.593 kg ha⁻¹ de rendimiento comercial y 14.249 kg ha⁻¹ de rendimiento total. En el rendimiento de raíces no comerciales no hubo diferencias estadísticas. Estos resul-



tados son diferentes de las investigaciones de de Queiroga, Santos, Menezes, Vieira & Silva (2007) quienes comparando el rendimiento comercial y total de tres cultivares de batata en tres épocas de cosecha (105, 130 y 155 DDP), no encontraron diferencias entre cultivares. El rendimiento comercial varió de 11.602,8 a 13.421,7 kg ha⁻¹ y el rendimiento total entre 15.985,8 a 16.670,3 kg ha⁻¹, que se encuentran en el rango de las medias obtenidas en este trabajo.

Respecto a las épocas, el tratamiento donde la cosecha se efectuó 150 DDP generó el mayor rendimiento comercial, no comercial y total de raíces frescas, difiriendo del tratamiento donde la cosecha se efectuó 90 DDP, pero estadísticamente similar al tratamiento donde la cosecha se realizó 120 DDP. Estos resultados coinciden con Quieroga et al., (2007) quienes evaluando

tres cultivares de batata en diferentes épocas de cosecha obtuvieron los mayores rendimientos a los 155 DDP. Por otro lado, Resende (2000) evaluó el rendimiento y calidad de raíces de cinco cultivares de batata en dos épocas de cosecha, 150 y 200 DDP, de las cuales recomienda efectuar la cosecha de cuatro cultivares a los 150 DDP, debido a la mayor calidad de las raíces cosechadas. Los resultados también coinciden con Martí (2018) quien menciona que el ciclo del cultivo de la batata es variable según los cultivares y se desarrolla entre 90 y 150 días. Azevedo et al. (2014), evaluaron ocho clones de batata en dos localidades y tres épocas de cosecha (120, 150 y 180 DDP), donde encontraron que independiente al local, los mayores rendimientos se obtuvieron a los 150 DDP, lo cual coincide con esta investigación.

Cuadro 2. Número promedio de raíces comerciales, no comerciales y totales por planta de dos cultivares de batata en tres épocas de cosechas. Isla Poi, Chaco Central. 2016.

Parcelas	Descripción	Numero de raíces por planta		
		Comercial	No comercial	Total
Cultivar	Moroti	2,69 a	2,65 a	5,34 a
	Pytã	1,70 b	1,98 b	3,69 b
Época de cosecha (Días después de la plantación)	90 días	1,36 b	2,11 a	3,47 b
	120 días	2,56 a	2,46 a	5,02 a
	150 días	2,67 a	2,37 a	5,05 a
CV (%)		21,57	18,33	19,53

*Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad.

ns = no significativo al 5% de probabilidad de error.

El cultivar Moroti presentó mayor número de raíces comerciales, no comerciales y totales por planta, difiriendo del cultivar Pytã (Cuadro 2). Con relación a la época de cosecha para el número de raíces comerciales y totales por planta, no se

detectaron diferencias significativas entre la cosecha realizada a los 120 y 50 DDP. El número de raíces no comerciales por planta no presentó diferencias estadísticas en las tres épocas de cosecha.



Cuadro 3. Rendimiento promedio de la masa total de la parte aérea de dos cultivares de batata en tres épocas de cosecha, Isla Poi, Chaco Central. 2016.

Parcelas	Descripción	Biomasa de la parte aérea (kg ha ⁻¹)
Cultivar	Moroti	27.228 ^{ns}
	Pytä	28.871
Época de cosechas (días después de la plantación)	90 días	40.341 a
	120 días	31.235 a
	150 días	12.572 b
CV (%)		30,38

*Medias seguidas por la misma letra en la columna no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad.

ns = no significativo al 5% de probabilidad de error.

Los cultivares evaluados no presentaron diferencias significativas en la biomasa fresca de la parte aérea (Cuadro 3). Entre las épocas de cosecha hubo diferencias estadísticas significativas, verificándose que a los 90 DDP se obtuvo la mayor media con 40.341 kg ha⁻¹, estadísticamente similar a los 120 DDP con 31.235 kg ha⁻¹, pero superior a la cosecha realizada a los 150 DDP. Estos resultados indican que estos cultivares cuando son plantadas para producción de forraje, la cosecha debe ser realizada a los 90 DDP.

Conclusión

El cultivar Morotí presentó mayor rendimiento de raíces comerciales, rendimiento total, número de raíces comerciales, no comerciales y totales por planta. Con relación a las épocas, la cosecha realizada los 150 DDP promueve mayor rendimiento de raíces comerciales, no comerciales, número de raíces comerciales y totales por planta, mientras que la mayor biomasa fresca de la parte aérea a los 90 DDP.

Referencias bibliográficas

- Almada, F. & Barril, A. (2007.) La importancia de la Agricultura familiar en el Paraguay.:
- La agricultura familiar en los países del Cono sur. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (en línea) Asunción, PY. Consultado el 4 set 2020. Disponible en <https://books.google.com.py/books>
- Azevedo, A. M., Andrade Júnior, W. C., Viana, D. J. S., Elsayed, A. Y, Pedrosa, C. E., Neiva, I. P.& Figueiredo, J. A. (2014). Influence of harvest time and cultivation sites on the productivity and quality of sweet potato. *Horticultura Brasileira* 32 (1), 21-27.
- MAG/DCEA. (2018). Síntesis estadísticas: producción agropecuaria: año agrícola 2017/2018. San Lorenzo, Paraguay. 45 p.



Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M.G.; González, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. (2015). InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Martí, H. R. (2018). Bases ecológicas de la producción. En: Martí, H. R. (Ed). *Producción de batata*, pp 20-28. Buenos Aires, Argentina: INTA.

Queiroga, R., C. F., Santos, M., A., Menezes, M. A., Vieira, C. P. G. & Silva, M. C. (2007). Fisiología e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. *Horticultura Brasileira*, 25 (3), pp. 371-374.

Resende, G. M. de. (2000). Características produtivas de cultivares de batata-doce em duas épocas de colheita, em Porteirinha - MG. *Horticultura Brasileira*, 18(1), pp. 68-71.



Comportamiento agronómico del maíz variedad Guaraní V 313 en diferentes fechas de siembra, fuera de su época normal de producción

López Talavera, C.A.^{1*}, Enciso Garay, C.R.¹, González Villalba, J.D.¹, Caballero Mendoza, C.A.¹

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

*carlos.lopez@agr.una.py

Introducción

El maíz (*Zea mays*), es uno de los cereales más importantes junto al trigo y arroz, y es utilizado especialmente como alimento básico en Latinoamérica. Se adapta a las condiciones agroecológicas de gran parte del mundo y es un cultivo tradicional en los sistemas de producción de la Agricultura Familiar por su importancia en la alimentación humana y animal, donde las personas consumen desde su estado de maduración fresco hasta el grano seco.

En el país, los productores familiares siembran en su gran mayoría las variedades de polinización abierta, debido a su mayor plasticidad y que fueron creadas por el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA). Sin embargo, el rendimiento obtenido por los productores es muy inferior al potencial productivo de las variedades.

Esto indica, que el desafío está latente para incrementar la producción por unidad de superficie, básicamente con la utilización de factores productivos existentes y de fácil acceso para el pequeño productor, como la época de siembra. Si bien la época ideal de siembra va de agosto a octubre, también se produce bien en zafra de enero a febrero Guerreño et al. (2019), pero en los últimos tiempos preocupa la frecuencia de eventos extremos, con mayores periodos de elevadas temperaturas y el aumento de

la frecuencia de olas de calor en el verano. Más las prácticas agrícolas inadecuadas, en especial la labranza constante que afectan las propiedades físicas del suelo, principalmente a la humedad del suelo, que según Tommaselli, (1995) dentro de las causas de pérdidas agrícolas, cerca del 50% se deben a deficiencias hídricas.

Considerando que según Pasten et al. (2007), los valores mínimos de precipitación en la Región Oriental se dan en los meses de julio y agosto con 5% del valor total anual (1600 mm) y mayores valores en los meses de octubre a marzo, un plan de siembra que minimice el riesgo de ocurrencias de deficiencias hídricas y eventos extremos en las fases más críticas del cultivo, deberá mejorar los rendimientos agrícolas.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico del maíz, variedad Guaraní V-313 en diferentes fechas de siembra, fuera de su época normal de producción.

Metodología

El experimento se realizó durante los meses de noviembre de 2016 a marzo de 2017, en la finca de un productor ubicado en la compañía Corralito San Miguel del distrito Moisés S. Bertoni, departamento de Caazapá, Paraguay, en un suelo clasificado



como Rhodic *Paleudult*, arenoso según la clasificación americana López et al., (1995), a una altitud de 143 m. La precipitación y temperatura media anual es de 1.200 mm

y 25°C, respectivamente. Cuyos valores durante el experimento se presentan en la figura 1.

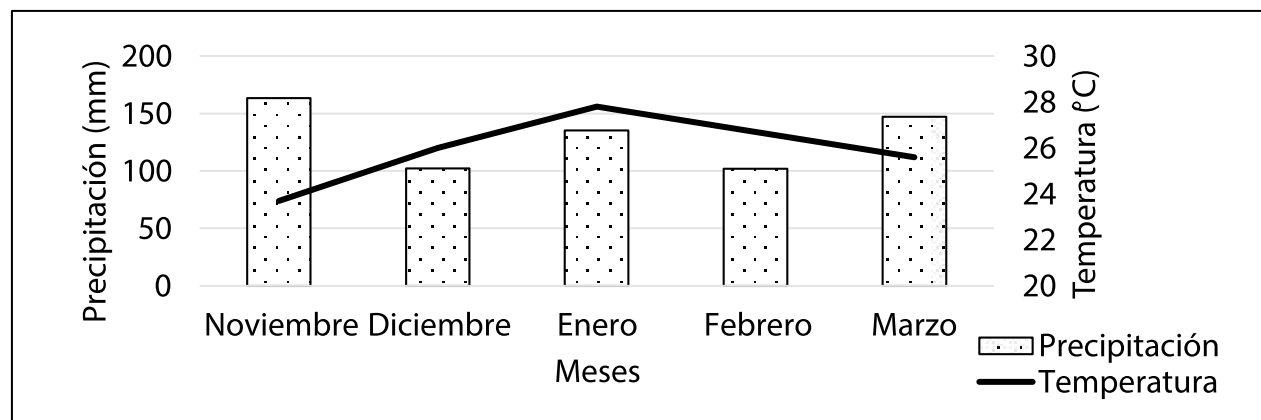


Figura 1. Registro de precipitaciones y temperaturas en Caazapá durante el desarrollo del experimento. Fuente DI-NAC 2016-2017.

La precipitación durante el experimento fue de 650,73 mm muy bien distribuida durante el ciclo del cultivo. Cantidad muy buena considerando que el requerimiento hídrico del cultivo según Guerreño et al (2019), es de 500 a 700 mm. Y la temperatura se mantuvo en 25,96°C en promedio.

La baja fertilidad de los suelos arenosos, hace necesaria la adición de fertilizantes para obtener los rendimientos adecuados, cuyas cantidades fueron determinadas en función a los resultados del análisis de suelo de la parcela, previo a la instalación del experimento, los cuales se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características físicas-químicas del suelo utilizado en el experimento.

Prof. cm	pH	M.O. %	P mg kg ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	Na ⁺	Clase textural
				cmol _c kg ⁻¹					
0-20	6,10	0,80	2,69	1,80	0,54	0,11	0,00	0,00	Arenosa

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos estuvieron constituidos por las fechas de siembra: T1 = 04 de noviembre, T2 = 11 de noviembre, T3 = 19 de noviembre y T4 = 25 de noviembre, todos corresponden al año 2016. El material genético utilizado fue la variedad Guarani V-313.



El experimento se instaló en parcela con sistema de siembra directa, por lo que la preparación de suelo se realizó con una corpida manual y posterior subsolado a tracción animal, hasta una profundidad de 25 cm.

Cada unidad experimental tuvo 5 m de largo y 4 m de ancho, con cinco hileras de maíz sembradas a 1,00 m entre hileras y 0,40 m entre plantas, dejando dos plantas por hoyo, lo que corresponde a una densidad teórica de 50.000 planta ha⁻¹. El área experimental fue de 500 m². Se realizó fertilización química a todas las unidades experimentales por igual con la formulación de 60-60-36 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O. El control de malezas fue manual, realizándose dos carpidas.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento de granos de 22 plantas por unidad experimental y los resultados expresados en kg ha⁻¹, porcentaje de granos con respecto al rendimiento de las espigas con marlo, que se obtuvo mediante una operación matemática dividiendo el peso de granos sin marlo por el peso de grano con marlo multiplicado por 100, altura de inserción de mazorca que para su evaluación se tomaron cinco plantas por unidad experimental y se midió desde el nivel del suelo hasta el punto de inserción

de la mazorca, altura de la planta se midió en cinco plantas desde el nivel del suelo hasta la base de la flor masculina y peso de 100 semillas, seleccionando al azar 100 semillas de cada tratamiento y repetición, pesándose con una balanza analógica.

Los datos recabados fueron analizados estadísticamente, y las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas según análisis de varianza fueron comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error, utilizando el paquete estadístico Infostat® (Di Rienzo et al. 2013).

Resultados y discusión

En el Cuadro 2 se observan las medias de rendimiento de granos del maíz, porcentaje de granos, altura de inserción de la mazorca, altura de planta y peso de 100 semillas.

En las variables rendimiento de granos y porcentaje de granos no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las fechas de siembra. Mientras que, para altura de inserción de mazorca, altura de la planta y peso de 100 semillas, se observan que hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Cuadro 2. Valores medios de rendimiento de granos del maíz, porcentaje de granos, altura de inserción de mazorca, altura de planta y peso de 100 semillas. Caazapá 2016/2017.

Fecha de siembra	Rendimiento de granos kg ha ⁻¹	Porcentaje de granos (%)	Altura de inserción de mazorca (cm)	Altura de la planta (cm)	Peso de 100 semillas (g)
04-11-16	2.167 ^{ns}	79,87 ^{ns}	106,80 b	211,00 c	24,80 b
11-09-16	2.200	79,93	129,00 a	238,00 a	25,75 a b
19-11-16	2.800	84,07	121,20 a b	231,40 a b	26,76 a
25-11-16	2.800	80,02	120,40 a b	222,00 b c	27,40 a
C.V. (%)	16,52	6,10	6,45	3,63	3,65

Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

^{ns}= no significativo al 5% de probabilidad de error por el test de Tukey



El rendimiento de granos varió en las cuatro fechas de siembra evaluadas, entre 2.167 y 2.800 kg ha⁻¹. El hecho de no encontrar diferencias estadísticas significativas indica que en el periodo en que se realizó la investigación (04-11 al 25-11) la fecha de siembra no presentó influencia en el rendimiento de granos y tampoco en el porcentaje de granos.

En investigaciones realizadas en la misma localidad con la variedad Guaraní V-313, implantada en el mes de noviembre Enciso-Garay et al. (2014) obtuvieron rendimiento de granos secos de 2.040 kg ha⁻¹. Por otro lado, García et al. (2009) encontraron que el rendimiento del maíz se reduce a medida que se retarda la fecha de siembra. La época de siembra recomendada para la variedad Guaraní V-313 según IPTA (2019) y Guerreño et al. (2019) va de agosto a octubre, por lo que en la presente investigación se estuvo retardando al realizar la siembra en el mes de noviembre, sin embargo, no se verificó reducción del rendimiento.

En cuanto a la altura de inserción de mazorca y altura total de planta, se observa que en la época 2 (11 de noviembre) se obtuvieron mayores alturas de mazorcas y altura de planta con valores promedios de 129 cm y 238 cm, respectivamente. Y menores valores de estas variables en la época 1 (04 de noviembre) con promedios de 106,80 cm y 211 cm, respectivamente.

El peso de 100 granos de maíz se ve afectado por la fecha de siembra, se observa que con fechas de siembra más tardías (11, 19 y 25 de noviembre) se obtienen mayores pesos de 100 semillas, con respecto a la primera fecha de siembra (04 de noviembre) con lo que obtuvo 24,80 g.

Conclusión

Tanto el rendimiento como el porcentaje de granos del maíz Guaraní V-313 no son influenciados por la siembra en diferentes fechas de siembra en el mes de noviembre. Sin embargo, los valores de las variables altura de inserción de mazorca, altura de la planta y peso de 100 semillas se ven significativamente reducidos cuando más temprano se realiza la siembra en el mes de noviembre.

Referencias bibliográficas

- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. (2013). InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Enciso-Garay, C. R., Caballero, C. A., González, J. D., Duarte, O. J. D., Ortigoza, J., Ovelar, M. G. & Ruiz, F. P. (2014). Producción de rubros para la seguridad alimentaria en la agricultura familiar bajo dos sistemas de manejo de suelo. En: *III Congreso Nacional de Ciencias Agrarias* (pp. 77-79). San Lorenzo, Paraguay.
- García, P, Cabrera, S., Sánchez, J. & Pérez, I. (2009). Rendimiento del maíz y las épocas de siembra en los Llanos Occidentales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 59(2), 161-172. Recuperado en 29 de septiembre de 2020, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002192X2009000200005&lng=es&tlng=es.



IPTA (Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria). (2019). Catalogo de variedades. (en línea). Consultado 10 ene. 2021. Disponible en: <https://www.ipta.gov.py/application/files/6015/8840/6221/>

Catalogo_Var_2020_digital_abril_c.pdf
Ortigoza, J., López, C. A. & González, J. D. (2019). Guía técnica sobre cultivo de maíz. San Lorenzo, PY. FCA/UNA. 48 p.

López, G. O., González, E., Llamas, P.A. de, Molinas, A. S., Franco, E. S., García, S. & Ríos, E.O. (1995). Mapa de reconocimiento y Capacidad de uso de las Tierras de la Región Oriental del Paraguay. Asunción, PY. 246 p.

Pastén, M., Armoa, J., Benítez, M.S. (2007). Análisis de eventos meteorológicos extremos em el Paraguay. (em linea). Consultado 13 feb. 2021. Disponible en: sdi.cnc.una.py/catbib/documentos/000317.pdf

Tommaselli, J. T. G. (1995) Épocas de plantio de milho em função das deficiências hídricas no solo em Cambará-PR. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. Brasília: Empresa Brasil Pesq Agropec, v. 30, n. 4, p. 505-514, 1995. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11449/37074>



Productividad y componentes de rendimiento de variedades de maíz en suelo arenoso del suroeste del departamento de Caazapá

López, C. A^{1*}, Enciso-Garay, C. R¹, González, J. D.¹, Caballero, C. A¹, Santacruz, A. R.¹, Bogado, G. A¹.

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

*carlos.lopez@agr.una.py

Introducción

El maíz (*Zea mays*), es uno de los cereales más importantes junto al trigo y arroz, y es utilizado especialmente como alimento básico en Latinoamérica. Se adapta a las condiciones agroecológicas de casi todo el mundo y es un cultivo tradicional en los sistemas de producción de la agricultura familiar por su importancia en la alimentación humana y animal, donde las personas consumen desde su estado de maduración fresco hasta el grano seco. A nivel de pequeñas fincas, el rendimiento es muy inferior al potencial productivo que tienen las variedades lanzadas por el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria. Esto indica, que el desafío está latente para incrementar la producción por unidad de superficie, básicamente con la utilización de factores productivos existentes y de fácil acceso la Agricultura Familiar.

En los últimos años según Ortigoza, López & González (2019), se ha efectuado la introducción de nuevas variedades de maíz o al menos el uso de semillas procedentes de otras zonas, a raíz de la problemática de susceptibilidad a enfermedades, a causa de la degeneración varietal por cruce entre variedades locales que ocasiona la disminución del rendimiento del cultivo, año tras año. Las variedades de maíz cultivadas por los productores de

la agricultura familiar son de polinización abierta y en los últimos años el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA) ha lanzado al mercado, nuevas variedades que necesitan ser evaluadas a fin de seleccionar las más productivas en las condiciones agroclimáticas del departamento de Caazapá. Dicha evaluación se torna más relevante cuando se hace en forma coordinada con productores interesados.

Como la producción de maíz es de gran importancia social y económica para el Departamento de Caazapá, es necesario conocer la capacidad productiva de las variedades, a fin de recomendar a los productores. Por lo mencionado, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la productividad y los componentes de rendimiento de cuatro variedades de maíz de polinización abierta en un suelo arenoso del suroeste del departamento de Caazapá.

Metodología

El experimento se realizó durante los meses de octubre de 2016 a marzo de 2017, en la finca de un productor ubicado en la compañía Corralito San Miguel del distrito Moisés S. Bertoni, departamento de Caazapá, Paraguay, en un suelo Rhodic *Paleudult*, arenoso según la clasificación americana (López et al., 1995), a una



altitud de 143 m, con una precipitación y temperatura media anual de 1.200 mm y 25°C, respectivamente. La baja fertilidad de los suelos arenosos, hace necesaria la adición de fertilizantes para obtener los rendimientos adecuados, cuyas

cantidades fueron determinadas en función a los resultados del análisis de suelo de la parcela, previo a la instalación del experimento, los cuales se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características físicas–químicas del suelo utilizado en el experimento.

Prof. cm	pH	M.O. %	P mg kg ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	Na ⁺	Clase textural
cmol _c kg ⁻¹									
0-20	6,10	0,80	2,69	1,80	0,54	0,11	0,00	0,00	Arenosa

Se realizó fertilización básica con 20-60-36 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. Y una fertilización de cobertura a los 45 días de la emergencia, con 40 kg ha⁻¹ de nitrógeno.

El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos estuvieron constituidos por las variedades:

T1= Guaraní V 313, T2 = Guaraní V 332, T3 = Guaraní V 254 y T4 = Guaraní V 312.

El experimento se instaló en parcela con sistema de siembra directa, por lo que la preparación de suelo se realizó con una corpida manual y posterior subsolado a tracción animal, hasta una profundidad de 25 cm.

Cada unidad experimental tuvo 5 m de largo y 4 m de ancho, con cuatro hileras de maíz sembradas el 18 de octubre del 2016 a una densidad de 50.000 plantas por hectárea

(1,00 m entre hileras y 0,40 m entre planta), dejando dos plantas por hoyo.

El área experimental fue de 368 m². Se realizó fertilización química a todas las unidades experimentales por igual con la formulación de 60-60-36 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O. El control de malezas se realizó mediante dos carpidas.

La cosecha de todas las variedades se efectuó el 15 de marzo de 2017, a los 149 días después de la siembra. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de granos cosechando 45 plantas por unidad experimental, porcentaje de granos que se obtuvo mediante una operación matemática dividiendo el peso de granos sin marlo por el peso de granos con marlo multiplicado por 100, altura de inserción de mazorca que para su evaluación se tomaron cinco plantas por unidad experimental y se midió desde el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la mazorca, altura de la planta se midió en cinco plantas, desde el nivel del suelo hasta la base de la flor masculina



y peso de cien semillas, que para obtener ese valor se seleccionaron al azar 100 semillas de cada tratamiento y se pesó con una balanza analógica.

Las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas según análisis de varianza fueron comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

En el Cuadro 2, se observan los resultados de la comparación de medias de las variables evaluadas, verificándose que hubo diferencias estadísticas significativas en todas las variables, a excepción del porcentaje de granos y altura de planta.

Cuadro 2. Valores medios de rendimiento de maíz, porcentaje de granos, altura de inserción de mazorca, altura de planta y masa de 100 semillas de cuatro variedades de maíz. Caazapá 2016/2017.

Variedad / Tratamiento	Rendimiento de granos kg ha ⁻¹	Porcentaje de granos (%)	Altura de inserción de mazorca (m)	Altura de la planta (m)	Peso de 100 semillas (g)
Guaraní V 313	2.469** a b	80,59 ^{ns}	0,98* a b	2,28 ^{ns}	22,47* a
Guaraní V 332	3.125 a	78,77	0,90 b	2,03	21,48 a
Guaraní V 254	1.994 b	74,23	1,12 a	2,25	18,71 b
Guaraní V 312	2.337 b	74,66	1,01 a b	2,03	23,10 a
C.V. (%)	12,34	8,11	8,83	6,94	4,16

*Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por el teste de Tukey al 5% de probabilidad de error.

ns = no significativo al 5% de probabilidad de error.

La variedad con mayor rendimiento fue Guaraní V 332 con 3.125 kg ha⁻¹ de granos, difiriendo estadísticamente de las variedades Guaraní V 254 y Guaraní V 312, pero estadísticamente similar a Guaraní V 313. Los resultados obtenidos son muy superiores a lo mencionado por Ortigoza et al. (2019) quienes señalan que en la mayoría de los casos el rendimiento de maíz en fincas de la Agricultura Familiar, asentadas sobre suelos degradados no supera los 1.500 kg ha⁻¹. Por otro lado, Enciso-Garay et al. (2014) en su trabajo de investigación realizado en la misma localidad donde se desarrolló esta investigación obtuvieron con la variedad Guaraní V 312 y Guaraní V 313,

rendimientos de 1920 y 2.040 kg ha⁻¹, que son inferiores al obtenido en este trabajo. Conforme al IPTA (2019) el potencial de rendimiento de la variedad Guaraní V 313 para la época en que se efectuó la siembra es de 4.000 kg ha⁻¹, mientras que de Guaraní V 254 y Guaraní V 332 de 5.200 y 5.000 kg ha⁻¹, respectivamente. Esto indica que los rendimientos obtenidos con las variedades evaluadas son inferiores al potencial productivo de las mismas. Los menores rendimientos pueden ser debidos al bajo contenido de materia orgánica y nutrientes de la parcela donde se realizó la investigación (Cuadro 1). Con relación al porcentaje de granos, no se encontraron



diferencias significativas entre variedades con medias de 80,59% (Guaraní V 313), 78,77% (Guaraní V 332), 74,23% (Guaraní V 254) y 74,66% (Guaraní V 312). Conforme al IPTA (2019), la variedad Guaraní V 313 presenta 81% de porcentaje de granos, lo cual coincide con esta investigación, mientras que Guaraní V 254 de 86 %, que es superior al obtenido en este trabajo.

La variedad Guaraní V 254 presentó mayor altura de inserción de mazorca (1,12 m) y menor peso de 100 semillas (18,71 g). Maya (1995), considera que la altura de inserción de la mazorca es un factor determinante para aumentar los niveles de rendimiento en el grano, debido a que a menor altura de la mazorca se obtienen mayores rendimientos, lo cual se confirma con la presente investigación al observar que la variedad Guaraní V 332 presenta menor altura de inserción de mazorca, pero mayor rendimiento. En cuanto a porcentaje de granos y altura total de la planta, las variedades no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Conclusión

En las condiciones edafoclimáticas en las cuales se llevó a cabo la investigación, la variedad con mejor comportamiento agronómico fue Guaraní V 332.

Referencias bibliográficas

- Enciso-Garay, C. R., Caballero, C. A., González, J. D., Duarte, O. J. D., Ortigoza, J., Ovelar, M. G., ... Ruiz, F. P. (2014). Producción de rubros para la seguridad alimentaria en la agricultura familiar bajo dos sistemas de manejo de suelo. En *III Congreso Nacional de Ciencias Agrarias*. San Lorenzo, Paraguay: FCA/UNA.
- Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria. (2019). *Catálogo de variedades*. Recuperado de https://www.ipta.gov.py/application/files/6015/8840/6221/Catalogo_Var_2020_digital_abril_c.pdf
- López, G. O., González, E., Llamas, P.A. de, Molinas, A. S., Franco, E. S., García, S., ... Ríos, E.O. (1995). *Mapa de reconocimiento y Capacidad de uso de las Tierras de la Región Oriental del Paraguay*. Asunción, Paraguay.
- Maya, N. (1995). Evaluación de siete genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en cuatro localidades de Nicaragua. (Tesis). Managua, Nicaragua: Universidad Nacional.
- Ortigoza, J., López, C. A., & González, J. D. (2019). Guía técnica sobre cultivo de maíz. San Lorenzo, Paraguay: FCA/UNA.



Fitotoxicidad y valores NDVI obtenidos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) tratado con Dietholate y sometido al herbicida Clomazone en pre emergencia

Verón, E. A.^{1*}, Vera, P. A.¹, Bonnin, J. J.¹

¹ Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay (CETAPAR). Colonia Yguazu, Paraguay.

*veronadrian@gmail.com

Introducción

La mayoría de productores que encuentran un plan de control de malezas que resulta efectivo en su cultivo tiende a utilizar este programa año tras año. Sin embargo, las malezas que no pudieron ser controladas con estos programas podrán seguir desarrollándose y predominarán en el área de cultivo (Jemison, 2007). Una opción dentro del plan de manejo químico de malezas constituye la utilización de protectores químicos que confieren a la planta tratada mecanismos de tolerancia a determinados herbicidas. Investigaciones durante las últimas décadas revelaron que las plantas poseen una multitud de enzimas que metabolizan herbicidas. El metabolismo de herbicidas generalmente incluye un paso primario, más comúnmente suele ser una oxidación o hidrólisis. Los conjugados resultantes pueden ser: generalmente inactivados antes de llegar al sitio de acción; más hidrofílicos o menos móviles dentro de la planta que las moléculas de herbicidas; volviéndolas más susceptibles a conjugaciones secundarias, degradación o compartimentación (Kreuz, Tommasi & Martinoia, 1996). Esa tecnología pretende otorgar al productor la posibilidad de aumentar sus opciones de ingredientes activos químicos para control de malezas y así poder estructurar un sistema de control químico con un amplio rango de posibilidades. Desde hace muchos años el herbicida sistémico y selectivo Clomazone es utilizado para el control

de malezas de hojas anchas y gramíneas. Este herbicida es tomado por las raíces de la maleza en emergencia y mediante translocación acrópeta llega a interferir con la protección y producción de pigmentos fotosintéticos (Hennens, Sarazin, Casaña-Giner & Gimeno, 2014). Sanchotene et al. (2010) realizaron estudios en el cultivo de arroz utilizando dietholate como protector contra el herbicida clomazone. Las curvas de resultados en su investigación indican que para poder causar daño al 50% de la población de las plantas tratadas se necesitó mayores dosis del herbicida. En un experimento del cultivo de maíz donde se utilizó al dietholate como protector de clomazone, realizado por Karam et al. (2003) se observaron a los 7 DDA una reducción significativa en la intoxicación del cultivo por el herbicida. Concluyeron en su trabajo que existe interacción entre el herbicida y el protector.

Los objetivos de este trabajo fueron determinar los niveles de fitotoxicidad causados por los tratamientos del dietholate, clomazone y dietholate*clomazone sobre el cultivo, determinar el efecto de las dosis de los mismos sobre los valores del Índice de Vegetación Diferencial Normalizada (NDVI).

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el campo experimental del Área de Protección



Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), en la Universidad Nacional de Asunción, entre los meses de agosto y diciembre de 2016. Fueron sembradas semillas de maíz de la variedad BR106 ciclo precoz de 90 días. Se utilizaron los siguientes productos: Dietholate 80% y el herbicida clomazone 50%. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, con arreglo en parcelas subdivididas 5x4, totalizando 20 tratamientos con cuatro repeticiones y 80 unidades experimentales. El factor A, estuvo constituido de dosis de Dietholate en 0, 600, 700 y 800 ml para 100kg de semillas [A1] [AV2] y el factor B por dosis de Clomazone en 0; 0,5; 1,0; 1,5; y 2 L porha⁻¹.

La unidad experimental estuvo constituida de cuatro hileras de maíz de cinco metro de largo y el área útil de las dos hileras centrales de cultivo. Antes de la siembra, las semillas de maíz fueron sometidas al tratamiento con el protector dietholate. Para la aplicación del protector se utilizaron 500 g de semillas para cada dosis, que fueron

colocadas en bolsas de polietileno para ser removidas hasta obtener una cobertura homogénea con el producto.

Se midieron niveles de reflectancia con un lector portátil de NDVI GreenSeeker® en los estados fenológicos de V₅, V₆, V₇, V₈, R₁ y R₂, en cinco puntos aleatorios por unidad experimental; los valores de fitotoxicidad fueron asignados de manera visual en 10 plantas al azar por cada unidad experimental a los 7, 14, 21, 28, y 35 días después de la emergencia (DDE) a través de la escala propuesta ALAM (1974) adaptada por Verón (2016). Los índices de fitotoxicidad fueron transformados en porcentaje mediante la siguiente fórmula:

$$PC = (N_1 + 2N_2 + 3N_3 + 4N_4 + 5N_5 \dots) / 5N * 100$$

PC= Porcentaje de control

N: Cantidad de plantas

Subíndice: Índice de fitotoxicidad ocasionado por el herbicida, según escala

Cuadro 1. Escala de fitotoxicidad ALAM modificada.

Índice	Descripción	Daño (%)
0	De ningún a muy poco daño, o igual al testigo limpio.	0 – 10
1	Ligero Daño: Se observa clorosis o cierto retraso en el desarrollo.	11 – 20
2	Daño Moderado: Clorosis generalizada y retraso en el desarrollo. Se observa recuperación sobre el daño	21 – 30
3	Daño Severo: Clorosis generalizada, con significativa reducción del rendimiento.	31 – 40
4	Daño muy Severo: no tolerable, con significativa reducción del rendimiento.	41 – 50
5	Daño Grave: Muerte de la planta.	51 – 60
6	Daño muy Grave: muerte de plantas que puede ocasionar la destrucción total del cultivo.	61 - 100



Los datos obtenidos en el experimento fueron sometidos al análisis de varianza y las variables que presentaron diferencias significativas fueron sometidas a la prueba de Tukey al 5% de error experimental para la comparación de medias.

Resultados y discusión

De acuerdo al análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas entre las dosis estudiadas del Clomazone en todos los momentos de evaluación, sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre las dosis del Dietholate, en ninguna de las evaluaciones efectuadas.

De acuerdo a la escala utilizada, los mayores porcentajes de daños alcanzados por el Clomazone se observan a los 28 DDE, llegando a causar hasta 45% de fitotoxicidad sobre el cultivo con dosis de 2 L.ha⁻¹, ocasionando "Daño muy severo". Las dosis de Dietholate no presentaron diferencias significativas entre sí, en ninguna de las evaluaciones realizadas, observándose medias de fitotoxicidad que estuvieron entre 3,4 y 28,67%. Los factores no presentaron interacción significativa en ninguna de las evaluaciones efectuadas.

Cuadro 2. Porcentaje de fitotoxicidad obtenido con la aplicación de diferentes dosis de Clomazone y Dietholate, desde los 7 hasta los 35 DDE. FCA/UNA. 2016.

Clomazone(L*ha ⁻¹)	7	14	21	28	35
	DDE				
0	0,0 c	0,0 c	0,0 d	0,0 c	0,0 c
0.5	6,8 b	1,5 c	11,5 c	17,2 b	10,3 b
1	10,3 b	3,6 bc	20,6 b	36,9 a	18,2 ab
1.5	15,1 a	6,7 ab	26,7 a	44,1 a	22,6 a
2	19,2 a	8,9 a	27,0 a	45,3 a	24,4 a
Media general	10,28	4,14	17,16	28,7	15,1
Dietholate (ml 100 kg ⁻¹ de semillas)					
0	12,7	3,8	18,7	29,7	14,6
600	8,9	4,1	17,2	27,2	13,8
700	9,9	4,5	16,7	27,3	15,7
800	9,5	4,2	16,1	30,5	16,4
Media general	10,25	3,4	17,17	28,67	15,12
Fc (Clomazone)	49,65*	16,69*	115,08*	31,68*	20,87*
Fc (Dietholate)	2,58 ^{ns}	0,19 ^{ns}	1,08 ^{ns}	1,3 ^{ns}	1,45 ^{ns}
Fc(Clomazone*Dietholate)	1,59 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,67 ^{ns}	1,49 ^{ns}
CV	44,32%	75,31%	27,28%	23,25%	28,36% [A1]

Ns: no significativo; * Significativo; (Tukey $p \leq 0,05$). DDE: Días después de la emergencia. Medias con letra común en columna no son significativamente diferentes. CV: Coeficiente de Variación. Fc = F calculada



Curran, Knake & Liebl (1991) al realizar un experimento con herbicidas en maíz observaron que el porcentaje máximo de daño

ocasionado por el clomazone fue del 39%, coincidiendo con los resultados obtenidos en este trabajo.

Cuadro 3. Valores de reflectancia obtenidos en estados vegetativos y reproductivos. FCA/UNA, 2016.

Clomazone(L*ha ⁻¹)	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	R ₁ - R ₂
0	0,4	0,41	0,53	0,62	0,64
0.5	0,39	0,39	0,49	0,57	0,63
1	0,33	0,38	0,51	0,59	0,66
1.5	0,35	0,4	0,49	0,60	0,68
2	0,32	0,39	0,5	0,58	0,66
Media general	0,36	0,39	0,5	0,59	0,65
Dietholate(ml*100kg de semilla)					
0	0,38	0,41	0,51 ab	0,6	0,64
600	0,38	0,41	0,53 a	0,61	0,65
700	0,34	0,37	0,50 ab	0,60	0,65
800	0,34	0,38	0,47 b	0,56	0,66
Media general	0,36	0,39	0,50	0,59	0,65
Fc (Clomazone)	2,14 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1,75 ^{ns}
Fc (Dietholate)	2,73 ^{ns}	2,74 ^{ns}	3,01*	1,05 ^{ns}	0,44 ^{ns}
Fc (Clomazone*Dietholate)	2,84*	1,97 ^{ns}	1,66 ^{ns}	1,41 ^{ns}	1,03 ^{ns}
CV	16,54%	15,45%	12,70%	13,35%	9,14%

Ns: no significativo; * Significativo; (Tukey $p \leq 0,05$). Medias con letra común en columna no son significativamente diferentes. CV: Coeficiente de Variación. Fc = F calculada

En el Cuadro 3 se presentan los valores de NDVI obtenidos desde el estado V5 hasta R1-2. El análisis de varianza arroja resultados sin diferencias significativas entre los niveles de los factores estudiados, y demostrando también nula interacción entre los factores.

Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre los niveles del Clomazone, en ningún momento de evaluación. Los valores medios de reflectancia obtenidos llegaron hasta 0,65 en es-

tado R1-2. Para los valores obtenidos con los niveles del Dietholate, el análisis indica diferencia significativa únicamente en el estado V7. Para la dosis de 600 ml. se observa el mayor valor de reflectancia, en conjunto con la dosis de 700 y 0 ml. significativamente superior a los demás niveles. Los valores medios de reflectancia llegan hasta 0,65 en el estado R1-2. El análisis de varianza indica que no existe interacción significativa entre los factores en la mayoría de los estados evaluados, excepto en el estado V5.



Los resultados obtenidos en este experimento fueron similares a los obtenidos por De la Casa & Ovando (2007), quienes encontraron los mayores valores de reflectancia en los estados reproductivos del cultivo de maíz sin interferencia de herbicidas.

Conclusión

A mayor dosis del Clomazone existe un aumento de la fitotoxicidad sobre el cultivo de maíz, llegando a un máximo de 45% causando "Daño muy severo" sobre el cultivo. No se verifican diferencias estadísticas entre las dosis respecto a la fitotoxicidad ocasionada por el protector Dietholate en el cultivo de maíz. Los valores del Índice de Vegetación Diferencial Normalizada (NDVI) obtenidos, no son afectados por el Clomazone y Dietholate.

Referencias bibliográficas

- Curran, W. S., Knake, E. L., & Liebl, R. A. (1991). Corn (*Zea mays*) injury following use of clomazone, chlorimuron, imazaquin and imazetapyr. *Weed Technology*, (5), 539–544.
- De la Casa, A., & Ovando, G. (2007). Integración del índice de vegetación de la diferencia normalizada (NDVI) y del ciclo fenológico del maíz para estimar el rendimiento a escala departamental en Córdoba, Argentina. *Agricultura Técnica*, 67(4), 362–371.
- Hennens, D., Sarazin, M., Casaña - Giner, V., & Gimeno, M. (2014). *Advanced Formulation Technology and its benefits for Clomazone containing Herbicides*. En Conferencia Alemana sobre Biología y Control de Malezas (pp. 534-542). Recuperado de <http://pub.jki.bund.de/index.php/JKA/article/view/2914/3113>
- Jemison, J. M. (2007). *New England guide to weed control in field corn*. Orono: University of Maine. Recuperado de <https://extension.umaine.edu/publications/1124e/>
- Karam, D., Almeida, A., Albert, L. H., Barbeiro, M., Costa, G. T., & Magalhaes, P. C. (2003). Selectividad del cultivo de maíz al herbicida Clomazone por medio del uso de Dietholate. *Revista Brasileira de Maíz y Sorgo*, 2(1), 72–79.
- Kreuz, K., Tommasini, R., & Martinoia, E. (1996). Old Enzymes for a new job, herbicide detoxification in plants. *Plant Physiology*, 111, 349–353.
- Sanchotene, D. M., Kruse, N. D., Avila, L. A., Machado, S. L., Nicolodi, S. A., & Dornelles, S. H. (2010). Phorate y dietholate protegen al arroz de la fitotóxicidad del clomazone en dosis elevadas. *Planta Dañina* 28(4), 909-912.



Hongos entomopatógenos asociados a *Mahanarva fimbriolata* Stahl en sistemas silvopastoriles (*Urochloa brizantha* MG-5 y *Eucalyptus* spp.)

Sarubbi, H.^{1*}, Resquín Romero, G.¹, Vera, M.¹

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

*humberto.sarubbi@agr.una.py

Introducción

Paraguay posee actualmente una superficie de 8,8 millones de hectáreas destinadas a la producción pecuaria, siendo las pasturas implantadas y naturales la base principal de la alimentación de los animales vacunos, que constituye la forma más económica y práctica de producción de carne (Glatzle & Stosiek, 2001; Grisoto, 2008; Asociación Rural del Paraguay [ARP], 2017). Entre las plagas que afectan a las pasturas se encuentran *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae), conocidos comúnmente como salivazo o cigarritas de las pasturas. *Mahanarva fimbriolata* se encuentra ampliamente distribuidos en las regiones tropicales y poseen el potencial de causar daños severos en los pastos (Tolotti et al. 2018); es considerada plaga importante para las pasturas, caña de azúcar, posee una amplia distribución en la región Oriental de Paraguay, causando daños en pasturas (Sarubbi & Ramírez, 2020). Las ninfas se alimentan de las raíces, insertando sus estiletes en los vasos xilemático y succionando la savia y obstruyendo los vasos vasculares, dificultando el transporte de nutrientes y agua, debilitando a la planta y provocando desorden fisiológico (Grisoto et al. 2014). El salivazo o la espuma producida por las ninfas, alberga una diversidad de bacterias como los Proteobacteria, Acidobacteria y Actinobacteria (Tonelli et al. 2020), que protegen a las ninfas contra los microorganismos entomopatógenos debido a la producción de metabolitos secundarios con propiedades antibióticas (Zucchi et al. 2010). El control de los cercopídeos presenta

grandes desafíos, el uso de insecticidas químicos ha sido limitado por razones de costo y contaminación ambiental, siendo una de las alternativas más prometedoras el uso de bioinsecticidas, los cuales, aparte de causar un bajo impacto negativo en el ambiente, pueden tener un control más eficiente (Valerio, 2009; González-Castillo, Aguilar & Rodríguez-Herrera, 2012). Hongos de los géneros *Beauveria* y *Metarhizium*, han sido reportados como biocontroladores de cercopídeos, por lo tanto, la identificación y aislación de cepas nativas virulentas constituyen alternativas potenciales para el control de los artrópodos (Batistussi, Margarido & Castilho, 2011; Cruz & Kajilima, 2012). Por tanto, la identificación de los agentes biológicos, particularmente, los microorganismos entomopatógenos basados en bacterias y hongos podrían representar alternativas prometedoras para el control de la cigarrita *M. fimbriolata*. Por ende, el objetivo del presente trabajo fue identificar y caracterizar potenciales entomopatógenos en sistemas silvopastoriles (*Urochloa brizantha* MG-5 y *Eucalyptus* spp.).

Metodología

Colecta y mantenimiento de muestras. En parcelas silvopastoriles con pastura de *Urochloa brizantha* cv. MG5, del Rancho 68, Departamento de San Pedro, distrito de Santa Rosa del Aguaray (S23°43'39"; W56°27'17"), se realizaron colectas de ejemplares colonizadas y no colonizadas de cercopídeos *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae), tanto ninfas y



adultos, en forma manual, durante los meses de febrero y marzo de 2019. Los insectos fueron fotografiados, depositados en recipientes plásticos y trasladados en conservadoras al laboratorio de Entomología para la identificación y caracterización morfológica de los hongos entomopatógenos (HE) presentes. Los hongos HE encontrados en los insectos colonizados fueron aislados acorde a procedimiento estándar de aislamiento. Los cinco aislados puros fueron obtenidos en placas de Petri con medio nutritivo [65 g agar dextrosa Sabouraud, con agregado 300 mg l⁻¹ de sulfato de estreptomicina (Sigma-Aldrich, China)], e incubados a 28 °C en condiciones de oscuridad por ocho días. Para la preservación de los hongos, se realizaron transferencias rutinarias a nuevas placas con medio nutritivo PDA +antibiótico. El método de preservación utilizado fue aceite de parafina para la conservación de los cultivos estériles, cubriéndose 1 cm por encima del medio PDA en tubos de ensayo y taponado herméticamente. Estos fueron mantenidos a -4°C. La identificación molecular fue realizada en el laboratorio de Biología Molecular Aplicada del Instituto Biológico de São Paulo, SP. CEP 04014-002, adonde fueron enviadas las muestras de ADN obtenidas de los aislados. La extracción de ADN de los aislados fue realizada de acuerdo con el método empleando el reactivo CTAB (Bromuro de hexadeciltrimetilamonio) descrito por Doyle y Doyle (1987), a partir de micelio del hongo, cultivado en medio de papa-dextrosa y molido en microtubos con la ayuda de un pistilo plástico. El ADN genómico se sometió a reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para amplificar la región ITS (espaciador transcrito interno) ubicada entre los genes que codifican los ARN ribosómicos 18S y 28S y el segmento del gen que codifica el factor de elongación de traducción 1 α (EF), y gen de la beta-tubulina. Los cebadores oligonucleótidos para la región ITS fueron ITS1 (5'-TCCGTAGGTGA ACCTGCGG-3') y ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3')

(White, Bruns, Lee & Taylor, 1990). La PCR se realizó usando cebadores en la concentración final de 0,2 μ M, dNTPS a 0,2 mM, 1U de la enzima GoTaq Green (Promega), en un volumen final de 50 μ L. El programa utilizado para ITS cuanto por EF fue: desnaturalización inicial a 94 °C / 2 min, 40 ciclos de 94 °C / 30 s - 54 °C / 30 s - 72 °C / 40 s, extensión final a 72 °C / 4 min. La verificación de los productos amplificados se realizó mediante electroforesis en gel de agarosa al 0,8% teñido con bromuro de etidio. Los productos amplificados se purificaron por precipitación con polyethylene glycol (Schmitz & Riesner, 2006), se sometieron a la reacción de secuenciación por el método de terminación de cadena usando el reactivo Bigdye 3.1 (Biosistemas Aplicados) y se analizaron en un secuenciador capilar automático 3500 xL (Biosistemas Aplicados). Las secuencias obtenidas se compararon con secuencias de especímenes identificados por especialistas depositados en el NCBI (Centro Nacional de Información Biotecnológica - www.ncbi.nlm.nih), utilizando la herramienta Blast.

Resultados y discusión

El ADN fúngico permitió la identificación de los HE *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* (secuencia ITS y EF), en los insectos colectados. Existen varios reportes a nivel mundial sobre el HE, en particular sobre el género *Metarhizium* para el control de *Mahanarva fimbriolata*, como el *M. anisopliae* y *M. anisopliae* var. *anisopliae*, pero con un control limitado de hasta 50 % de mortalidad (Thiago, Souza, Moyses, Oliveira, & Lima, 2011; Loureiro, Batista Filho, Almeida, Mendes & Pessoa, 2012). Sin embargo, en nuestro estudio de este sistema silvopastoril se observa un sorprendente efecto de epizootia *in situ*. Loureiro, Batista Filho, Almeida, Mendes & Pessoa (2005), registraron en sus investigaciones que el lugar y hospedero del cual se obtiene el aislado, pueden tener influencias en la



virulencia del hongo, constatando 8 aislados de 79 estudiados, con 70 % de control de ninfas en laboratorio. Además de impactar en la disminución de las poblaciones en estado ninfal y adulto de *M. fimbriolata*, se observaron efectos de infección de HE sobre otros insectos, incluido el *Atta sexdens rubropilosa* y *Atta laevigata*. También se pudo constatar en esta investigación, que el sombreo realizado por los árboles más el microclima generado por el follaje de las pasturas, genera un microclima más húmedo (>70%) y una temperatura ($\pm 25\%$) atenuada por los árboles, a diferencia de un potrero en donde los pastizales están expuestos a luz directa de sol. Este ambiente es muy propicio para el insecto, constatándose gran cantidad de ninfas, con su característico espumarajo en la base del tallo de las plantas, al igual que adultos.

Se observó una epizootia generalizada importante en condiciones de campo, condiciones similares observados por Leger (2008), quién afirma que *Metarhizium anisopliae* puede permanecer durante años en el suelo de una pastura. De igual manera, las temperaturas cálidas y humedad relativa alta, pudo favorecer el crecimiento fúngico sobre los insectos. En estudios realizados sobre temperatura y humedad para el desarrollo de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, el rango de temperatura de 25 a 32 °C y una humedad superior a 75 % son considerados condiciones óptimas para desarrollo de estos (Hallsworth & Magan 1999, Silva Guerra, Duarte Pires, & Alves Lima, 2009). Estos valores climáticos coinciden con los registros de temperatura y humedad tenidos en la parcela silvopastoril.



Figura 1. A- Crecimiento fúngico de *Beauveria bassiana* sobre ninfas. B- Colonización del hongo *Metarhizium anisopliae* sobre adultos de *Mahanarva fimbriolata*. C y D- Ninfa y adulto de *M. fimbriolata* sin control fúngico *in situ*.



Este es el primer reporte en Paraguay de *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota, Hypocreales, Clavicipitaceae) y *Beauveria bassiana* (Ascomycota, Hypocreales, Cordycipitaceae) (Humber, 2012), infectando ninfas y adultos de *Mahanarva fimbriolata*.

Conclusión

Se reporta por primera vez en Paraguay, la identificación de *Metarhizium anisopliae*, y *Beauveria bassiana*, obtenida de ninfas y adultos de *Mahanarva fimbriolata*.

Referencias bibliográficas

ARP (Asociación Rural del Paraguay). (2017). Introducción a Paraguay y su sector cárnico. Recuperado de <https://www.arp.org.py/images/Paraguay-y-el-Sector-Carnico.pdf>

Baptistussi, R. C., Margarido, L. A., & Castilho, H. J. (2011). The action of environmental effects in the natural mortality of the frog hopper *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) compared with alternative insecticides in the sugar-cane organic culture. *Revista Brasileira de Agroecología*, 6 (3), 151-158. Recuperado de https://orgrprints.org/22991/1/Baptistussi_A%C3%A7%C3%A3o.pdf

Cruz, W. & Kajilima, W. (2009). Control biológico del salivazo (*Mahanarva andigena*) en caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L.) con *Metarhizium* sp. sector los Ángeles Parroquia Puyo. *Revista Amazónica, Ciencia y Tecnología*, 1(1), pp. 18-26. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-amazonica-ciencia-y-tecnologia/articulo/control-biologico-del-salivazo-mahanarva-andigena-en-cana-de-azucar-sacharum-officinarum-con-metarhizium-sp-fungi-ascomycota-clavicipitaceae>.

Doyle, J. J., & Doyle, J. L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19-1, 11-15.

González-Castillo, M., Aguilar, C. N., & Rodríguez-Herrera, R. (2012). Control de insectos-plaga en la agricultura utilizando hongos entomopatógenos: retos y perspectivas. *Acta Química Mexicana*, 4 (8), 42-55. Recuperado de https://www.academia.edu/36634927/control_de_insectos-plaga_en_la_agricultura_utilizando_hongos_entomopatógenos_retos_y_perspectivas

Glatzle, A. & Stosiek, L. (2001). Perfiles por país del recurso pastura/forraje Paraguay (en línea). Roma, IT, FAO. Recuperado de: http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/spanishtrad/paraguay_sp/paraguay_sp.htm.

Grisoto, E. (2008). Resistencia de gramíneas a *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera Cercopidae). Recuperado de http://bdt.d.ibict.br/vufind/Record/USP_daa74_aceaff87a591_fdae9e6d8adc9bb.

Grisoto, E.; Vendramim, J.; Lourençao, A.L.; Usberti Filho, J.A. & Dias, C.T. (2014). Biology of *Mahanarva fimbriolata* on forage grasses. *Ciencia Rural* 44(6), pp. 1043-1049. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n6/a17214cr2013-0674.pdf>.

Hallsworth, J., & Magan, N. (1999). Water and temperature relations of growth of the entomogenous fungi *beauveria bassiana*, *metarhizium anisopliae*, and *paecilomyces farinosus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 74 (3), 261-266. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022201199948838>.

Humber, R. A. (2012). Entomophthoromycota: A new phylum and reclassification for entomophthoroid fungi. *Mycotaxon*, 120, 477-492. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/278143312_Entomophthoromycota_A_new_phylum_and_reclassification_for_entomophthoroid_fungi.

Leger, R. J. (2008). Studies in adaptations of *Metarhizium anisopliae* to life in the



- soil. *Journal of Invertebrate Pathology*, 98, 271-276. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022201108000608>
- Loureiro, E., Batista Filho, A., Almeida, J., Mendes, J., & Pessoa, L. (2005). Screening of *Metarhizium Anisopliae* (Metsch.) sorok strains against the sugarcane root spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) in laboratory. *Neotropical Entomology*, 34 (5), 785-790. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2005000500011&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Loureiro, E., Batista Filho, A., Almeida, J., Mendes, J., & Pessoa, L. (2012). Effectiveness of four isolates of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. against the root spittlebug, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), in the field. *Arquivos do Instituto Biológico*, 79 (1), 47-53. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1808-16572012000100007-&script=sci_arttext&tlng=pt.
- Sarubbi, H., & Ramírez, M. B. (2020). Pest insects in natural and sown pastures of Paraguay. *Tropical Grassland*, 8 (2), 235-237. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/341828510_Pest_insects_in_natural_and_sown_pastures_of_Paraguay.
- Schmitz, A., & Riesner, D. (2006). Purification of nucleic acids by selective precipitation with polyethylene glycol 6000. *Analytical Biochemistry*, 354, 311-313. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003269706001795?via%3Dihub>.
- Silva Guerra, D., Duarte Pires, A. P., & Alves Lima, E. (2009). Persistência de *Metarhizium anisopliae* spp no solo sob diferentes condições de temperatura e umidade. *Revista Caatinga*, 22 (2), 50-54. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117600009.pdf>
- Thiago, P. V., Souza, H. M., Moyses, J. B., Oliveira, N, T., & Lima, E. A. (2011). Differential pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* and the control of the sugarcane root spittlebug *Mahanarva fimbriolata*. *Brazilian Archives of Biological and Technology*, 54 (3), 435-440. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-89132011000300002&script=sci_arttext
- Tonelli, M., Cotta, S. R., Rigotto, A., Dias, A. C., Andreote, F. D. & Bento, M. (2020). The composition of the bacterial community in the foam produced by *Mahanarva fimbriolata* is distinct from those at gut and soil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 51, pp. 1151-1157. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs42770-019-00211-1>.
- Tolotti, A., Azevedo Filho, W. S., Valiati, V. H., Carvalho, G. S. & Valerio, J. R. (2018). Cigarrinhas das pastagens em gramíneas forrageiras no Brasil. Porto Alegre, BR. 119 p.
- Valerio, J. 2009. Cigarrinhas-das-pastagens. Recuperado de: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/853370/cigarrinhas-das-pastagens>.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S., & Taylor, J. W. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. En Innis, M. A., Gelfand D. H., Sninsky J. J., & White, T. J. (Eds), *PCR protocols: a guide to methods and applications* (pp. 315-322). New York, US: Academic Press, Inc.
- Zucchi, T., Almeida, L., Dossi, F. & Consoli, F. (2010). Secondary metabolites produced by *Propionicimonas* sp. (ENT-18) induce abnormalities in the esclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Biological Control*, 55, pp. 811-819. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10526-010-9295-9>.



Identificación de hongos entomopatógenos nativos obtenidos del área de influencia de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, en un sistema silvopastoril

Resquín Romero, G.¹, Sarubbi Orue, H.¹, Vera de Ortiz, M.¹, Golan, K.¹, Garrido Jurado, I.¹

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

*gloresqx@agr.una.py

Introducción

A los hongos entomopatógenos (HE) se les considera como componentes importantes de un manejo integrado de plagas, en particular para un sistema silvopastoril, como biopesticidas o como microorganismos naturales conservados en el medio ambiente. Sin embargo, hay escasa información como potencial supresor natural de insectos y sus posibles efectos bajo un sistema silvopastoril. Los cambios en los paisajes naturales debido al aumento de la frontera agrícola han causado una pérdida considerable de la biodiversidad y, por consiguiente, la composición de los servicios de un ecosistema natural. Sin embargo, la adopción de prácticas más amigables como el sistema silvopastoril puede fomentar o crear condiciones abióticas y bióticas que conserven la biodiversidad y, en consecuencia, puedan restablecer la provisión de servicios ambientales. Muchas especies de cepas entomopatógenas derivadas de la división de Ascomycota y Entomophthoromycota tienen el potencial de control a un rango de insectos plagas con su acción de contacto única, vía tegumentaria y su virulencia frente a insectos, les convierte en un importante factor de regulación natural de sus poblaciones. El objetivo general del presente trabajo fue identificar HE presentes en la zona de influencia de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908, en un sistema silvopastoril (*Urochloa brizantha* MG-5 y *Eucalyptus* spp.); y los objetivos específicos fueron: a) Colectar muestras de insectos muertos con crecimiento fúngico o por otras causas; b) Investigar fuentes de

los servicios naturales a base de HE de un ecosistema, en suelos y área de la rizosfera de la planta; c) Identificar las especies de HE representativos obtenidos durante la inspección de campo.

Metodología

Se colectaron muestras de suelos, raíces de plantas e insectos, de un campo con sistema silvopastoril (*Urochloa brizantha* MG-5 y *Eucalyptus* sp.), de la localidad de Santa Rosa del Aguaray (S23°43'39"; W56°27'17"), Departamento de San Pedro, Paraguay, en noviembre y diciembre de 2019, utilizando el área de influencia de 20 nidos de hormigas cortadoras de hojas (*Atta sedens rubropilosa* Forel, 1908, Hymenoptera: Formicidae), de los cuales 10 nidos estaban ubicados en áreas tratadas frecuentemente con productos químicos (Fipronil) y 10 nidos con ningún tratamiento químico por un año. Estos, estaban localizados en un área de aproximadamente 5.000 m² en un sistema de explotación silvopastoril con *U. brizantha* MG-5 y *Eucalyptus* sp., este último plantado a una distancia de 5 m x 2 m. En total, se utilizaron 100 puntos de muestreo (5 puntos por cada nido), donde cada punto comprende un área de 0,25 m² con un intervalo de 2 m y, cada nido con un área de 120 a 200m². La distancia promedio de entre nidos fue de 40 a 50 m, localizada al azar. La recolección de las muestras de suelo se realizó en estación húmeda, a una profundidad de 0 a 10 cm, utilizando una barrena de metal. También



se extrajeron raíces de plantas encontradas en cada punto de muestreo, arrancándolas cuidadosamente y sacudiendo, dejando caer el resto de suelo adheridas a las raíces. Cada muestra de suelo fue dividida en tres partes y distribuidas en bolsas de plástico transparente de 200 ml. Una parte del suelo (200 g) fue utilizada para la detección o identificación de los HE y otra para el análisis fisicoquímico que fue realizado en el Área de suelo de la FCA-UNA y la tercera parte se guardó como material de reposición, en caso de pérdida. No se utilizó control alguno en

cuanto a sustrato suelo y raíces del área de la rizosfera se refiere. También, se colectaron insectos muertos colonizados y no colonizados *in situ* (Fig. 1 A-B-C), particularmente poblaciones de hormigas y otros como cercopídeos (*Mahanarva fimbriolata*) de áreas de influencia de los 10 nidos ubicados en áreas con y sin tratamiento con Fipronil. Las muestras fueron etiquetadas de acuerdo al origen y transportadas en una conservadora al laboratorio del Área de Protección Vegetal (FCA-UNA). Las muestras fueron conservadas a temperatura 4°C.



Fig. 1. A-B-C. Insectos colectados del área de influencia de un nido de hormiga. D-E-F. Uso de la técnica de insectos trampa.

Para el aislamiento de HE de suelos y del área de la rizosfera de pasturas se utilizó la técnica de insectos trampa (Zimmerman, 1986) como un indicador de fuentes de los servicios potenciales del ecosistema (Fig. 1

D-E-F). Los insectos trampa utilizados fueron hormigas reinas de *Atta sexdens rubropilosa*. Estas fueron capturadas y colectadas cuando se disponían a abandonar el nido para copular con los



zánganos. Para aislar el HE de insectos colonizadas y no colonizadas de muestras de suelo y rizosfera obtenidas del campo, se adoptaron dos métodos de acuerdo con la condición del insecto muerto, uno por transferencia conidial en placas de Petri con contenido de medio de cultivo selectivo y el otro método, los insectos sin crecimiento fúngico externo no-visible, se desinfestaron superficialmente y fueron incubados en condiciones de cámara húmeda. Se consideraron tres réplicas de cada una de las muestras representativas. Transcurrido el período de incubación, se eligieron colonias que mostraron características compatibles a los conocidos géneros de HE y algunos ocasionales hongos y luego fueron purificados e identificados.

La identificación molecular de los aislados se realizó en el laboratorio del Departamento de Agronomía, ETSIAM, Universidad de Córdoba, España. El ADN total de los aislados se extrajo a partir de micelio liofilizado siguiendo el método de Raeder & Broda (1985). Se amplifica el gen del factor de elongación 1 α (EF-1 α), se secuenció y se analizó en cada uno de los aislados. La amplificación se realizó con los cebadores tef1fw (50-GTGAGCGTGGTATCACCA-30) (O'Donnell, Cigelnik & Nirenberg, 1998) y 1750-R (50-GACGCATGTACACGGACGGC-30) (Garrido-Jurado et al., 2011) en un volumen total de reacción de 50 μ l que contenía 1,5 μ l de ADN genómico, 1X DreamTaq™ buffer con MgCl₂ (ThermoScientific, Waltham, MA, USA), 20 nM de cada cebador, 40 nM de mezcla de dNTPs y 0,25 U de DreamTaq™ DNA polymerase (ThermoScientific, Waltham, MA, USA). Las condiciones de amplificación fueron las siguientes: denaturación inicial a 94 °C durante 1 min, seguida de 35 ciclos de amplificación (denaturación a 94 °C durante 1 min 30 s, anillamiento a 55 °C

durante 2 min, extensión a 72 °C durante 3 min), seguidos de una extensión final a 72 °C durante 10 min. Los productos de PCR se visualizaron en gel de agarosa al 1%, se purificaron utilizando GeneClean II kit system (QBiogene, Inc., Carlsbad, CA) y se secuenciaron por la empresa Stab Vida (Caparica, Portugal). Se analizaron las secuencias EF1- α de los aislados y el alineamiento entre estas y secuencias de la misma región de especies cercanas se realizó usando el programa MegAlign (DNASTAR package, London, UK).

El análisis filogenético se llevó a cabo mediante el programa MEGA 4 (Tamura, Dudley, Nei & Kumar, 2007). Se obtuvo el árbol consenso con el método de Neighbor-Joining construido usando el modelo de sustitución nucleotídica de Poisson. Todas las posiciones conteniendo gaps se eliminaron previamente al análisis en comparaciones por pares. La estabilidad de los grupos se alcanzó a los 1000 Bootstrap. Los datos generados sobre incidencia de insectos micosados fueron sometidos a Análisis de Varianza (ANOVA) y las medias por el test de Tukey ($P \leq 0.05$) (Statistix 10, Analytical Software, 2013). La comparación de las poblaciones de hormigas cortadoras se realizó mediante la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para muestras independientes (SPSS 25).

Resultados y discusión

En los 10 nidos muestreados, tanto en la zona de la rizosfera como en el resto del suelo, se encontraron reinas aladas muertas por la infección de *Metarhizium* sp. y *Beauveria bassiana*. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre nidos o entre las muestras de suelo y la rizosfera (a partir de ahora sitio) tanto para las reinas que mostraron crecimiento de



Metarhizium sp. ($F_{9,19}=1,95$, $p>0,05$ entre nidos; $F_{1,19}=4,31$, $p>0,05$ entre sitios), de *B. bassiana* ($F_{9,19}=0,94$, $p>0,05$ entre nidos; $F_{1,19}=0,29$, $p>0,05$ entre sitios) o muertas por otras causas ($F_{9,19}=1,38$, $p>0,05$ entre nidos; $F_{1,19}=1,98$, $p>0,05$ entre sitios) (Fig. 2).

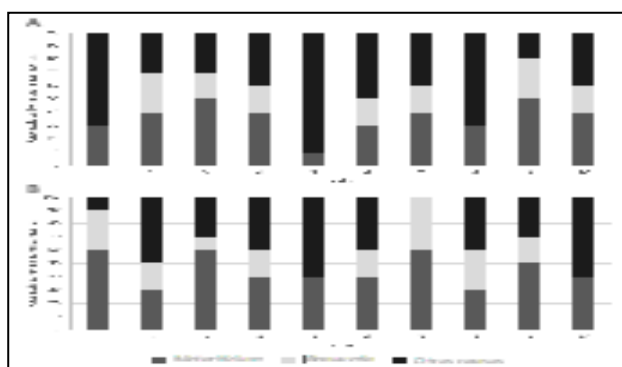


Fig. 2. Porcentaje de hormigas reinas muertas por infección fúngica con *Metarhizium* sp. y *Beauveria bassiana* o por otras causas: A) Sitio suelo; B) Sitio rizosfera.

También se colectaron los individuos de 30 puntos presentes en la zona de muestreo sin aplicación de fipronil. Se encontraron un total de 368 ninfas estando el 38% ($n=144$) infectadas por HE, así como 31% adultos colonizados también por HE. En el caso de aquellas reinas que mostraron crecimiento de *Metarhizium* sp., aunque las diferencias entre sitios no fueron significativas; pero se observó un mayor porcentaje (31 y 38%) de ninfas y adultos, respectivamente, obtenidos del sitio de la rizosfera. Esto estaría en consonancia con los trabajos de Hu & Leger (2002) y Barelli, Moreira & Bidochka (2018) en los que indican que el género *Metarhizium* se encuentra preferentemente en el sitio de la rizosfera.

El análisis de Kruskal-Wallis evidenció la ausencia de diferencias significativas entre los nidos para la variable hormigas colonizadas por el hongo ($H=2,463$; $p>0,05$)

como para la variable, muertas por otras causas ($H=3,806$; $p>0,05$). Sin embargo, se obtuvo diferencias significativas entre las diferentes situaciones de las áreas de muestreo tanto para variable hormigas colonizadas por el HE ($H=114,249$; $p=0,0001$) como hormigas muertas por otras causas ($H=155,021$; $p=0,0001$) (Fig. 3).

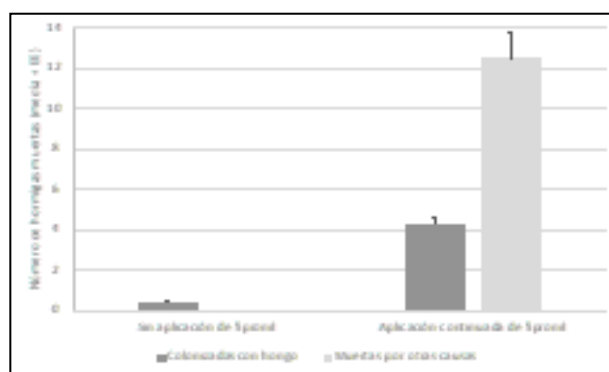


Fig. 3. Número de hormigas cortadoras muertas por infección fúngica o por otras causas en una zona con y sin aplicación de fipronil.

Las observaciones y las muestras obtenidas del campo se evidencia un nivel de insectos colonizadas expuestos a la aplicación de fipronil que fue mayor a aquellos insectos expuestos en áreas sin uso de fipronil. Estos resultados indican que la tasa subletal de fipronil mejora la susceptibilidad de las hormigas a la micosis por el hongo en condiciones de campo; coincidiendo con los trabajos obtenidos por Quintela, Mascarin, da Silva, Barrigossi & da Silva Martins (2013).

La identificación molecular de los hongos aislados de los cadáveres, se obtuvieron dos aislados, uno de ellos perteneciente a la especie *Beauveria bassiana* (Fig. 4) y otro aislado del género *Metarhizium* aún se está analizando la secuencia.

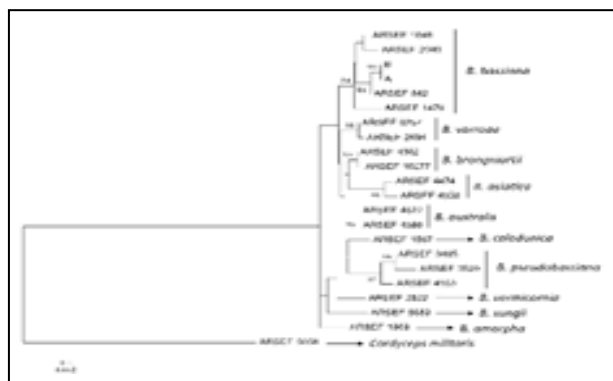


Fig. 4. Dendrograma basado en las secuencias EF-1 α de aislados de *Beauveria bassiana* obtenidas de los cadáveres de insectos.

Las esporas asexuales o conidios de los HE *Beauveria* sp. y *Metarhizium* sp., son los responsables de la infección de insectos y que se encuentran dispersos por el medio donde se encuentran sus hospedantes, en este caso sobre las hormigas cortadoras de hojas. Las secuencias obtenidas, A y B, han sido depositadas en GenBank y se encuentran en periodo de adjudicación de número de acceso. Ambas secuencias se alinearon y compararon con 20 secuencias obtenidas de la base de datos pertenecientes a las especies *B. bassiana*, *B. varroae*, *B. asiatica*, *B. australis*, *B. brongniartii*, *B. pseudobassiana*, *B. caledonica*, *B. vermiformis*, *B. sungii*, *B. amorpha* y *Cordyceps militaris*.

El árbol filogenético muestra como ambas secuencias se encuentran recogidas en el cluster de *B. bassiana* soportado por un bootstrap de 84%. En este trabajo, se reporta la identificación de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium* sp., obtenidas *in situ* de las hormigas cortadoras, con origen monofilético a las familias Cordycipitaceae y Clavicipitaceae, a la Clase Ascomycetes y Orden Hypocreales, respectivamente (Bischoff, Rehner & Humber, 2009; Rehner et al., 2011).

Conclusión

Se reporta por primera vez, la técnica de insectos trampa con el uso de poblaciones de reinas aladas de *Atta sedens rubropilosa* como medio-cebo para aislar hongos entomopatógenos, indicador de fuentes de los servicios potenciales de un ecosistema.

Se identificó dos especies nativas de hongos entomopatógenos, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium* sp., como potencial controlador de hormigas cortadoras (*Atta sedens rubropilosa*) *in situ*.

Referencias bibliográficas

- Barelli, L., Moreira, C. C., & Bidochka, M. J. (2018). Initial stages of endophytic colonization by *Metarhizium* involves rhizoplane colonization. *Microbiology*, 164(12), 1531-1540.
- Bischoff, J.F., Rehner, S.A., & Humber, R.A. (2009). A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. *Mycologia*, 101, 512-530.
- Garrido-Jurado, I., Márquez, M., Ortiz-Urquiza A., Santiago-Álvarez, C., Iturriaga, E., Quesada-Moraga, E., Monte, E., & Hermosa, E. (2011). Genetic analyses place most Spanish isolates of *Beauveria bassiana* in a molecular group with world-wide distribution. *BMC Microbiology*, 2011, 11:84.
- Hu, G., & Leger, R. J. S. (2002). Field studies using a recombinant mycoinsecticide (*Metarhizium anisopliae*) reveal that it is rhizosphere competent. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(12), 6383-6387.



- O'Donnell, K., Cigelnik, E., & Nirenberg, H.I. (1998). Molecular systematics and phylogeography of the *Gibberella fujikuroi* species complex. *Mycologia*, 90, 465-493.
- Quintela, E. D., Mascarin, G. M., da Silva, R. A., Barrigossi, J. A. F., & da Silva Martins, J. F. (2013). Enhanced susceptibility of *Tibraca limbativentris* (Heteroptera: Pentatomidae) to *Metarhizium anisopliae* with sublethal doses of chemical insecticides. *Biological Control*, 66, 56-64.
- Raeder, U., & Broda, P. (1985). Preparación rápida de ADN a partir de hongos filamentosos. *Applied Microbiology*, 1, 17-20. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.1985.tb01479.x>
- Rehner, S. A., Minnis, A. M., Sung, G. H., Luangsa-ard, J. J., Devotto, L., & Humber, R.A. (2011). Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus *Beauveria*. *Mycologia*, 103, 1055-1073.
- Tamura, K., Dudley, J., Nei, M., & Kumar, S. (2007). MEGA4: molecular evolutionary genetics analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution*, 24, 1596-1599.
- Zimmerman, G. (1986). The *Galleria* bait method for detection of entomopathogenic fungi in soil. *Journal of Applied Entomology*, 102, 213-215.



Identificación de hongos entomopatógenos nativos obtenidos del Chaco Central

Resquín Romero, G.^{1*}, Sarubbi Orue, H.¹, Marcondes de Almeida, J.E.¹, Harakava, R.¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área Protección Vegetal, San Lorenzo, Paraguay

*gloresqx@agr.una.py

Introducción

Acromyrmex landolti fracticornis Forel, 1885 (Formicidae: Myrmicinae) (Sarubbi & Ramírez, 2020) a igual las especies de cercopideos-cigarritas como *Notozulia entrerriana* (Foieri, Virla & Marino de Remes Lenicov, 2015), *Mahanarva fimbriolata* (Sarubbi & Ramírez, 2020), *Deois (Deois) mourei (Berg)* (Foieri, Marino de Remes Lenicov & Virla, 2019) entre otras especies de Hemiptera, Cercopidae, con impacto negativo para los pastos forrajeros naturales o cultivados tanto para la región Oriental como Occidental o Chaco, en Paraguay. Los insecticidas han demostrado tener una efectividad limitada, en tanto, el uso de agentes de control biológico es considerada como una de las alternativas apropiadas para un manejo integrado de plagas, en particular para un sistema silvo-pastoril bajo monte, sea esto como biopesticidas aplicados o naturales conservados en el medio ambiente. Sin embargo, hay poca información sobre la identificación correcta de la diversidad de controladores biológicos, potenciales supresores naturales de insectos plagas, en particular para poblaciones de *A. landolti fracticornis* y los cercopideos-cigarritas *Notozulia entrerriana* (Berg) (Hemiptera: Cercopidae) y otros insectos que afectan a la pastura en la Región Occidental o Chaco paraguayo. Entre los agentes de control biológico, se encuentran los hongos entomopatógenos, constituyendo un grupo heterogéneo desde el punto de vista sistemático, derivadas

de la división de Ascomycota y Entomophthoromycota (Bischoff, Rehner & Humber, 2009; Rehner et al., 2011). Estos, pueden presentar diferencias en cuanto a su biología, pero actúan fundamentalmente por la vía tegumentaria y su virulencia frente a insectos los convierten en un importante factor de regulación natural de sus poblaciones. El objetivo del presente estudio fue identificar los hongos entomopatógenos asociadas a las hormigas cortadoras de hojas (*Acromyrmex landolti fracticornis*) y cigarritas (*Notozulia entrerriana*), en el Chaco.

Metodología

En el verano de 2018, se recolectaron muestras de insectos cadavéricos de hormigas y cercopideos momificadas (*A. landolti fracticornis* y *N. entrerriana*), ubicados en potreros de *Gatton panic (Megathyrus maximus*, Poaceae), en el Chaco paraguayo (latitud: 23°17'14.2" S, longitud 60°45'35.0"O). Las muestras recolectadas de insectos muertos colonizados y no colonizados *in situ*, fueron fotografiadas inmediatamente y transportados en una conservadora al laboratorio del Área de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA, UNA), en Paraguay.

Para aislar los microorganismos de insectos, se han adoptado dos métodos de acuerdo con la condición del insecto muerto, uno por transferencia conidial en placas



de Petri con contenido de medio de cultivo selectivo [Papa (200g)-Dextrosa (30g)-Agar (30g)], adicionando antibiótico 500 mg l⁻¹ e incubados durante 7 días en condiciones de oscuridad y, el otro método, los insectos muertos sin crecimiento fúngico externo no-visible, se desinfectaron superficialmente y fueron incubados en condiciones de cámara húmeda. Después de 7 a 10 días de incubación a 25°C, se aislaron los hongos desarrollados, utilizando ansa de platino, una vez cultivado sobre PDA selectivo, las placas se colocaron en forma invertida. Se consideraron tres réplicas de cada una de las muestras representativas. Transcurrido el período de incubación, se eligieron colonias que mostraron características compatibles a los géneros conocidos de Hongos Entomopatógenos (HE) y algunos ocasionales hongos y luego fueron purificados e identificados.

La identificación molecular de los aislados se realizó en el laboratorio de Biología Molecular Aplicada del Instituto Biológico de São Paulo, SP. CEP 04014-002. La extracción de ADN de los aislados fue realizada de acuerdo con el método, empleando el reactivo CTAB (Bromuro de hexadeciltrimetilamonio) descrito por Doyle & Doyle (1991) a partir de micelio del hongo, cultivado en medio de papa-dextrosa y molido en microtubos con la ayuda de un pistilo plástico. El ADN genómico se sometió a reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para amplificar la región ITS (espaciador transcrito interno) ubicada entre los genes que codifican los ARN ribosómicos 18S y 28S y Gene de beta-tubulina también, el segmento del gen que codifica el factor de elongación de traducción 1 α (EF). Los cebadores oligonucleótidos para la región ITS fueron ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') y ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (White, Bruns, Lee & Taylor, 1990). La PCR se realizó usando cebadores en la concentración final de 0,2 μ M, dNTPS a 0,2 mM,

1U de la enzima GoTaq Green (Promega), en un volumen final de 50 μ L. El programa utilizado para ITS cuanto por EF fue: desnaturalización inicial a 94 °C / 2 min, 40 ciclos de 94 °C / 30 s - 54 °C / 30 s - 72 °C / 40 s, extensión final a 72 °C / 4 min. La verificación de los productos amplificados se realizó mediante electroforesis en gel de agarosa al 0,8% teñido con bromuro de etidio. Los productos amplificados se purificaron por precipitación con polyethylene glycol (Schmitz & Riesner, 2006), se sometieron a la reacción de secuenciación por el método de terminación de cadena usando el reactivo Bigdye 3.1 (Biosistemas Aplicados) y se analizaron en un secuenciador capilar automático 3500 xL (Biosistemas Aplicados). Las secuencias obtenidas se compararon con secuencias de especímenes identificados por especialistas depositados en el NCBI (Centro Nacional de Información Biotecnológica - www.ncbi.nlm.nih), utilizando la herramienta Blastn.

Resultados y discusión

El ADN de los hongos se ha aislado con éxito, basado en las características morfológicas y moleculares se identificaron a *Metarhizium anisopliae* (secuencia ITS y EF) y *Beauveria bassiana* (secuencia ITS) y *Lecanicillium muscarium* (secuencia ITS y beta-tubulina), en insectos colectados del campo *in situ* en un sistema silvopastoril ubicada en el Chaco Central. Los HE *M. anisopliae* y *B. bassiana*, se encuentran entre los mayores factores de mortalidad natural de las hormigas más estudiados (Castilho, Fraga, Menezes & Rocha Rosa, 2010); a igual, el hongo *L. muscarium*, aún no fueron reportados en Paraguay, aunque a nivel mundial existen varios reportes sobre el uso en diferentes especies de insectos, no así sobre *Acromyrmex landolti fracticornis*, son bien conocidos como endófito asociado a plantas (Kuchar, Hampton, Glare & Dickle 2019).



En la Fig. 1, se observa el resultado del proceso de infección, que normalmente, comienza por la unión de los conidios a la cutícula del huésped, luego la germinación y la penetración en la misma, posteriormente se observa las características macromorfológicas peculiares de cada género o especie de los HE. Teniendo en cuenta las complejas condiciones ambientales *in vitro* y los mecanismos de defensa *in vivo* de los insectos, los HE deben superar las tensiones bióticas y abióticas enfrentadas durante la patogénesis (Ortiz-Urquiza & Keyhani, 2015). Este último factor, está condiciona-

da a la temperatura y humedad de la región Occidental o Chaco paraguayo, al momento de colecta de las muestras. La colecta fue realizada después de un periodo de lluvia prolongada que fueron inmejorables a las condiciones ideales para la infección, crecimiento y desarrollo de los HE, con óptimos térmicos de crecimiento entre 23 y 28°C, y temperaturas máximas de 34 a 36°C (Quezada-Moraga, Lopez-Diaz & Landa, 2014). La humedad relativa a nivel de microhábitat de mayor a 70% para producir la infección (Tseng, Chung & Tzean, 2014).



Fig. 1. A. Macromorfología de la colonización fúngico de *Beauveria bassiana* sobre obreras de *Acromyrmex landolti fracticornis* en condiciones campo *in situ*; **B.** Macromorfología del cultivo de *B. bassiana* en placas Petri (9 cm) (medio de cultivo selectivo [Papa (200g)-Dextrosa (30g)-Agar (30g)], adicionando antibiótico 500 mg l⁻¹ después 7 días incubación en condiciones de oscuridad). **C.** Fotomicrografía de la estructura anamórfico de *B. bassiana*, 1000x, que muestra conidióforos similares al raquis con conidios como se indica en la fotografía. **D.** Macromorfología de la colonización fúngico de *B. bassiana* sobre un adulto de *Notozulia entrerriana*. **E.** Macromorfología de la colonización fúngico de (Bb) *B. bassiana* y (Ma) *Metarhizium anisopliae* sobre adultos de *N. entrerriana*; **F.** Macromorfología del cultivo de *Metarhizium anisopliae* en placas Petri (9 cm) (medio de cultivo selectivo [Papa (200g)-Dextrosa (30g)-Agar (30g)], adicionando antibiótico 500 mg l⁻¹ después 7 días incubación en condiciones de oscuridad). **G.** Fotomicrografía de la estructura anamórfico de *M. anisopliae*, 1000x, que muestra conidios libres.



En este trabajo reportamos por primera vez, la identificación de los HE de dos insectos *A. landolti fracticornis* y *N. entrerriana*, obtenidos de la Región del Chaco Central, *Beauveria bassiana* (Fig. 2. A) y *Lecanicillium muscarium* (Ascomycota:

Hypocreales: Cordycipitaceae) y *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales: Clavicipitaceae) (Fig. 2. C), respectivamente, cuya clasificación sistemática está contemplados acuerdo a Hibbett et al. (2007) y Humber (2012).



Fig. 2. A. Macromorfología de la colonización fúngico de *Beauveria bassiana* sobre obreras de *Acromyrmex landolti fracticornis*; **B.** Obrera de *Acromyrmex landolti fracticornis* sin colonización; **C.** Macromorfología de la colonización fúngico de *Metarhizium anisopliae* sobre adultos de *Notozulia entrerriana*; **D.** Adulto de *Notozulia entrerriana* sin colonización.



Conclusión

Se reporta por primera vez en Paraguay, la identificación de especies nativas de *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium muscarium* en insectos *Acromyrmex landolti fracticornis* y, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* en *Notozulia entreriana* en estado adulto, colectados *in situ* de un sistema silvopastoril de la Región Occidental, Chaco Central, presenta un potencial controlador natural de los insectos plagas.

Referencias bibliográficas

- Bischoff, J. F., Rehner, S. A., & Humber, R. A. (2009). A multilocus phylogeny of the *Metarhizium anisopliae* lineage. *Mycologia*, 101, 512-530.
- Castilho, A., Fraga, M., Menezes, E., & Rocha Rosa, C. (2010). Selection of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* isolates pathogenic to *Atta bisphaerica* and *Atta sexdens rubropilosa* soldiers under laboratory conditions. *Jo-Ciencia Rural*, 40(6):1243-1249. doi: 10.1590/S0103-84782010005000100.
- Doyle, J. J., & Doyle, J. L. (1991). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical bulletin*, 19(1), 11-15.
- Foieri, A., Virla, E. G., & Marino de Remes Lenicov, A. M. (2015). New host plants records for the froghopper *Notozulia entreriana* (Hemiptera: Cercopidae) with new data on its occurrence in diverse ecological zones in Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 74(1-2), 79-84.
- Foieri, A., Marino de Remes Lenicov, A. M., & Virla, E. G. (2019). Descripción de los estadios inmaduros y nuevos registros de plantas hospedantes de *Deois (Deois) mourei* (Berg) (Hemiptera: Cercopidae), una especie recién registrada en Argentina y Paraguay. *Zootaxa*, 4161(3), 4198-428.
- Kuchar, M., Hampton, J., Glare, T., & Dickle, I. (2019). Virulence of the plant-associated endophytic fungus *Lecanicillium muscarium* to diamondback moth larvae. *New Zealand Plant Protection*, 72, 253-259. doi: 10.30843/nzpp.2019.72.257.
- Ortiz-Urquiza, A., & Keyhani, N. O. (2015). Stress response signaling and virulence: insights from entomopathogenic fungi. *Current Genetics*, 61(3), 239-249. doi:10.1007/s00294-014-0439-9



- Quesada-Moraga, E., Lopez-Diaz, C., & Landa, B. (2014). The hidden habit of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*: First demonstration of vertical plant transmission. *PLOS ONE*, 9(2), e89278.
- Rehner, S. A., Minnis, A. M., Sung, G. H., Luangsa-ard, J. J., Devotto, L., & Humber, R. A. (2011). Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus *Beauveria*. *Mycologia*, 103, 1055-1073.
- Resquín-Romero, G. (2016). Combinación de diferentes estrategias de aplicación de hongos entomopatógenos para el control de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) y *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). Recuperado de <https://helvia.uco.es/handle/10396/13573>.
- Schmitz, A., & Riesner, D. (2006). Purification of nucleic acids by selective precipitation with polyethylene glycol 6000. *Analytical Biochemistry*, 354, 311-313.
- Sarubbi, H. J., & Ramírez, M. B. (2020). Pest insects in natural and sown pastures of Paraguay. *Tropical Grasslands-Forrajeros Tropicales*, 8(2), 158-161. doi: 10.17138/TGFT(8)158-161
- Tseng, M. N., Chung, C. L., & Tzean, S. S. (2014). Mechanisms relevant to the enhanced virulence of a dihydroxynaphthalene-melanin metabolically engineered entomopathogen. *PLOS ONE*, 9(3), e90473.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S., & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. En M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky T. J. White. (Eds.), *PCR protocols: A guide to methods and applications* (pp. 315-322). New York, US: Academic Press.



Efecto funcional del hongo antagonista *Trichoderma asperellum* en el control de la antracnosis en frutilla

Cáceres Monges, A.¹, Kim Han S.¹, Enciso Garay, C.¹, Florentín Pavía, M.¹, Sotelo Torres, P.¹, Resquín Romero, G^{1*}

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

*gloresqx@agr.una.py

Introducción

La frutilla (*Fragaria ananassa* Duch) es uno de los rubros importantes para la economía familiar rural del Paraguay, principalmente para los productores del departamento Central, distritos de Areguá e Itaugua, quienes además de proveer a los centros de abastecimiento y consumidores de la capital y ciudades aledañas, también ofertan sus productos elaborados en forma de dulces, mermeladas y licores. La superficie cultivada, a nivel país en el año agrícola 2017/18 fue de 389 ha de las cuales 201 ha se encuentran en el departamento Central, con una producción de 3.311 t, y rendimiento promedio de 10,5 t ha⁻¹ (MAG/DCEA, 2018). Entre las limitaciones para una producción óptima, están los problemas relacionados con las enfermedades fúngicas como la antracnosis que pueden reducir la calidad, el rendimiento y presentar riesgo de la rentabilidad de dicha producción. La antracnosis es causada por el hongo *Colletotrichum fragariae* y *Colletotrichum gloeosporioides* que está asociada a la pudrición de la corona y frutos maduros, mientras que *C. acutatum* infecta a las flores y frutos inmaduros con mayor frecuencia (Silveira Baggio, 2016). El objetivo del presente trabajo fue identificar el hongo antagonista (*Trichoderma* sp.) obtenido del área edáfica y evaluar el efecto funcional en el control de la antracnosis en frutilla.

Metodología

El trabajo fue desarrollado en finca de productores de los distritos de Areguá e Itauguá, departamento Central y en el laboratorio del Área de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA, UNA) y Biotecnología de la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ, UNA) entre los meses de diciembre del 2018 y septiembre del 2019. Fueron seleccionadas al azar 30 fincas de productores de frutilla. Se colectaron una muestra de suelo del área mesofaunística edáfica (0 a 10 cm de profundidad) y plantas enfermas de cada finca, totalizando 30 muestras de suelos y plantas enfermas.

Las muestras de suelo (1000 g) obtenidas de 10 submuestras de cada parcela (0,25 a 0,5 ha) fue homogeneizada manualmente y dividida en tres partes y distribuidas en bolsas plásticas transparente de 200 ml. Todas estas muestras fueron etiquetadas de acuerdo al origen y transportadas en una conservadora hasta el laboratorio de Protección Vegetal (FCA, UNA). Cada parcela fue ubicada utilizando un dispositivo portátil de posicionamiento global (GPS) (Fig. 1).



Fig. 1 A, B, C) Muestras de suelo colectadas del área mesofaunística edáfica (0 a 10 cm de profundidad) de 30 fincas de productores de frutilla comercial; D, E, F) Proceso de dilución seriada; I) Ilustración del posicionamiento global (GPS) de parcelas muestreadas en Areguá – Estanzuela, (2019). Macromorfología de la colonización fúngico de J) *Trichoderma asperellum*, cultivado en medio PDA de 7 días; K) *Colletotrichum fragariae* cultivado en PDA de 15 días, obtenida de la corona de la planta de frutilla (CFC 10-1) (IPTA, Caacupé) y L) Metodología utilizada (cultivo pareado), respectivamente. M) Momento de la evaluación del efecto funcional del hongo antagonista *Trichoderma asperellum* en el control de la antracnosis en frutilla.



El aislamiento e identificación de los hongos se realizó por transferencia directa de conidios y/o micelio del/los hongos obtenidos de las UFC sobre medio nutritivo selectivo a base de PDA, adicionando antibiótico (500 mg l⁻¹) e incubados por siete días. Se obtuvo conidios monospóricos para purificar el aislado. Las estructuras fúngicas se identificaron bajo microscopio, utilizando la llave propuesta por Barnett y Hunter (1998) y para la identificación de *Trichoderma* se utilizó PCR y secuenciación. La amplificación por PCR se realizó utilizando el kit Qiagen TopTaq DNA Polimerasa. Las regiones espaciadoras transcritas internas que contienen 1, 5,8S y 2 (ITS) se amplificaron con los pares de cebadores ITS1 (5'-TCGGTAGGTGAACCTGCGG-3') e ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (B) y el factor de elongación de traducción 1 (tef1) pares de cebadores EF1-728F (5'-TCGGTAGGTGAACCTGCGG-3') (C) y tef1rev (5'-GCCATCCTTGGAGACCA-GC-3') (D). Luego, las bandas de amplificación se purificaron utilizando el kit de extracción de gel rápido Invitrogen PureLink™, siguiendo las instrucciones del fabricante. Las muestras fueron secuenciadas por MacroGen (Corea del Sur). Se verificó la calidad de las secuencias con el programa BioEdit 7.0.5.3, para luego ser identificadas con el programa TrichOKEY 2.0 (Larsson, 2014). Se realizaron árboles filogenéticos para confirmar las especies mediante el uso de secuencias de ITS y tef1 previamente reportadas en América del Sur, mediante el uso de los programas AliView 1,26 (Lar-

sson, 2014) con el binario MAFFT v.7.450 y MEGA X 10.0.5 (Kumar et al., 2018) utilizando el modelo de evolución K80 (http://isth.info/library/pdf/84/isth_library_84.pdf), para el ensamblado del árbol filogenético por Neighbor-Joining.

Para comprobar el efecto funcional del hongo antagonista sobre *Colletotrichum* sp. de la frutilla, se utilizó el cultivo pareado propuesto por Cherif y Benhamou (1990), utilizando un aislado de *Trichoderma* sp. (F) obtenido de la parcela cultivada con frutilla y el uso de una cepa de *Trichoderma brevicompactum* (S) obtenida de la parcela de sésamo de la localidad de Itacurubí del Rosario, departamento de San Pedro, y un aislado obtenido de la corona de frutilla *Colletotrichum fragariae* (CFC 10-1), que fue proporcionado por investigadores del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA). En cada extremo de la placa de Petri (8 cm de diámetro), se colocó un disco de 5 mm de diámetro con micelios y conidios del hongo *Colletotrichum fragariae*, y al otro extremo, el de *Trichoderma* sp. Se utilizó tres controles absolutos, dos aislados de *Trichoderma* sp. (F) y (S) y patógeno. Todas las placas fueron colocadas aleatoriamente e incubado a T= 25±5°C. Una unidad experimental consistió en diez placas y tres repeticiones. La evaluación se realizó cada 24 h durante 5 días. Las variables evaluadas fueron: a) Tasa de desarrollo del hongo (TDh) de *Trichoderma* spp. y *Colletotrichum fragariae* (cm), utilizando la fórmula propuesta por Ramírez et al. (2019):

$$TDh = \frac{\text{Crecimiento radial (cm) último día} - \text{Crecimiento radial (cm) del primer día}}{\text{Número de días}}$$

b) Porcentaje de inhibición de crecimiento radial (PICR), determinada por la fórmula descrita por Correa et al. (2007).

$$PICR = \frac{R1[\text{diámetro del control (cm)}] - R2[\text{diámetro del pareado (cm)}]}{R1[\text{diámetro del control (cm)}]} \times 100$$



Las variables estudiadas fueron sometidas a análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias con el test de Tukey al 5% de probabilidad, empleando el Paquete Estadístico ESTAT 2.0 (Facultad de Ciencias Agrarias e Veterinarias, 1996).

Resultados y discusión

Identificación del género de *Trichoderma*

En esta investigación se identificó la especie de *Trichoderma* como *Trichoderma asperellum* (para ITS y tef1) en suelos cultivado de frutilla (Figura 1).

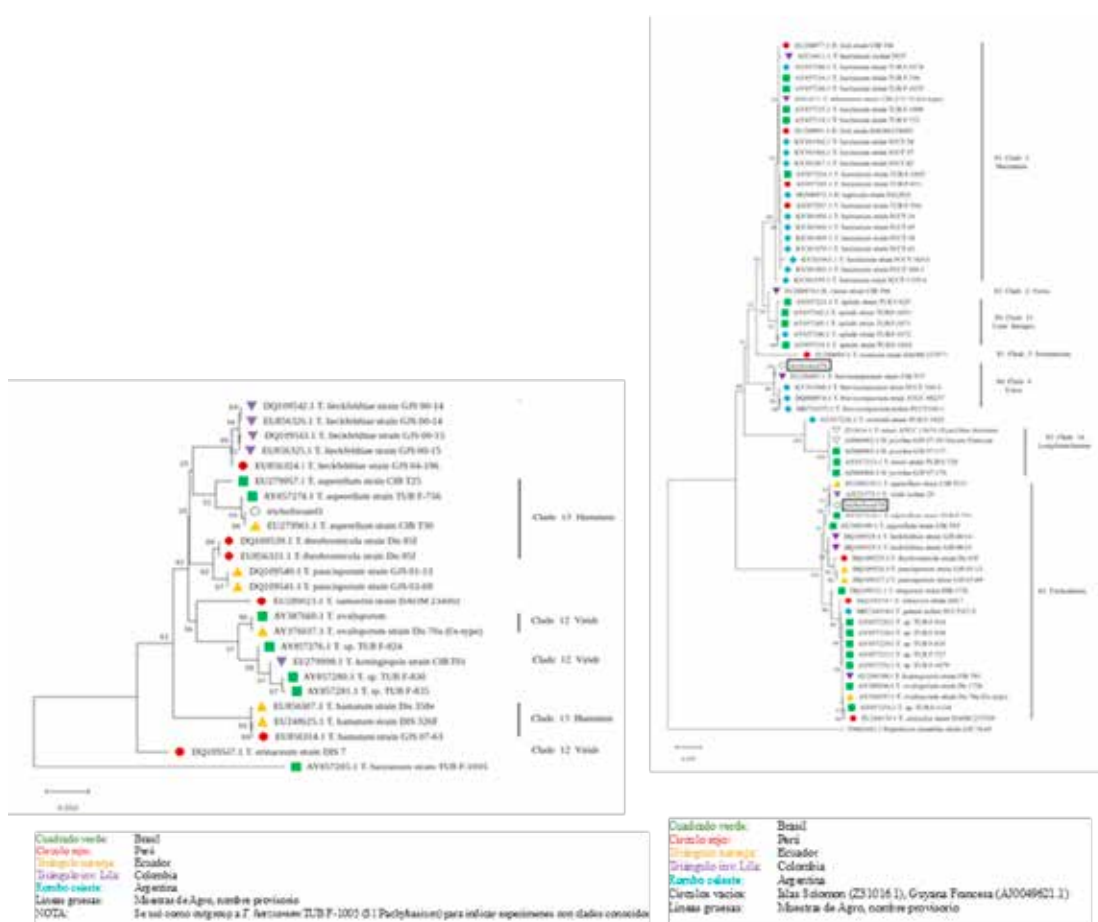


Fig. 2. Código de barras de oligonucleótidos para la identificación de especies en *Trichoderma* e *Hypocrea*. Cepas de *Trichoderma brevicompactum* y *Trichoderma asperellum*, obtenida del área mesofaunística edáfica de la parcela de sésamo de la localidad de Itacurubí del Rosario, departamento de San Pedro y de parcelas cultivadas de frutilla en la localidad de Areguá del departamento Central.



Cuadro 1. Identificación de los hongos antagonistas *Trichoderma asperellum* y *Trichoderma brevicompactum*, obtenida de suelo cultivado de frutilla y sésamo comercial, respectivamente. Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ, UNA).

Especies (HE)	Secuencias	Identificación/aislados	Origen	
			Localidad	Suelo cultivado por:
<i>Trichoderma asperellum</i> (F)	ITS1 ITS4	ITS1 (5'-TCGGTAGGTGAACCTGCGG-3') e ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (B) y el factor de elongación de traducción 1 (tefl) pares de cebadores EF1-728F (5'-TCGGTAGGTGAACCTGCGG-3') (C) y tef1rev (5'-GCCATCCTTGGAGACCAGC-3') (D).	Areguá, departamento Central	Frutilla
<i>Trichoderma brevicompactum</i> (S)			Bacurubí del Rosario, San Pedro	Sésamo

Evaluación del crecimiento radial del cultivo dual

Con relación al crecimiento radial del cultivo dual, hubo diferencia estadística significati-

va entre el crecimiento micelial del patógeno (*C. fragariae*) y los hongos *T. asperellum* (S) y *T. brevicompactum* (F) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Crecimiento y porcentaje de inhibición del crecimiento radial de los hongos de *T. asperellum* (S) y *T. brevicompactum* (F) en cultivo pareado dual con *C. fragariae* en condiciones *in vitro*. FCA, UNA. San Lorenzo, 2019.

Tratamiento	Descripción	Crecimiento (cm)	Porcentaje Inhibición (%)
T5	Testigo <i>Trichoderma asperellum</i> (F)	3,94 a	0 b
T4	Testigo <i>Trichoderma brevicompactum</i> (S)	3,91 a	0 b
T3	Testigo <i>Colletotrichum fragariae</i> (C)	2,45 b	0 b
T1	<i>C. fragariae</i> / <i>T. asperellum</i> (F)	1,06 c	58,03 a
T2	<i>C. fragariae</i> / <i>T. brevicompactum</i> (S)	1,03 c	56,80 a
	CV	7,58	21,18

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p \geq 0,05$)

El efecto funcional de la cepa de *T. asperellum* (F), presentó un efecto de inhibición por acción de antibiosis, mientras la cepa *T. brevicompactum* (S) un efecto de micoparasitismo sobre *C. fragariae* (Fig. 3) de acuerdo a Chet et al. (1998). Este último mecanismo se ha propuesto como principal proceso por el que *T. brevicompactum* que actúa como antagonista (Chet et al. 1997); mientras que *T. asperellum* presenta un área de inhibición del patógeno por el producto

metabólico de *T. asperellum* sin que medie contacto físico (Fig. 3). La actividad antibiótica de *Trichoderma* ya fue enunciado por Weindling en 1934 (Azpilicueta, 2009). Los resultados obtenidos en este trabajo, coinciden con otros investigadores sobre un alto efecto inhibitorio del crecimiento del patógeno *A. solani*, mediante la emisión de metabolitos volátiles y no volátiles (Ronnie-Gakegne y Martínez-Coca, 2018).



Conclusión

Se identificó la especie del hongo antagonista en el área de estudio como *Trichoderma asperellum* asociado a suelo cultivados con frutilla, la cual presentó un efecto inhibitorio sobre el crecimiento del hongo *C. fragariae*. Se encontró que la presencia del antagonista *T. asperellum* y *T. brevicompactum* tienen el potencial para ser utilizado como un agente de control biológico de *Colletotrichum fragariae*.

Referencias bibliográficas

- Azpilicueta, A.S. (2009). Producción, caracterización y aplicación de proteínas producidas por *Trichoderma* spp. Para el control de hongos patógenos de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) y naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). Tesis doctoral pp 186. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=55191>
- Barnett, H.L., Hunter, B.B. (1998). Illustrated genera of imperfect fungi. 4 ed. St. Paul, US. APS Press. 218 p.
- Chet, I., Ibar J., Hadar, I. (1997). Fungal antagonists and mycoparasites. En: Wicklow, D., Soderstrom, B. (eds). The Mycota IV: Environmental and Microbial Relationships. New York. EEUU. 165-192.
- Correa, S., Mello, M., Ávila, R.Z., Minare, B.L., Padua, R., Gomes, D. (2007). Aislados de *Trichoderma* spp. para el control biológico de *Sclerotium rolfsii* Sacc. Fitosanidad. 11:3-9.
- Gindin, G., Geschtovt, N. U., Raccach, B., Barash, I. (2000). Pathogenicity of *Verticillium lecanii* to different developmental stages of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. Phytoparasitica 28(3):1-11.
- Howell, C., Stipanovic, R. (1995). Mechanisms in the biocontrol of *Rhizoctonia solani* induced cotton seedling diseases by *Gliocladium virens*: Antibiosis. Phytopathology 85: 469-474.
- Katoh, K and Standley DM. MAFFT. (2013). Multiple Sequence Alignment Software Version 7: Improvements in Performance and Usability. Molecular Biology and Evolution, Volume 30, Issue 4, April 2013, Pages 772-780, <https://doi.org/10.1093/molbev/mst010>
- MAG/DCEA (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY); (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias). (2018). Síntesis estadísticas: producción agropecuaria año agrícola 2017/2018. San Lorenzo. Paraguay. 45 p.
- Ramírez, J., Trujillo, J., Osorio, V., Jaramillo, M., Botero, L. (2019). In Vitro Antagonism of *Trichoderma asperellum* Against *Colletotrichum gloeosporioides*, *Curvularia lunata*, And *Fusarium oxysporum*. (en Línea). Revista Uis Ingenierías. v 18 (2): 159-166. Consultado 12 jun. 2019. Disponible en <https://Dialnet.Unirioja.Es/Servlet/Articulo?Codigo=7000273>
- Ronnie-Gakegne, E., Martínez-Coca, B. (2018). Antibiosis y efecto de pH-temperatura sobre el antagonismo de cepas de *Trichoderma asperellum* frente a *Alternaria solani*. Revista de Protección Vegetal, Vol. 33, No. 2, 2018, E-ISSN: 2224-4697.
- Silveira Baggio, J. (2016). Fungicide sensitivity and spatial and temporal dynamics of *Botrytis cinerea* and *Colletotrichum* spp. in conventional and organic strawberry fields. Tesis Ph.D. Tesis. Piracicaba, BR, Luiz de Queiroz College of Agriculture. 152 p.



Evaluación *in vitro* de inductores de resistencia para soja contra la pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*)

Astigarraga Larroza, D.¹, Grabowski Ocampos, C.^{1*},
Domínguez Sanabria, J.²

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

²Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay. Alto Paraná, Paraguay

*cgrabowski@agr.una.py

Introducción

La pudrición carbonosa causada por el hongo *Macrophomina phaseolina*, es una enfermedad que se encuentra comúnmente en los campos de soja. Este patógeno puede colonizar raíces, tallos, hojas y vainas de varios hospederos, afectando a más de 500 especies de plantas de importancia económicos (Almeida et al., 2001). En la campaña de soja de Paraguay en el año 1992 la pudrición carbonosa de tallo fue una de las enfermedades más prevalentes ocasionando pérdidas considerables en la producción de soja. Así también, en el ciclo 2004/2005, fue nuevamente uno de los principales factores de pérdidas de rendimiento (Morel y Duba, 2011). Esta enfermedad es una de las más persistentes y de difícil control. El patógeno se caracteriza por producir estructuras de resistencia denominados microesclerosios, es polífaga y además se desarrolla en ambientes adversos como sequía (Cabrera et al., 2001). Para reducir la fuente de inóculo se indican medidas culturales de control como la rotación de cultivo y el uso intensivo de productos fitosanitarios, que por el momento es la única alternativa disponible como método de control, pero que resultan poco eficientes debido a la naturaleza del patógeno –soil-borne. Una opción válida para integrar al manejo es la inducción de resistencia en plantas por moléculas

activadoras de origen natural y sintético que como fenómeno biológico hace que los tejidos de plantas previamente expuestas reaccionen más rápidamente y con más eficiencia ante la presencia de condiciones ambientales adversas y las tentativas de colonización de un patógeno virulento. Este fenómeno de sensibilización es conocido como “priming” que se caracteriza por la activación más rápida y fuerte de las defensas de la planta que resulta en un nivel mayor de resistencia (Pieterse et al., 2014). También, la utilización de inductores naturales derivados de vegetales podría reducir la presión de fungicidas sobre el ecosistema y la salud humana, garantizando una producción ecológicamente sustentable (Riveros, 2001). Así, un criterio básico para seleccionar potenciales inductores en pruebas experimentales es que las moléculas no ejerzan una actividad antimicrobiana directa sobre el patógeno pero que aplicados a la planta reduzcan la intensidad de la enfermedad (Kessmann et al., 1994). Por lo tanto, este trabajo busca evaluar productos potenciales inductoras como: Acibenzolar-S-metil (ASM), Brotolom Total, extracto de Ka'a hee (*Stevia rebaudiana*) y Fosetyl-Al, relacionado a su efecto antagónico o no contra el patógeno en condiciones *in vitro* para posteriormente evaluar su efecto sobre la intensidad de la pudrición carbonosa en el patosistema soja x *Macrophomina phaseolina*.



Metodología

El experimento fue conducido en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción. Los productos empleados como potenciales inductores de resistencia evaluados contra el agente causal de la pudrición carbonosa de la soja fueron el Bion (Acibenzolar-S-Metyl: ASM) (González y Cruz, 2008), el Brotolom Total (mezcla de extractos vegetales y oligoelementos a base de Cu, Mn y Zn), el Extracto de Ka'a He'ê (*Stevia rebaudiana*) (Silez y Clementelli, 2009) y el producto Fosetyl-AI (Aluminium tris-o-etil-fosfonato) (Kessmann et al., 1994; Riveros, 2001). Fueron utilizadas concentraciones crecientes de 0,0%; 0,14%; 0,28%; 0,36% y 0,50%. El hongo *Macrophomina phaseolina* fue aislado a partir de fragmentos del tallo de soja con signos del patógeno y síntomas de la enfermedad. El patógeno fue purificado y preservado. Del cultivo puro se extrajo disco de 5 mm de diámetro para depositarlos en el centro de cada placa de Petri con medio de cultivo PDA (papa-dextrosa-agar) que contenían concentraciones crecientes de cada producto evaluado. Las placas con el patógeno fueron incubadas a 28 ± 1 °C. La evaluación consistió en la medición

del crecimiento del micelio del hongo con escalímetro digital realizado cada 24 horas hasta que la colonia del hongo llene la placa en la concentración 0,0% considerada como testigo absoluto. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y la comparación de las medias entre los tratamientos, mediante el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error. Para cada tratamiento, se usó una regresión lineal para determinar la relación entre el crecimiento radial y la concentración del producto. El diseño experimental empleado fue el de completamente al azar, utilizando como tratamiento 4 productos con 5 concentraciones para cada uno y con tres repeticiones. La unidad experimental consistió en 3 placas de Petri (90 mm).

Resultados y discusión

Para el producto Fosetyl-AI fue observado efecto inhibitorio significativo sobre el crecimiento del hongo en medio de cultivo con las diferentes concentraciones (Figura 1). Para la concentración al 0% considerado como testigo fue registrado un crecimiento de 9,4 cm de diámetro mientras que a concentraciones de 0,14%, 0,28%, 0,36% y 0,50% no presentaron crecimiento alguno.

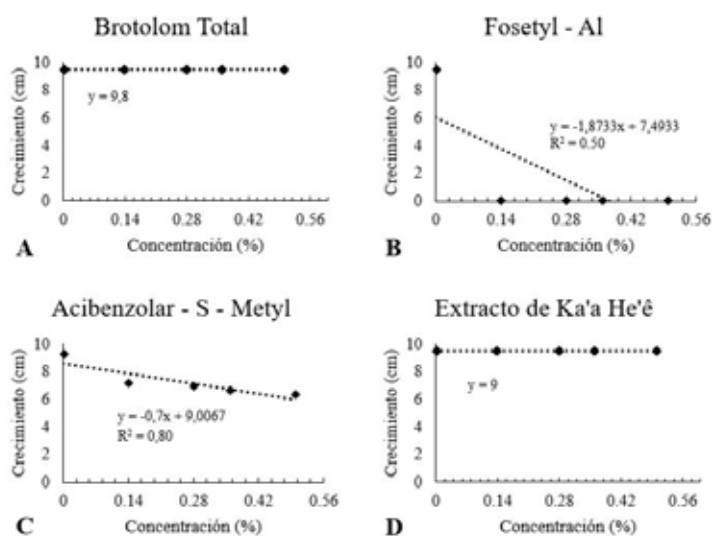


Figura 1. Efecto de las concentraciones crecientes de (A) Brotolom Total, (B) Fosetyl – AI, (C) Acibenzolar-S-Metyl y (D) Extracto de Ka'a he'ê sobre el crecimiento micelio de *Macrophomina phaseolina*.



Así en la investigación realizada por Maidana (2010) la inhibición de crecimiento del micelio a nivel de laboratorio de *Macrophomina phaseolina* por Fosetyl-Al fue de 7.25%, correspondiente a una dosis comercial del producto.

Para el producto Acibenzolar-S-Methyl (ASM), incorporado al medio de cultivo el patógeno sufrió una reducción del crecimiento diametral del micelio. Esto se observa con el aumento de las concentraciones. Así, para la concentración 0,5% se observa un crecimiento diametral de 6,4 cm, menor que la contracción al 0% con 9,3 cm. De esta manera presenta diferencia significativa en la reducción del crecimiento entre la concentración 0% (testigo) y las crecientes concentraciones, no así entre las concentraciones, determinándose una reducción final de 28,8%. Mogollón y Castaño (2012) evaluaron el efecto in vitro del inductor de resistencia ASM sobre el patógeno *Mycosphaerella fijiensis* observando el mismo efecto.

El Extracto de Ka'a He'e, actuó de forma indiferente sobre el crecimiento del micelio del patógeno al no producir ningún efecto inhibitorio. Así, el crecimiento en diámetro en todas las concentraciones incluyendo en el testigo absoluto no difieren significativamente.

En un experimento similar, Núñez (2009) observó que el Extractos de Ka'a He'e no ejerce ningún efecto directo inhibitorio sobre los hongos *Macrophomina phaseolina* y *Alternaria solani* en condiciones in vitro.

El producto Brotolom Total, incorporado al medio de cultivo evidencio un nulo efecto sobre el crecimiento diametral del patógeno siendo similar al del testigo absoluto y las demás concentraciones. Stauffer et al., (2000) probaron 98 extractos vegetales (7 monocotiledóneas; 46 dicotiledóneas; 1 conífera; y 2 pteridofitas) para determinar su posible efecto fungicida con la factibilidad de ser utilizados en el control de enfermedades en vegetales. Estos mismos autores observaron que la inhibición del crecimiento fúngico, in vitro, solamente se obtuvo con el Ajo (*Allium sativum*) sobre 7 especies de hongos, así como con el extracto de hojas de Mamón (*Carica papaya*) contra *Colletotrichum* sp. y el extracto de la Cebolla (*Allium cepa*) sobre 4 patógenos.

Con esta información generada sobre el nulo efecto inhibitorio de ASM, extracto de Ka'a He'e y Brotolom Total potenciales inductores evaluados, iniciamos experimentos en platas de soja para verificar la reducción de la intensidad de la pudrición carbonosa y de esta manera validar estos productos como inductores de resistencia en plantas contra patógenos.

Conclusión

Los productos como el Extracto de Ka'a He'e, Brotolom Total y ASM, cumplen con el primer criterio de un potencial inductor, no afectan directamente el patógeno. Estos productos serán evaluados para determinar la reducción de la intensidad de la pudrición carbonosa para proporcionar una mejor caracterización de estos potenciales inductores.



Referencias bibliográficas

- Almeida, A. Ferreira, O. Boucas, J. Almeida, C. Torres, E. (2001). *Macrophomina phaseolina* em soja: sistemas de semeadura, sobrevivência em restos de cultura e diversidade genética. Londrina: Embrapa Soja.
- Cabrera, M. G., Gutiérrez, S. A., Álvarez, R. E., Raimondo, M. R., Gómez, D. E. (2001). Podredumbre carbonosa (*Macrophomina phaseolina*), en soja sometida a estrés hídrico en el Nordeste de la Argentina.
- González, N., Cruz, F. (2008). Influencia de las aplicaciones foliares del humus, el bion y algunos bioestimulantes en indicadores del desarrollo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) var. Criollo-98. Revista Electrónica Granma Ciencia. 12(3).
- Kessmann, H., Staub, T., Hofmann, C., Maetzke, T., Herzog, J. (1994). Induction of systemic Acquired Disease Resistance in plants by Chemicals. Annual Reviews.
- Maidana, E. (2010). Evaluación de la eficiencia de cuatro fungicidas en el control de la pudrición carbonosa del tallo y de la raíz en el cultivo de soja (*Glycine max* L.). Tesis Ing. Agr. PY. CIA.FCA.UNE.
- Mogollón, A., Castaño, J. (2012). Evaluación *in vitro* de Inductores de Resistencia sobre *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín. 65(1).
- Morel, W., Duba, A. (2011). Dificultades y logros en el manejo de la podredumbre carbonosa causada por *Macrophomina phaseolina* en Paraguay.
- Nuñez, I. (2009). Acción fungistática de extractos vegetales sobre los hongos *Macrophomia phaseolina* y *Alternaria solani*, *in vitro*. Tesis. Ing. Agr. PY. CIA.FCA.UNA.
- Pieterse, C., Zamioudis, C., Berendsen, L., Weller, D., Van Wees, S., Bakker, P. (2014). Induced systemic resistance by beneficial microbes. Annu. Rev. Phytopathol. 52:347–375.
- Riveros, A. (2001). Moléculas activadoras de la inducción de resistencia, incorporadas en programas de agricultura sostenible.
- Silez, H., Clementelli, A. (2009). Respuesta del Cultivo de Tomate (*Lycopersicon sculentum*) a la aplicación del extracto de Stevia en la Zona Norte de Santa Cruz. Universidad, Ciencia y Sociedad. 1(2).
- Stauffer, A., Orrego, A., Aquino, A. (2000). Selección de extractos vegetales con efecto fungicida y/o bactericida. Revista de Ciencia y Tecnología Dirección de Investigaciones – UNA. 1(2) 29-33



Control biológico de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid y *Fusarium oxysporum* (Schelt) f. sp. *sesami* Jacz en sésamo (*Sesamum indicum* L.) con *Bacillus subtilis*

Sotelo C, M.¹, Soilán D, L.^{1*}, Grabowski O.C.¹

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

*Isoilan@agr.una.py

Introducción

La evaluación de alternativas para el control biológico de enfermedades en sésamo (*Sesamum indicum* L.) es fundamental, debido a la alta exigencia en la calidad e inocuidad del producto por los mercados importadores. De acuerdo con Wulff y Pascholati (2005) entre los problemas de etiología fúngica que afectan al cultivo de sésamo se destacan la pudrición carbonosa y la fusariosis causadas por los hongos *Macrophomina phaseolina* (Mp) y *Fusarium oxysporum* f. sp. *sesami* (Fos). La utilización de productos biológicos a base de bacterias benéficas como el género *Bacillus* y otras promotoras de crecimiento es recomendado para el manejo de las enfermedades del cultivo, debido a que estos bioproductos no dejan residuos tóxicos y por lo general son específicos, reduciendo el riesgo de propiciar el desarrollo de resistencia en las plagas (Ferreira, 2017).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del producto biológico a base de *Bacillus subtilis* en el control de la pudrición carbonosa y fusariosis del sésamo, mediante de la inhibición del crecimiento micelial de los patógenos, cuantificación de la incidencia y la determinación de la severidad e intensidad de daño.

Metodología

Los experimentos se realizaron en el Laboratorio de Fitopatología del Área de Protección Vegetal e Invernadero de la División de Olericultura del Área de Producción Agrícola, de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), e n 2018, se utilizaron semillas de sésamo de la variedad Escoba Blanca y el producto comercial formulado a base de la bacteria *B. subtilis*. Los tratamientos consistieron en: T₁- Testigo absoluto; T₂ - Producto biológico Dosis mínima (39 cc / litro de agua), T₃ - Producto biológico Dosis media (78,5 cc / litro de agua), T₄ - Producto biológico Dosis máxima (115 cc / litro de agua) y T₅ - Testigo químico (Carbendazim + Thiram 200 ml/ 100 kg de semilla).

En el Experimento I se determinó el porcentaje de inhibición (I) *in vitro* de los patógenos realizándose un antibiograma (Orrego, 2009), estableciéndose cuatro tratamientos con seis repeticiones, cada unidad experimental consistió en cinco placas de Petri. La medición del crecimiento micelial se realizó 48 horas después de la incubación comparando con un testigo



absoluto hasta que este haya ocupado toda la placa, posteriormente los datos fueron sometidos a la fórmula de Corrales, Sánchez, Cuervo, Joya y Márquez (2012).

En el Experimento II se utilizó como sustrato arena lavada esterilizada y el inóculo de los patógenos, la infestación del sustrato se realizó siguiendo la metodología del Centro Internacional de Agricultura Tropical (2010), en este experimento se incluyó un tratamiento-control químico comercial para comparar con el producto biológico evaluado, estableciéndose así cinco tratamientos, y cuatro repeticiones para cada patógeno, cada unidad experimental estuvo constituida por cinco bandejas con sustrato conteniendo 20 semillas cada una, a los 15 días después de la siembra se evaluaron las siguientes variables: la incidencia de Mp y Fos, cuantificando el número de plantas con síntomas de Damping off causados por los patógenos sobre el número total de plantas expresando en porcentaje; la severidad de las enfermedades causado por los patógenos, adaptando la escala

diagramática de severidad de Navarrete, Trejo, Navarrete, Sains y Acosta, (2009) y la intensidad de daño causado por los patógenos, utilizando la fórmula propuesta por Fernández Valiela (1979). Ambos experimentos estuvieron dispuestos en un diseño completamente al azar y los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza y comparación de medias por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error, utilizando el software estadístico Infostat.

Resultados y discusión

En el Experimento I de la inhibición *in vitro* del producto a base de *B. subtilis* demostró una efectividad sobre ambos patógenos fúngicos (Cuadro 1). Para Mp no se observó diferencia significativa entre las dosis utilizadas registrando 17% de inhibición. Reyes, Ruiz, Yam y Dzul Chan, (2011) mencionan que debido a la velocidad de crecimiento del patógeno y la falta de actividad del antagonista no se observaron diferencias. Esto fue demostrado por Cruz - Martin et al. (2014), quienes al utilizar cepas de *Bacillus* spp. y *B. subtilis* no observaron una diferencia significativa en el control *in vitro* de *M. phaseolina*.

Cuadro 1. Porcentaje de inhibición *in vitro* producido por la bacteria antagónica sobre el desarrollo de los hongos fitopatógenos. FCA – UNA. San Lorenzo, 2018.

Tratamiento	% de Inhibición	
	<i>M. phaseolina</i>	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>sesami</i>
T1 Testigo Absoluto	-----	-----
T2 Producto biológico Dmin	17,0 a	17,5 a
T3 Producto biológico Dmed	17,0 a	19,6 a b
T4 Producto biológico Dmáx	17,1 a	22,8 b
C.V. (%)	16,6	15,5

*Test de Tukey: medidas con una letra común no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad de error.



Con relación al hongo fitopatógeno Fos se observó que existe diferencia significativa entre las respuestas de los tratamientos empleados, siendo la dosis máxima (D_{máx}) el que presentó mayor porcentaje de inhibición 22,8%.

Los datos del porcentaje de incidencia, severidad e intensidad de daño del experimento II son presentados para Mp (Cuadro 2) y para Fos (Cuadro 3).

Para Mp se observó diferencia significativa, siendo los tratamientos con T₄: dosis máxima y T₅: producto químico los que presentaron menor incidencia. Resultados similares

fueron obtenidos por Campo, Shroder, Chávez y Zapata (2004) quienes al tratar semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con rizobacterias del género *Bacillus* spp. obtuvieron una reducción de la incidencia en un 50% de *M. phaseolina*, mientras que el T₃: dosis media, T₄: dosis máxima y T₅: producto químico fueron los que obtuvieron menores valores en la severidad e intensidad de daño. El mismo autor obtuvo resultados similares al tratar semillas de frijol con rizobacterias (*B. subtilis*) para el control de *M. phaseolina* obteniendo una reducción de la severidad.

Cuadro 2. Porcentaje de Incidencia, Severidad e Intensidad de Daño por *M. phaseolina*. FCA – UNA. San Lorenzo, 2018

Tratamiento	<i>M. phaseolina</i>		
	%de Incidencia	% de Severidad	% Intensidad de Daño (ID)
T1 Testigo Absoluto	80,5 a	40,6 a	54,1 a
T2 Producto biológico Dmin	52,7 b	24,8 b	33,7 b
T3 Producto biológico Dmed	43,7 c	21,1 b c	29,7 b c
T4 Producto biológico Dmáx	35,0 d	17,9 b c	23,8 c
T5 Carbendazim + Thiram	41,5 c d	16,7 c	25,2 b c
CV (%)	7,01	13,1	12,9

*Test de Tukey: medidas con una letra común no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad de error.

Con respecto al patógeno Fos se observa una diferencia significativa, siendo el tratamiento T₄: dosis máxima el que mostró una respuesta de menor incidencia. Resultados similares fueron obtenidos por

Cao et al. (2011) donde observaron una disminución de la incidencia al evaluaron el efecto de *B. subtilis* en el control de la pudrición por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*.



Cuadro 3. Porcentaje de Incidencia, Severidad e Intensidad de Daño por *F. oxysporum* f. sp. *sesami*. FCA – UNA. San Lorenzo, 2018

Tratamiento	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>Sesami</i>		
	%de Incidencia	% de Severidad	% Intensidad de Daño(ID)
T1 Testigo Absoluto	61,2 a	28,0 a	46,1 a
T2 Producto biológico Dmin	35,0 b c	23,7 a b	30,6 b
T3 Producto biológico Dmed	29,0 c	18,0 b c	25,5 b
T4 Producto biológico Dmáx	21,2 d	16,5 c	22,6 b
T5 Carbendazim + Thiram	37,2 b	16,6 b c	23,0 b
CV(%)	9,06	15,6	13,3

*Test de Tukey: medidas con una letra común no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad de error.

Mientras que, en la severidad los tratamientos; T₃: dosis media, T₄: dosis máxima y T₅: producto químico presentaron los menores valores con 16,5%, 18,0% y 16,6%, respectivamente. Estos resultados fueron similares a los de Michel – Aceves, Ariza, Otero, Barrios y Quiroz (2014) quienes obtuvieron un 19,4% de reducción al utilizar el producto comercial Serenade® (*B. subtilis*) en el control *in vivo* de *F. oxysporum* f. sp. *gladioli*. En cambio, Yu, Xin, Ai y Zhou, (2011) comprobaron una mayor efectividad en la reducción de la severidad al utilizar *B. subtilis* en el control de *F. oxysporum* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.).

Respecto a la intensidad de daño se puede apreciar que todos los tratamientos empleados redujeron significativamente en comparación con el testigo, pero sin mostrar diferencia entre ellos, observándose que la dosis máxima presentó el menor valor de ID. Resultados similares fueron observados

por Michel – Aceves et al. (2014), quienes registraron una reducción de la intensidad de daño en un 43,5% al utilizar el producto comercial Serenade® (*B. subtilis*) para el control *in vivo* de *F. oxysporum* f. sp. *gladioli*. Así también Gonzatto, Walker, Brião y Machado (2014) obtuvieron una reducción de la intensidad de *Fusarium sambucinum* al tratar semillas de pino con *B. subtilis*.

Conclusión

El producto a base de *Bacillus subtilis* inhibe entre el 17% y 22,8% el crecimiento micelial de *Macrophomina phaseolina* y de *Fusarium oxysporum* f. sp. *sesami*.

Las dosis del producto a base de *Bacillus subtilis* reducen la incidencia, la severidad y la intensidad de daño de las enfermedades causado por *Macrophomina phaseolina* y de *Fusarium oxysporum* f. sp. *sesami*.



Referencias bibliográficas

- Campo, R., Shroder, E., Chávez, R. & Zapata, M. (2004). Control biológico de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). 18 (1): pp. 36 – 41.
- Cao, Y., Zhang, Z., Ling, N., Yuan, Y., Zheng, X., Shen, B., Shen, Q. (2011). *Bacillus subtilis* SQR 9 can control Fusarium wilt in cucumber by colonizing plant roots. *Biol Fertil Soils*. 47: pp. 495 – 506.
- Corrales, LC., Sánchez, LC., Cuervo, J., Joya, JA. & Márquez, K. (2012). Efecto biocontrolador de *Bacillus* spp. en el control de *Fusarium* sp. bajo condiciones de invernadero en plantas de tomillo (*Thymus vulgaris* L.). 10 (17): pp. 64 – 81.
- Cruz Martin, M., Sánchez, C., Acosta, M., Leiva, M., Hernández, Y., Roque, B., Alvarado, Y. (2014). Antagonista *in vitro* de cepas bacterianas frente a *Macrophomina phaseolina* Tassi (Goid). *Protección Vegetal*, 29 (1), pp. 66 – 69
- Fernández Valiela, M. (1979). Introducción a la Fitopatología. Buenos Aires: Colección Científica de INTA. Bs. As. (3). pp.90-100
- Gonzatto, C., Walker, C., Brião, M. & Machado, M. (2014). Antagonismo de *Trichoderma* spp. e *Bacillus subtilis* (UFV 3918) a *Fusarium sambucinum* em *Pinus elliottii* Engelm. 38 (3); pp. 505 – 512.
- Michel Aceves, A., Ariza, R., Otero, MO., Barrios, A. & Quiroz, AM. (2014). Efectividad *in vitro* e *in situ* de funguicidas químicos y biológicos en el control de *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* y *Uromyces transversalis* en Gladiolo. *Agroproductividad*. 7 (3); pp. 3 – 11.
- Navarrete, R., Trejo, E., Navarrete, J., Sains, JM. & Acosta, J. (2009). Reacción de genotipos de frijol a *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani* bajo condiciones de campo e invernadero. *Agricultura Técnica en México*. 35 (4).
- Orrego, AL. (2009). *Macrophomina phaseolina* hongo causante de la pudrición carbonosa del tallo. San Lorenzo, Paraguay: FCA-UNA/INBIO. pp. 98
- Reyes, A., Ruiz, E., Yam, C. & Dzul Chan, M. (2011). Selección de *Bacillus* spp. con actividad antagónica *in vitro* contra *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. en diferentes medios de cultivo. 15 (2); pp. 117 – 121.
- Wulff, NA. & Pascholati, SF. (2005). Doenças do gergelim *Sesamun indicum* L. En H, Kimati., L, Amorim., A, Bergamin., L, Camargo. *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. (4ed). pp 401 – 409. São Paulo, Brasil: Ceres.
- Yu, X., Xin, L., Ai, C. & Zhou, G. (2011). The siderophore-producing bacterium, *Bacillus subtilis* CAS15, has a biocontrol effect on Fusarium wilt and promotes the growth of pepper. *European Journal of Soil Biology* 47: pp.138 - 14.



Capacidad predadora y desarrollo larval de *Harmonia Axyridis* (pallas) sobre el áfido *Rhopalosiphum maidis* (Fitch)

Avalos Céspedes, H.R.^{1*}, Antúnez, C.C.¹, Gómez, V.¹, Ramirez M.B.¹

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

*hilceavalos@gmail.com

Introducción

El uso excesivo de productos fitosanitarios en la producción agrícola para el control de plagas ha sido el causante de un desequilibrio en el ecosistema, esto ha generado en la actualidad tendencias de prácticas sostenibles como el manejo integrado de plagas, la adopción de la producción orgánica, y otras amigables con el medio ambiente.

La producción agrícola depende no solo de los cultivos, sino también de la biodiversidad asociada de los ecosistemas agrícolas. Los insectos plagas, enfermedades y malezas limitan la producción de cultivos y, a su vez, son limitadas por la acción de sus enemigos naturales, fundamentalmente artrópodos y microorganismos. El control biológico de plagas, a través de un enfoque ecosistémico, es una manera de reducir el uso de plaguicidas y potenciar la biodiversidad asegurando al mismo tiempo la producción (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016).

El áfido *Rhopalosiphum maidis* L. es una plaga de gran importancia en el maíz (*Zea mays*) por los perjuicios ocasionados, especialmente en la etapa de desarrollo vegetativo, siendo uno de los principales la transmisión de virus.

El predador *Harmonia axyridis* (Pallas) de la familia Coccinellidae, constituye una alternativa importante para el biocontrol de la plaga por la alta capacidad de predación que ésta posee.

El trabajo pretende estudiar capacidad predadora y desarrollo larval de *H. axyridis* alimentados con el áfido *R. maidis*, para el efecto se requiere determinar la duración de cada uno de los instares larvales de *H. axyridis*, así como el número total de áfidos consumidos y en cada instar.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de Entomología del Área de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), San Lorenzo – Paraguay, en el periodo comprendido entre los meses de febrero a septiembre del 2017.

El proceso completo de cría de *Harmonia axyridis* (Coleóptera; Coccinellidae) se realizó en condiciones controladas de temperatura de 25°C ± 5°C, con 12 h. de fotofase y 70 % ± 10% de humedad relativa, adoptando la metodología de cría y colecta utilizada por Núñez (2009). Los adultos hembras y machos de *Harmonia axyridis* fueron colectados de cultivos



agrícolas, los mismos fueron colocados en jaulas de cría hasta la oviposición de las hembras. Todos los días les suministró alimento en cantidad suficiente de modo a garantizar la reproducción de los mismos.

Los pulgones, *R. maidis*, fueron colectados de cultivos de maíz, y llevados al laboratorio de Entomología para su identificación.

El estudio inició con huevos ovipositados por las hembras adultas de *H. axyridis*, los cuales fueron transferidos a placas de Petri, que contenían en la base papel absorbente y un trozo pequeño de algodón humedecido con agua destilada y observados diariamente hasta la eclosión de las larvas. Para la fase larval se utilizaron larvas recién eclosionadas, obtenidos en laboratorio. Fueron separados y transferidos, individualmente, con la ayuda de un pincel redondo de cerdas finas, a placas de Petri, las cuales estaban enumeradas para su identificación.

Fueron tomadas 100 larvas de *H. axyridis*, a cada larva se le suministró una cantidad variable pero cuantificada de *R. maidis*, conforme al aumento de la voracidad del insecto predador. Se colocaron las hojas de maíz infestadas del áfido, como sustrato, de manera a mantener fresco el alimento. Al día siguiente se cuantificaron los pulgones restantes vivos, con el objetivo de conocer el número de pulgones consumidos, por diferencia de cantidad suministrada y cantidad sobreviviente se determinó el consumo diario de larvas en sus diferentes instares.

Las larvas fueron observadas individualmente, cada veinticuatro horas, de modo a evaluar la duración de los instares en días, en base a las exuvias encontradas y la duración total de la fase. También se

registró el número de pulgones consumidos por instar y durante la fase larval.

Los datos conseguidos de cada variable evaluada fueron promediados y seguidamente plasmados en cuadros donde se visualizan claramente los resultados obtenidos.

Resultados y discusión

Los resultados de consumo larval son presentados en el Cuadro 1. Se observa un aumento en el consumo conforme pasan de un instar a otro. Lo cual se explica por los cambios morfológicos y fisiológicos que experimenta la larva durante su desarrollo, ya que al incrementar su tamaño corporal aumentan también los requerimientos energéticos, la velocidad de desplazamiento, la habilidad digestiva y por ende la tasa de consumo (Omkar & Pervez citado por Solano 2012). Por su parte Cristofolletti (2014) menciona que la cantidad consumida puede depender de las necesidades energéticas del predador, su estadio de vida y sexo.

Los niveles de consumo más bajos se dieron en los dos primeros instares larvales con 39,97 y 47,97 individuos de *R. maidis* así como se expresa en el Cuadro 1. Según Lee & Kang (2004) esto es comprensible porque los tamaños larvales del primer y segundo estadio son pequeños y de movimientos lentos.

El mayor consumo se obtuvo en el 4° instar larval, con un promedio de 96,91 individuos de *R. maidis* que concuerdan con trabajos realizados por Lee & Kang (2004) quienes indicaron que *H. axyridis* consumió $86,4 \pm 1,5$ de *Aphis gossypii*, concluyendo que el 4° instar y las etapas adultas son las más importantes para el control biológico.



Cuadro 1. Consumo promedio de *H. axyridis* total y en cada instar larval, alimentadas con ninfas y adultos del pulgón *R. maidis*, en condiciones de laboratorio. FCA – UNA, San Lorenzo, 2017.

Estadios larvales	Consumo promedio de pulgones <i>R. maidis</i>
1° instar	39,97
2° instar	47,97
3° instar	57,77
4° instar	96,91
Consumo promedio total	242,6

El consumo medio total expresado en el Cuadro 1, indica que fue 242,62 pulgones de *R. maidis*, este resultado se aproxima al obtenido por Nuñez (2009) con *Cycloneda sanguinea* que tuvo un consumo medio total de 262,7 individuos de *Aphis craccivora*

Los resultados obtenidos en cuanto al desarrollo larval de *H. axyridis* alimentadas de áfidos *R. maidis* se encuentran expresados en el Cuadro 2. Para el 1° y 2° instar se obtuvo un desarrollo promedio de 3,41 y 2,33 días y para el 3° y 4° instar, 2,19 y 4,5 días respectivamente estos

datos concuerdan con Castro, Almeida & Penteado (2011) que también obtuvieron 3,47; 2,73; 2,33 y 4,60 días para el 1°, 2°, 3° y 4° instar larval de *H. axyridis* alimentadas con *Cinara atlántica* bajo la misma condición de temperatura de 25°C.

Asimismo, Santos, Almeida, Castro-Guedes & Penteado (2014) obtuvieron datos similares de la mariquita asiática alimentadas con *C. atlántica* a 24°C, con 3,5; 2,0; 2,2 y 4,1 días para cada instar respectivamente

Cuadro 2. Desarrollo larval de *Harmonia axyridis* alimentadas con *Rhopalosiphum maidis* bajo condiciones de laboratorio. FCA-UNA, San Lorenzo, 2017.

Estadios larvales	Tiempo promedio de desarrollo larval (días)
1° instar	3,41
2° instar	2,33
3° instar	2,19
4° instar	4,5
Tiempo promedio total	12,43



Así como en el consumo, también fue el último estadio larval de este trabajo el que obtuvo el tiempo de desarrollo más largo comparado con los demás estadios, conforme a esto Santos, Santos-Cividanes, Cividanes & Matos (2013), mencionan que la extensión del cuarto instar en la especie asiática es ventajosa porque las larvas en esta etapa pueden ser igual o más voraces que los adultos y tienen la ventaja adicional de que una vez liberada, muestran una capacidad reducida para la dispersión.

En una investigación realizada por Santos et al. (2013) sobre aspectos biológicos de *H. axyridis* en comparación a *C. sanguinea* e *Hippodamia convergens* alimentadas con *Shizaphis graminum* a $25\pm 1^\circ\text{C}$, 12 horas de fotofase y $70\pm 10\%$ de humedad relativa, registró diferencias de menos de un día en cada fase larval 2,8; 1,8; 1,8 y 3,8 días respectivamente.

El promedio total de desarrollo larval del presente trabajo fue de 12,43 días, que coincide con Quiñonez & Tarango (2005) quienes alimentado con *Rhopalosiphum padi* obtuvieron un promedio de 11 días, con *Brevicoryne brassicae* de 12,6, *Tinocallis caryaefoliae* 11,7, *Cinara* sp. 12,9, y *Diuraphis noxia* 12,1 días, no así con *Monellia caryella* y huevos de *Sitrotoga cerealella* con 14,1 y 14,6 días respectivamente.

Solano, Delgado, Morales & Vásquez (2016) mencionan que el desarrollo larval depende de la calidad de las presas y su valor nutricional, y la tasa de asimilación que el predador posea. De igual forma Mallama & Eraso (2015) afirman que los tiempos en cada uno de los estadios de la fase larvaria se encuentran afectados por la combinación de los efectos de la dieta y la temperatura.

Conclusión

Harmonia axyridis tuvo un consumo promedio por instar larval de 39,97; 47,97; 57,77 y 96,91 respectivamente de individuos de *R. maidis* y un consumo promedio total de 242,6 del mismo áfido.

En cuanto a su desarrollo larval, *H. axyridis* completó su ciclo larval en un promedio total de 12,43 días, y por instar larval de 3,41; 2,33; 2,19; y 4,5 días respectivamente.

Referencias bibliográficas

- Castro, C. F., Almeida, L. M., & Penteado, S. R. (2011). The impact of temperature on biological aspects and life table of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). *Florida Entomologist Society*, 94(4), 923-932. Recuperado de <http://www.bioone.org/doi/pdf>
- Cristofolletti, N. (2014). Relações tróficas entre *Euborellia annulipes*, *Harmonia axyridis* e três pragas para aplicação em manejo (Tesis Maestría). Universidade São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Brasil.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2016). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. Recuperado de <http://www.fao.org>



- Mallama, A., & Eraso, R. (2015). Determinación del ciclo biológico de *Hippodamia convergens* Guérin - Meneville, 1842 (Coleóptera: coccinellidae) y su capacidad predadora de áfidos (*Aphis* sp.) en condiciones de laboratorio (Tesis Magíster). Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas, Manizales, Colombia.
- Núñez, L. A. (2009). Consumo larval y duración del ciclo de vida de *Cycloneda sanguinea* y *Harmonia axyridis* (Coleóptera: Coccinellidae) alimentadas con *Toxoptera citricida* y *Aphis craccivora* (Hemíptera: Aphididae) en condiciones de laboratorio (Tesis Ing. Agr.). Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, San Lorenzo, Paraguay.
- Lee, J. H., & Kang, T. J. (2004). Functional response of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) to *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) in the laboratory. *Biological Control*, 31, 306–310. Recuperado de <https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/Lee04.pdf>
- Quiñonez, F. J., & Tarango, S. H. (2005). Desarrollo y supervivencia de *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) en función de la especie presa. *Agricultura Técnica en México*, 31(1), 3-9.
- Santos, L dos, Santos-Cividanes, T dos, Cividanes, F., & Matos, S. de. (2013). Biological aspects of *Harmonia axyridis* in comparison with *Cycloneda sanguinea* and *Hippodamia convergens*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(11), 1419-1425. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2013001100001
- Santos, A. A. dos, Almeida, L. M., Castro-Guedes, C. F., & Penteado, S. R. (2014). Life table analysis and consumption capacity for *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), feeding on *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, 94(4), 1702-1709. Recuperado de <http://www.bioone.org>
- Solano, Y. A. (2012). Potencial biológico de *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentado con *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) en el estado Lara, Venezuela (Tesis Magíster Scientiarum). Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela.
- Solano, Y., Delgado, N., Morales, J., & Vásquez, C. (2016). Biological studies and life table of *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) on *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae). *Entomotropica*, 31 (34), 267-275. Recuperado de <http://www.entomotropica.org/index.php/entomotropica>



Efecto de roya de la hoja (*Puccinia triticina*) en diferentes variedades de trigo en el distrito de Yguazú

Dominguez, J. A.^{1*}, Frutos, A. J.¹, Seki, A. T.¹, Verón, E. A.¹, Hannich, C. E.¹

¹Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay. Colonia Yguazú, Paraguay

*jorgedominguez0099@gmail.com

Introducción

El cultivo del trigo (*Triticum aestivum* L.) es afectado por un gran número de enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus. De entre las principales enfermedades foliares que interfieren en el potencial del rendimiento, por la reducción o destrucción de área foliar sano, están las manchas foliares. En lotes de nuestro país predominan la mancha amarilla (*Pyrenophora tritici-repentis*), pyricularia (*Magnaporthe oryzae*) y la roya de la hoja (*Puccinia triticina*) (Kohli, 2020). La roya de la hoja del trigo es una enfermedad extremadamente destructiva y de rápido desarrollo, pudiendo comprometer la productividad del cultivo en pocos días. Según Reis (2001), la roya de la hoja puede causar daños significativos, disminuyendo la producción total hasta un 63%. Para cultivares susceptibles, muchas veces son necesarias varias aplicaciones de fungicidas, pudiendo llegar a más de tres aplicaciones por ciclo del cultivo. Esto sugiere una mayor presión de selección a poblaciones de patógenos en regiones con más aplicaciones, pudiendo dar origen a individuos que potencialmente pierden la sensibilidad en el transcurso del tiempo a sustancias químicas (triazoles y estrobilurinas). Entre las medidas de control de la enfermedad, la utilización de variedades

resistente es la más económica y eficiente, sin embargo, no se dispone hasta el momento de variedades resistentes a todas las enfermedades. El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento sanitario de variedades de trigo ante la roya de la hoja (*P. triticina*).

Metodología

El ensayo se realizó en el campo experimental de la Fundación Nikkei CETAPAR, ubicado en Yguazú-Alto Paraná. La siembra se realizó el 14 de junio del 2019, con una densidad de 330 plantas por metro cuadrado, junto con la incorporación de fertilizante 8-20-10 a razón de 200 kg.ha⁻¹. Los tratamientos consistieron en las distintas variedades de trigo (Tabla 1). Con la ayuda de una mochila a gas carbónico (40 PSI de presión de salida) se realizaron aplicaciones estándar de los siguientes fungicidas; 200 cc.ha⁻¹ Azoxystrobin 20% + Cyproconazole 8% (Fin de macollaje); 400 cc.ha⁻¹ trifloxistrobin 15% + protioconazole 5% (hoja bandera) y 200 cc.ha⁻¹ Azoxystrobin 20% + Tebuconazole 20% (Espiga), replicando así las condiciones de presión a la cual se ve expuesto un lote comercial de trigo.



Cuadro 1. Descripción de las variedades sembradas

Tratamiento	Variedad	Ciclo	Reacción a roya de la hoja
1	Itapúa 80	Precoz	Resistente
2	Sonic	Súper precoz	Moderadamente resistente
3	Toruk	Medio	Moderadamente resistente
4	Audaz	Precoz	Moderadamente resistente
5	Exp 1	Precoz	Sin información
6	Sossego	Medio	Moderadamente resistente

El diseño empleado fue en bloques completamente al azar con 5 repeticiones, la unidad experimental estuvo constituida por 5 hileras espaciadas a 17 cm con 5 metros de largo (área útil 4.25 m²) totalizando así 30 unidades experimentales. Antes de las aplicaciones fueron evaluadas individualmente 20 plantas por unidad experimental para determinar el porcentaje de área foliar infectado. Para la evaluación de severidad se utilizó la escala de Cobb modificada (Peterson, Campbell & Hannah, 1948) que evalúa el porcentaje de severidad observando en la hoja bandera (HB) y la hoja que la precede (HB-1) de las plantas seleccionadas. Adicionalmente se evaluó el rendimiento y el peso de mil semillas. Debi-

do a la prevalencia de la enfermedad en la región, no fue necesario inocular las parcelas. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza, para la significancia fue utilizado el test de Tukey al 5% de probabilidad de error. Se utilizó el programa estadístico *Infostat* 2019.

Resultados y discusión

Todas las aplicaciones se realizaron por la tarde, cuando las condiciones de humedad relativa (>60%) y viento (<4 km/h) eran las adecuadas. Las fechas y condiciones de precipitación y temperatura pueden ser observadas en la (Figura 1).

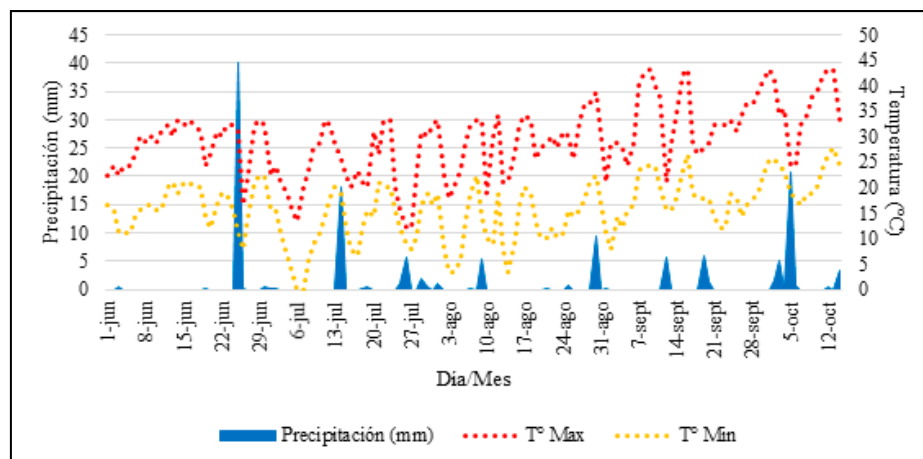


Figura 1. Registro de datos meteorológicos durante el periodo del cultivo.



Las precipitaciones posteriores a la emergencia de plántulas propiciaron condiciones favorables para la aparición de oídio (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*) (no cuantificado). La primera pústula de roya se detectó 45 días después de la siembra. Los valores promedio de severidad variaron significativamente de 1.94 a 9.03% (Tabla 2). El mayor valor de severidad se registró en la variedad Toruk. También se registró diferencias estadísticas en las variables rendimiento (3873 a 4539.4 kg.ha⁻¹) y peso de mil semillas (20.75 a 27.64 g). El material donde fue observado mayor valor promedio de severidad de roya de la hoja

(Tratamiento 3, Toruk) fue el que obtuvo un menor valor de rendimiento, así como de peso de grano. Según (Gaunt, 1995) las lesiones ocasionadas por la roya reducen el área fotosintética de las hojas, que interceptan menor cantidad de radiación solar y producen menos materiales asimilados por la planta dando lugar a una menor biomasa, por ende, una reducción del rendimiento. Estos valores de severidad pueden considerarse leves en esta campaña, ya que el umbral de daño económico considerable para realizar el control químico de este patógeno va de 10 a 15% de incidencia foliar (Carmona, 2003).

Cuadro 2. Valores promedios de severidad, peso de mil semillas y rendimiento de las diferentes variedades de trigo.

Tratamiento	Variedad	Severidad (%)	Rendimiento (kg/ha)	Peso mil semillas (g)
1	Itapúa 80	1.94 a	4501.6 b	27.64 b
2	Sonic	6.05 b	4347.8 b	25.75 b
3	Toruk	9.03 b	3873 a	20.75 a
4	Audaz	3.05 a	4233.2 b	23.53 b
5	Exp 1	3.68 a	4405.2 b	22.96 b
6	Sossego	3.26 a	4539.4 b	24.18 b
	CV(%)	38.6	12.3	8.9

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Conclusión

Los resultados obtenidos permitieron concluir que existen diferencias de tolerancia en los distintos cultivares frente a *Puccinia triticina*. Esto supone que es posible utilizar cultivares con adecuados niveles de tolerancia para modificar los umbrales de control y por lo tanto reducir las aplicaciones de fungicidas.



Referencias bibliográficas

Carmona, M. A. (2003). Aplicación foliar de fungicidas basada en el Umbral de Daño Económico. 5 p.

Di Rienzo J. A., Casanoves, F., Balzarini M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C.W. (2011). *InfoStat versión 2019*. Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

Gaunt, R. E. (1995). The relationship between plant disease severity and yield. *Ann Rev Phytopathol*, 33, 119-144.

Kohli, M. M. (2020). *Respuesta a las preguntas que no hacemos sobre el manejo del cultivo de trigo*. Asunción, Paraguay: CAPECO.

Peterson, R. F., Campbell, A. B., & Hannah, A. E. (1948). A diagramatic scale for estimating rust intensity of leaf and stems of cereals. *Can J Res Section C*, 26, 496-500. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>

Reis, E. M. (2001). Diagnose, patometria e controle de doenças de cereais de inverno. Londrina: Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.



Efecto *in vivo* de un fungicida triple mezcla sobre dos aislados de *Bipolaris sorokiniana* inoculados en plantas de cebada

Dominguez, J. A.^{1*}, Sautua, F. J.¹, Carmona, M. A.¹

¹Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay. Colonia Yguazú, Paraguay.

*jorgedominguez0099@gmail.com

Introducción

Bipolaris sorokiniana es un agente patógeno que causa daños y pérdidas significativas en el cultivo de cebada (Rahman, 2011; Carmona & Sautua, 2015). La mancha borrosa se encuentra en todas las regiones de producción de cebada, tanto de Argentina como de Brasil (Kiehr, Wehrhahne, Daddario, Storm & Delhey, 2016). Debe comprenderse que la acción principal de un fungicida es interactuar con su principal objetivo por el cual fue creado; el hongo (Reis & Carmona, 2013; Carmona, Sautua & Reis, 2014). De esta forma, para enfermedades de difícil predicción, resulta necesario aceptar un determinado nivel de daño (identificado por síntomas y signos, como manchas foliares y estructuras fúngicas), para tener certeza de la presencia de la población del patógeno en el campo (Carmona & Sautua, 2015). Aunque el uso de fungicidas en semilla retrasa el inicio de la enfermedad proporcionando control y/o la supresión de muchas enfermedades por un período de tiempo, en muchos casos y según el monitoreo de la enfermedad en el lote, resulta inevitable la necesidad de aplicaciones foliares de fungicidas.

Las pruebas *in vivo* generalmente incluyen una parte destacada de la planta a inocular (principalmente hojas), discos o fragmentos de hojas depositadas sobre medio de cultivo conteniendo fungicidas, o en todo caso, la planta entera. Debido a la dificultad que representa extrapolar los resultados *in vitro*, se torna necesario complementar con ensayos *in vivo*. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto preventivo y curativo del fungicida triple mezcla sobre aislados de *B. sorokiniana*.

Metodología

El experimento se desarrolló en los invernáculos ubicados en el predio de la Cátedra de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA). Se utilizó semilla de la variedad Shakira, el lote de semillas fue tratado con el fungicida iminoctadine 30% EC con una dosis de 210 ml/100 kg. Los aislados (fueron codificados como cepa A y cepa B) se obtuvieron a partir de una colección perteneciente a la Cátedra de Fitopatología de la FAUBA.



Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción
T ₁	Testigo sin inoculación ni pulverización química
T ₂	Testigo con pulverización química
T ₃	Aplicación de cepa A
T ₄	Aplicación de la cepa B
T ₅	Aplicación del fungicida 24 horas después de la aplicación del cepa A
T ₆	Aplicación del fungicida 24 horas después de la aplicación del cepa B
T ₇	Aplicación del fungicida 24 horas antes de la aplicación del cepa A
T ₈	Aplicación del fungicida 24 horas antes de la aplicación del cepa B

Los tratamientos consistieron en los distintos momentos de aplicación del fungicida (Tabla 1), destacando que el T₁ (no tuvo ninguna aplicación) y el T₂ (Testigo químico). Plántulas de 25 días de edad (Producción de hojas, 4 hojas en el tallo principal según la escala de Zadocks, Chang & Konzak 1974) fueron inoculados con la suspensión ajustada de conidios de 1×10^5 conidios. mL⁻¹ (Dominguez & Grabowski, 2017). Como fungicida se utilizó Fluxapyroxad 5% + Piraclorobina 8.1% + Epoxiconazole 5%, que a diferencia de los fungicidas de las mezclas de triazol más estrobilurina, este contiene una molécula de carboxamida. La dosis utilizada de fungicida fue de 1.2 l.ha⁻¹, recomendada por el marbete del fabricante. Para la aplicación se utilizó una mochila de presión constante con CO₂, con botalón de 2 metros de longitud con 4 picos abanico plano uniforme (Pastilla: TeeJect 110 015 VP), con una erogación de 100 l.ha⁻¹ a presión constante (40 libras pulgada⁻²), accionada mediante tubo de dióxido de carbono (CO₂) a un paso de 5,04 km.h⁻¹ Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 8 repeticiones, donde la unidad experimental estuvo constituida

por una maceta con 5 plantas de cebada. Posterior a los 15 días después de la inoculación (DDI), se estimaron los valores de la incidencia y de severidad foliar, para ello se utilizó la escala diagramática propuesta por James (1974). Una vez obtenidos los valores severidad de los diferentes tratamientos, se determinó el porcentaje (%) de control con la siguiente fórmula (Daniels & Latin, 2013), eficiencia del control = $(\% \text{ de severidad del testigo} - \% \text{ de severidad del tratamiento}) * 100 / (\% \text{ de severidad del testigo})$. Se midió con regla de precisión el diámetro en milímetros (mm) de las lesiones. Con la ayuda de una lupa de mano, también se cuantificó el número de lesiones por cm² de cada hoja infectada (4 primeras hojas). Luego se sumó y dividió por el número de hojas evaluadas, para obtener un valor promedio. Debido a que los datos obtenidos en las evaluaciones no cumplieron con los supuestos de normalidad en la distribución de los errores, se analizaron por medio de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si existieron diferencias entre los tratamientos, utilizando el programa estadístico *InfoStat* (2019).



Resultados y discusión

La severidad para las plantas inoculadas con la cepa A y la cepa B fue de 21.81 y 24.85 % respectivamente (Cuadro 2). Hubo diferencia estadística entre los valores de incidencia y severidad para las plantas inoculadas 24 horas antes (T_7 y T_8) y 24 horas después (T_5 y T_6) de la aplicación del fungicida. Para las plantas que primero fueron inoculadas y posteriormente recibieron el fungicida (T_5 y T_6), el valor de la severidad fue de 4.89 % y 3.66 %, respectivamente.

En el caso de las plantas que primero recibieron la aplicación del fungicida y luego fueron inoculadas (T_7 y T_8), ambas cepas registraron valores de severidad por debajo del 1 %; 0.06 y 0.03 %, respectivamente. En tanto, los valores de control ascendieron de 72.75 a 84.41 % para las plantas que recibieron el fungicida 24 horas después de la inoculación (T_5 y T_6) con el patógeno, y un control que se podría considerar del 100 % en plantas que se inocularon 24 horas después de la aplicación del producto.

Tabla 2. Efecto de fluxapyroxad + piraclostrobina + epoxiconazole en diferentes momentos de aplicación. Porcentaje de incidencia en planta, severidad en hojas y porcentaje de control evaluadas a los 15 DDI

Tratamiento	Momento aplicación	Severidad (%)	Incidencia (%)	Eficiencia de control (%)	Número de lesión por cm ²	Tamaño de lesión (mm)
Aislado						
3 _{CA}		21.81 b*	72.5 b	0	10 b*	7.44 c
4 _B		24.85 b	75 b	0	11 b	8.78 c
5 _{CA}	24 hs. DDI**	4.89 ab	73.77 b	72.75 a	7.75 ab	2.78 b
6 _B	3.66 ab	67.50 ab	84.41 a	8.75 b	1.78 b	
7 _{CA}	24 hs. ADI	0.06 a	2.50 a	99.72 b	0.25 a	0.22 a
8 _B	0.03 a	1.25 a	99.88 b	0.75 a	0.56 ab	

*Medias con letras iguales en cada columna son estadísticamente iguales (Prueba de Kruskal Wallis).

**DDI (después de la inoculación);ADI (antes de la inoculación).



Tabla 2. Efecto de fluxapyroxad + piraclostrobina + epoxiconazole en diferentes momentos de aplicación. Porcentaje de incidencia en planta, severidad en hojas y porcentaje de control evaluadas a los 15 DDI

Tratamiento Aislado	Momento aplicación	Severidad (%)	Incidencia (%)	Eficiencia de control (%)	Número de lesión por cm ²	Tamaño de lesión (mm)
3 CA		21.81 b*	72.5 b	0	10 b*	7.44 c
4 B		24.85 b	75 b	0	11 b	8.78 c
5 CA	24 hs. DDI**	4.89 ab	73.77 b	72.75 a	7.75 ab	2.78 b
6 B		3.66 ab	67.50 ab	84.41 a	8.75 b	1.78 b
7 CA	24 hs. ADI	0.06 a	2.50 a	99.72 b	0.25 a	0.22 a
8 B		0.03 a	1.25 a	99.88 b	0.75 a	0.56 ab

*Medias con letras iguales en cada columna son estadísticamente iguales (Prueba de Kruskal Wallis).
**DDI (después de la inoculación); ADI (antes de la inoculación).

(Obs* Se adjunta una captura de la tabla original, ya que la tabla pierde formato al momento de cargarlo)

El número de lesiones mostró diferencias ($P = 0.0041$) de acuerdo al tratamiento. El promedio de lesiones varió de 0.25 a 11 por cm² entre los tratamientos que recibieron el fungicida (T_5 , T_6 , T_7 y T_8) y los que no (T_3 y T_4), respectivamente. Así también se registró una diferencia significativa ($P > 0.0001$) en cuanto al tamaño de las lesiones, el rango de tamaño estuvo entre los 0.22 y 8.78 mm. Las mediciones realizadas mediante el conteo del número de lesiones o manchas por planta fueron muy útiles para analizar las diferencias entre tratamientos debido a que dicha determinación fue sencilla, de muy fácil seguimiento y principalmente objetiva lo que permite entender y representar la enfermedad.

Este fungicida (fluxapyroxad + piraclostrobina + epoxiconazole) presenta en su composición química dos moléculas de acción preventiva, fluxapyroxad y piraclostrobina, respectivamente. Estos dos ingredientes activos son altamente eficaces, actuando en sitios de acción diferentes (complejo II y III de la mitocondria) otorgando un gran efecto de protección, lo cual se comprobó estadísticamente con los valores de severidad, porcentaje de control, número de lesiones y tamaño de lesión.

El (T_1) confirmó que no hubo transmisión del patógeno de la semilla a las distintas partes de la planta. Para ambos tratamientos (T_1 y T_2) las plantas se encontraban erectas, vigorosas, con hojas libres de cualquier tipo de lesión o manchas, garantizando así los resultados obtenidos en los demás tratamientos (datos no presentados).

Conclusión

La triple mezcla de fluxapyroxad (5%) + piraclostrobina (8.1%) + epoxiconazole (5%) controló eficientemente ambas cepas de *B. sorokiniana*. Se evidenció la excelente acción preventiva de este fungicida sobre el proceso de producción y expansión de las lesiones, lo que enfatiza la necesidad de controlar las manchas foliares en la fase inicial de la epifitía.

Referencias bibliográficas

Carmona, M. A., & Sautua, F. (2015). *Manual práctico para el diagnóstico de enfermedades foliares y su control con fungicidas en los cultivos de trigo y cebada*. 84 p.



- Carmona, M. A., Sautua, F., & Reis, E. M. (2014). Control de enfermedades fúngicas del trigo mediante fungicidas. En Cordo, C., & Sisterna, M. (Eds). *Enfermedades del trigo: avances científicos en la Argentina*. La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de la Plata (EDULP).
- Daniels, J., & Latin, R. (2013). Residual efficacy of fungicides for controlling brown patch on creeping bentgrass fairways. *Plant Disease*, 97, 1620-1625.
- Dominguez, J. A., & Grabowski, C. J. (2017). Transmisión y sensibilidad a fungicidas de *Stenocarpella maydis* y *Colletotrichum graminicola* en maíz (*Zea maydis* L.). *Tecnol Agrar*, 2(1), 29-35.
- James, W. C. (1974). Assesment of plant diseases and losses. *Ann Rev Phytopath*, 12, 27-48.
- Kiehr, M., Wehrhahne, L., Daddario, J., Storm, A., & Delhey, R. (2016). El cultivo, los patógenos y la enfermedad. En *Enfermedades de cebada en Argentina: Diagnóstico y manejo*. Tres Arroyos: Centro Regional de Ingenieros Agrónomos de Tres Arroyos.
- Rahman, M. (2011). Physiological, cultural and morphological variation of *Bipolaris sorokiniana* (Tesis Master of Science). Dhaka, Bangladesh.
- Reis, E. M., & Carmona, M. A. (2013). Classification of fungicides. En *Fungicides: Classification, role in disease management and toxicity effects*. Hauppauge, New York: Editorial Nova Science Publishers.
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, 415-421.



Control químico de la antracosis (*Colletotrichum* sp.) en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en condiciones de campo

Rodríguez, M. C.^{1*}, Montiel, G. B.¹, Sanabria, A. D.¹

¹Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Unidad Pedagógica de Caacupé, Caacupé, Paraguay.

*marodriguezcolman@gmail.com

Introducción

La cebolla es una hortaliza de gran importancia socioeconómica en el Paraguay, debido a que es cultivada principalmente por los pequeños y medianos agricultores. En la actualidad, la producción y comercialización de esta hortaliza permite la creación de oportunidades de empleo y genera ingresos económicos suficientes para garantizar una mejor calidad de vida para las familias de pequeños horticultores. Se estima que la demanda diaria de la cebolla en el mercado local es superior a 100 toneladas (Enciso, 2019). Sin embargo, la producción nacional es baja debido a diversos factores limitantes siendo uno de ellos el manejo de enfermedades que reducen el rendimiento y la calidad del producto final. Entre las enfermedades más importantes se destaca la antracnosis de la cebolla causada por el hongo *Colletotrichum* sp., la cual aparece en todas las regiones productoras del país, principalmente en las zonas con frecuentes precipitaciones y en parcelas con irrigación excesiva. En estas condiciones, son necesarias aplicaciones de fungicidas que permitan reducir la severidad de los síntomas en las plantas y obtener rendimientos aceptables (Cifuentes, 2006). En el país existe una lista de productos fitosanitarios registrados para su uso en producción hortícola; sin embargo, se desconoce su eficacia para el manejo de la antracnosis de la cebolla (Montiel, 2017).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la eficacia de los diferentes fungicidas para el control de la antracnosis de la cebolla en condiciones de campo, para lo cual se midió la incidencia y severidad de la enfermedad, tamaño del bulbo de la cebolla y el rendimiento.

Metodología

El experimento se realizó en el Centro de Investigación Hernando Bertoni (CIHB) en la parcela experimental del Programa de Hortalizas (PIH) dependiente del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), en la ciudad de Caacupé. El ensayo se llevó a cabo entre los meses de marzo y octubre de 2019. Los tratamientos consistieron en diferentes fungicidas Tebuconazole, Difeconazole, Mancozeb + Metalaxil, Tiofanato Metílico, Carbendazim, Azoxystrobin + Cyproconazole, Piraclostrobin + Epoxiconazole y un testigo absoluto. El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar con 8 tratamiento y 4 repeticiones, totalizando 32 unidades experimentales, cada unidad experimental estuvo compuesta por 21 plantas. El aislamiento del patógeno *Colletotrichum* sp., se realizó a partir de hojas de cebolla enfermas, bajo la campana de aislamiento se procedió a repicajes sucesivos con medio de cultivo PDA (Papa-Dextrosa-Agar) hasta obtener un cultivo puro del hongo según Agrios (1996).



La inoculación se realizó sobre las plantas de cebolla de la variedad Alvorada a los 45 días después del trasplante a campo cuando presentaron como mínimo cuatro hojas verdaderas, para la preparación del inoculo fueron utilizadas 20 placas con cultivo puro del hongo con 21 días de crecimiento, posterior a la preparación de la suspensión con una concentración de 1×10^6 conidios/ml se realizaron heridas en cada hoja de las plantas de cebolla y

fueron asperjadas con la suspensión hasta el punto de goteo, finalmente se dieron condiciones de cámara húmeda durante 11 días para lo cual fueron cubiertas con plástico de 200 micrones siguiendo la metodología propuesta por Rocha (2015).

La aplicación de los tratamientos se realizó a los 14 días después de la inoculación (DDI) momento en que se observaron los primeros síntomas de la enfermedad.

Cuadro 1 Descripción de los fungicidas y las dosis que fueron utilizados para el control de *Colletotrichum sp.* UCA-IPTA. Caacupé, Paraguay, 2019.

Tratamientos	Ingredientes Activos	Dosis/ha
T1	Testigo	Agua
T2	Tebuconazole	230 ml.ha ⁻¹
T3	Difeconazole	600 ml.ha ⁻¹
T4	Mancozeb+Metalaxil	450 g.ha ⁻¹
T5	Tiofanato Metílico	500 g.ha ⁻¹
T6	Carbendazim	90 ml.ha ⁻¹
T7	Azoxystrobin+ Cyproconazole	200 ml.ha ⁻¹
T8	Piraclostrobin+ Epoxiconazol	500 ml.ha ⁻¹

Para los datos de incidencia se calculó el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC). En cuanto a la severidad se utilizó una escala diagramática para *Colletotrichum sp.* de la cebolla desarrollada por Bhangale y Joi (como se citó en Patil, 2013). El tamaño del bulbo se midió en milímetros (mm) con un calibre Vernie. Para el rendimiento se evaluaron 10 plantas al azar por cada unidad experimental y se extrapoló a kg ha⁻¹. El área debajo de la curva de progreso de la

incidencia, tamaño del bulbo y rendimiento al ser datos continuos con distribución normal fueron sometidos al ANAVA y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. Los datos de severidad siendo discretos y ordinales fueron sometidos a pruebas no paramétricas, la comparación de las medianas se realizó por la prueba de Kruskal Wallis al 5% de probabilidad de error.



Resultados y discusión

Cuadro 2. Área debajo de la curva del progreso (AUDPC) para la incidencia de la antracnosis causada por *Colletotrichum*

sp. en plantas de cebolla tratadas con diferentes fungicidas en condiciones de campo. UCA- IPTA. Caacupé, Paraguay, 2019.

Tratamientos		AUDPC para la incidencia de antracnosis*
T1 Testigo		34,75 a
T2 Tebuconazole		31,50 a b c
T3 Difeconazole		33,67 a b
T4 Mancozeb + Metalaxil		33,00 a b c
T5 Tiofanato Metílico		27,58 c
T6 Carbendazim		30,13 a b c
T7 Azoxystrobin + Cyproconazole		28,71 b c
T8 Piraclostrobin + Epoxiconazole		30,50 a b c
Valor de F ANAVA	Tratamiento	4,42 *
C. V. (7,54%)		

(*) Medias seguidas por una letra común no difieren entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

La incidencia de la enfermedad fue significativamente diferente entre los tratamientos. El tratamiento que presentó menor progreso de la incidencia de la enfermedad fue el T5 (Tiofanato Metílico) con un área bajo de la curva de 27,58 siendo estadísticamente diferente del T2 (Tebuconazole) y del T1 (Testigo). Con

relación al tratamiento Tiofanato Metílico, los resultados no concuerdan con los obtenidos por Haddad, Maffia & Mizubuti (2003) quienes obtuvieron un valor muy bajo de eficiencia para control de la antracnosis en cebolla en condiciones de invernadero no siendo significativamente diferente del tratamiento testigo.



Cuadro 3. Grado de severidad de la antracnosis causada por *Colletotrichum* sp. en plantas de cebolla tratadas con diferentes fungicidas en condiciones de campo a los 14, 21, 28, 35 y 42 días después de la inoculación (DDI). UCA-IPTA. Caacupé, Paraguay, 2019.

Tratamientos	Grado de Severidad (*)				
	14 DDI	21 DDI	28 DDI	35 DDI	42 DDI
T1 Testigo	3 a	3	3	3	3
T2 Tebuconazole	3 a b	3	3	3	3
T3 Difeconazole	3 a	3	3	3	3
T4 Mancozeb + Metalaxil	3 a	3	3	3	3
T5 Tiofanato Metílico	1 a b	3	3	3	3
T6 Carbendazim	1 b	3	3	3	3
T7 Azoxystrobin + Cyproconazole	1 a b	3	3	3	3
T8 Piraclostrobin + Epoxiconazole	2 a b	3	3	3	3

(*) Medianas seguidas por una letra común no difieren entre sí por la prueba de Kruskal Wallis al 5% de probabilidad de error.

El grado de severidad de la antracnosis fue estadísticamente menor en plantas de cebolla tratadas con el fungicida Carbendazim en referencia al T1 (Testigo) solamente a los 14 DDI (Cuadro 2). Los resultados obtenidos en este experimento

difieren con los trabajos publicados por Solano & Arauz (1995) quienes afirman que el Carbendazim es el menos eficaz para el control de la antracnosis en frutos de papaya mostrando un alto porcentaje de severidad de la enfermedad.



Cuadro 4. Tamaño del bulbo de la cebolla en plantas tratadas con diferentes fungicidas en condiciones de campo. UCA-IPTA. Caacupé, Paraguay, 2019.

Tratamientos	Diámetro (mm)*
T1 Testigo	34,97 a
T2 Tebuconazole	74,92 b
T3 Difeconazole	78,11 b
T4 Mancozeb + Metalaxil	77,36 b
T5 Tiofanato Metílico	77,33 b
T6 Carbendazim	77,02 b
T7 Azoxystrobin + Cyproconazole	78,71 b
T8 Piraclostrobin + Epoxiconazole	78,64 b
Valor de F ANAVA C. V. (8,83%)	Tratamiento 22,36 **

(*) Medias seguidas por una letra común no difieren entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

(**) Altamente Significativo <0,01

El tratamiento testigo presentó el menor tamaño de los bulbos en comparación con los demás tratamientos con aplicación de fungicidas (Cuadro 3). Velandia, Viteri, Rubio & Tovar (2012) evaluaron el tamaño

de los bulbos para el control de *Peronospora destructor* en el cultivo de cebolla con la aplicación de Metalaxil + Mancozeb obteniendo incrementos significativos en el tamaño de los bulbos.

Cuadro 5. Rendimiento de plantas de cebolla tratadas con diferentes fungicidas en condiciones de campo. UCA-IPTA. Caacupé, Paraguay, 2019.

Tratamientos	Rendimiento (Kg/m ²)*
T1 Testigo	0,44 a
T2 Tebuconazole	2,57 b
T3 Difeconazole	3,35 b
T4 Mancozeb + Metalaxil	2,76 b
T5 Tiofanato Metílico	3,01 b
T6 Carbendazim	2,70 b
T7 Azoxystrobin + Cyproconazole	2,68 b
T8 Piraclostrobin + Epoxiconazole	2,77 b
Valor de F ANAVA C. V. (15,13%)	Tratamiento 21,04 **

(*) Medias seguidas por una letra común no difieren entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

(**) Altamente Significativo <0,01



El Tratamiento Testigo fue significativamente menor en comparación al de las plantas tratadas con fungicidas; los demás tratamientos no tuvieron diferencias significativas entre sí, pero sí con el testigo (Cuadro 4). En la actualidad todas las variedades Latinoamericanas de cebolla son susceptibles a la antracnosis. Melo & Costa (1983) observaron una tasa de supervivencia de del 40% para la variedad de cebolla "Barreiro" al ser atacada por *Colletotrichum gloeosporioides* afectando considerablemente los rendimientos finales. En Paraguay, las variedades utilizadas son igualmente susceptibles a la antracnosis y por ello los productores necesitan realizar aplicaciones de fungicidas de manera a obtener rendimientos aceptables. En este trabajo experimental las aplicaciones de fungicidas permitieron obtener rendimientos siete veces superiores a los obtenidos en el tratamiento testigo (sin aplicación). Futuros trabajos deberán centrarse complementar el manejo químico con prácticas culturales (diferentes épocas de siembra) apuntando a un manejo integrado de la antracnosis de la cebolla.

Conclusión

Los fungicidas Azoxystrobin + Cyproconazole y Tiofanato Metílico aplicados a los 14, 21, 28, 35 y 42 DDI reducen el progreso de la incidencia de antracnosis. Las aplicaciones del fungicida Carbendazim a

los 14 DDI reducen la severidad de antracnosis comparado con el testigo no tratado. El tamaño del bulbo (mm) y el rendimiento (kg/m²) fueron significativamente mayores en plantas de cebolla de la variedad Alvorada tratadas con fungicidas aplicados a los 14, 21, 28, 35 y 42 DDI independiente del ingrediente activo usado.

Referencias bibliográficas

- Agrios, G. N. (1996). *Introducción a la fitopatología*. (2 ed.). Ciudad de México, México: Limusa.
- Cifuentes, G. (2006). *Fitopatología*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.
- Enciso, C. (Ed.). (2019). *Guía técnica cultivo de cebolla*. San Lorenzo, Paraguay: FCA, UNA.
- Haddad, F., Maffia, L., & Mizubuti, E. (2003). Avaliação de fungicidas para o controle de *Colletotrichum gloeosporioides* em cebola. *Fitopatologia Brasileira* 28(4), 435-438.
- Melo, I., & Costa, C. (1983). Mass selection on onion (*Allium cepa* L.) Pira Ouro population for resistance to *Colletotrichum gloeosporioides*. *Summa Phytopathologica* (9), 214–218.



Montiel, G. (2017). *Control químico de tres cepas de Colletotrichum*. Caacupé, Paraguay: Centro de Investigación Hernando Bertoni (CIHB).

Patil, S. (2013). Onion twister disease: Etiology, their characterization, epidemiology and integrated management (Tesis doctoral). University Of Agricultural Sciences, Dharwad, India. Recuperado de <http://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810003995>

Solano, V., & Arauz, L. (1995). Combate de antracnosis en frutos de papaya mediante aplicaciones de fungicidas en el campo en la zona atlántica de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 19(2), 25-30.

Velandia, J., Viteri, S., Rubio, N., & Tovar, F. (2012). Efecto del Fosfito de Potasio en Combinación con el Fungicida Metalaxyl + Mancozeb en el Control de Mildew Velloso (*Peronospora destructor* Berk) en Cebolla de Bulbo (*Allium cepa* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 65, (1), 6317-6325. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179924340003>



Fitotoxicidad de bentazon y haloxyfop sobre el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.)

Frutos Osorio, A.J.^{1*}, Vera Ojeda, P.A.¹, Santacruz Oviedo, V.R.¹

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

*arturfrutos17@gmail.com

Introducción

La cebolla es una hortaliza de importancia en la alimentación familiar paraguaya y consumo diario en el país ronda las 100 toneladas y aproximadamente el 80% del volumen consumido es de origen extranjero; además, la producción nacional presenta una oferta estacional concentrándose entre los meses de octubre y diciembre (MAG, 2016). La cebolla presenta lenta germinación y crecimiento, razón por la cual su capacidad competitiva con las malezas es reducida. La arquitectura foliar de la planta permite que la luz llegue al suelo, promoviendo la germinación y establecimiento de nuevas malezas durante todo el ciclo del cultivo (Rodríguez, s.f.). La convivencia de malezas durante los primeros 98 días redujo la productividad de la cebolla en un 95% y el peso promedio del bulbo en un 91%, considerando el promedio de cuatro cultivares (Soares et al., 2003). El uso de herbicidas en el cultivo de cebolla es una práctica aplicada por un grupo reducido de productores y uno de los principales problemas constituye la escasa información local respecto a la dosis correcta a utilizar, debido a que la mayoría de los ingredientes activos utilizados no están posicionados para este rubro. La inadecuada utilización de los herbicidas, que incluye la técnica de aplicación, condiciones ambientales, momento de aplicación y dosis a utilizar,

pueden ocasionar daños severos a las plántulas, retrasándolas o bien provocando la muerte total del cultivo (Blanco y Lagos, 2017). La inclusión del uso de herbicidas dentro del manejo integrado de malezas, puede reducir la interferencia de malezas y el uso de mano de obra que son factores que están directamente relacionados a la rentabilidad del rubro. En base a lo mencionado, este trabajo tuvo como objetivo determinar la fitotoxicidad que ocasionan los herbicidas Bentazon y Haloxifop sobre las plantas y su efecto sobre la productividad del cultivo de cebolla.

Metodología

El experimento fue conducido en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción, durante el periodo comprendido entre los meses de abril y diciembre de 2018. Los herbicidas utilizados fueron: Haloxyfop -R- metil éster 12 EC herbicida sistémico que impide la biosíntesis de los ácidos grasos y Bentazon 60% SL herbicida de contacto inhibidor del fotosistema II (Gómez, 2011). El diseño experimental utilizado fue el bloques completos al azar con arreglo factorial (3 x 7), donde el factor A = Cultivar de cebolla (Baia periforme, Valencianita precoz y Alvorada); el factor B = Herbicida/dosis: Testigo sin aplicación



(0 de p.c ha⁻¹); Haloxifop (400; 500 y 600 de p.c ha⁻¹); Bentazon (1.000; 1.300 y 1.600 de p.c ha⁻¹) con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental contó con cinco hileras de cuatro metros de largo y como parcela útil se usó las dos hileras centrales, descartando las dos puntas del extremo para evitar el efecto borde. La aplicación de los tratamientos se llevó a cabo cuando las plantas de cebollas presentaron entre tres a cuatro hojas, mediante un pulverizador a CO₂ de dos boquillas, con puntas de tipo plano JSF110 02 a una presión de 30 psi.

Las variables evaluadas fueron: fitotoxicidad visual sobre el cultivo, utilizando la escala de ALAM (1974); diámetro del bulbo, mediante un calibrador tipo vernier y grados Brix, mediante un brixómetro portátil. El rendimiento de bulbos fue determinado mediante la cosecha de todas las plantas del área útil y las medias obtenidas fueron extrapoladas a kg ha⁻¹. Las medias obtenidas fueron sometidas al análisis de varianza y las variables con diferencias significativas, fueron comparadas por la prueba de Tukey al 5% de error experimental.

Resultados y discusión

Tabla 1. Fitotoxicidad ocasionada por diferentes dosis de Haloxifop y Bentazon aplicados en post-emergencia sobre el cultivo de cebolla. FCA-UNA. San Lorenzo. Paraguay. 2019.

Cultivares de cebolla	Herbicidas y dosis (ml de p.c. ha ⁻¹)	Momento de evaluación (DDA)		
		7	14	21
Valencianita	1000	9,5 ND	11,8 DL	11 DL
	Bentazon 1300	11,5 DL	15,0 DL	16 DL
	1600	14,0 DL	21,0 DL	23 DL
	400	5,0 ND	10 ND	7,5 ND
	Haloxifop 500	6,0 ND	8,5 ND	7,0 ND
	600	5,5 ND	8,8 ND	9,5 ND
Alvorada	1000	6,5 ND	7,75 ND	12,5 DL
	Bentazon 1300	9,5 ND	10,5 ND	16,75 DL
	1600	4 ND	9,75 ND	18,25 DL
	400	6,5 ND	10,25 ND	12 DL
	Haloxifop 500	4,25 ND	5,25 ND	8 ND
	600	5 ND	6 ND	9,5 ND
Baia periforme	1000	3 ND	6,25 ND	7,5 ND
	Bentazon 1300	0,5 ND	4,25 ND	8 ND
	1600	3 ND	6,5 ND	14,75 DL
	400	1 ND	2 ND	1,5 ND
	Haloxifop 500	0 ND	1,5 ND	4,75 ND
	600	1 ND	3,5 ND	6,25 ND

ND: ningún daño DL: daño leve p.c: producto comercial ha: hectárea pc: producto comercial



El herbicida Haloxyfop en las dosis de 400; 500 y 600 ml de p.c. ha⁻¹, no presentó efectos fitotóxicos sobre el cultivo de cebolla, recibiendo la calificación de Ningún Daño según la escala de ALAM (1974, sin embargo, el Bentazon en todas las dosis ocasionaron daños sobre el cultivar Valencianita precoz que corresponden a Daño Leve (manchas necróticas y/o amarillamiento en la punta de la hoja). Los mismos síntomas fueron observados sobre el cultivar Alvorada en la evaluación realizada a los 21 DDA. La fitotoxicidad ocasionada por Bentazon sobre Valencianita precoz y Alvorada coincide con lo observado por Herrmann et al. (2017), quienes determinaron que el herbicida Bentazon aplicado en dosis de

1,12 kg i.a.ha⁻¹ causa daños en las plantas de cebolla con lesiones sobre sus hojas que están entre 28 y 42 %. También Herrmann (2014), menciona que Bentazon en la dosis de 0,56 kg ha⁻¹ produjo un 20-27 % de fitotoxicidad sobre las hojas de cebolla.

De acuerdo a los análisis de varianza, se encontraron diferencias estadísticas entre los cultivares en la variable diámetro de bulbo. Para las demás variables, no se encontraron diferencias significativas. Se encontraron diferencias estadísticas entre las dosis de los herbicidas estudiados con las variables diámetro y rendimiento de bulbos (Tabla 2).

Tabla 2. Valores medios de diámetro de bulbo, grados Brix y rendimiento obtenidos con tres cultivares de cebolla (*A. cepa*) tratadas con diferentes dosis de Haloxyfop y Bentazon FCA-UNA. San Lorenzo. Paraguay 2019.

Cultivar	Diámetro de bulbo	Grados brix	Rendimiento de bulbos (kg ha ⁻¹)
Valencianita precoz	4,38 a	5,96 a	19.130,84 a
Alvorada	4,03 ab	5,71 a	17.966,66 a
Baia periforme	3,91 b	5,19 a	18.277,08 a
Herbicida y dosis (ml p.c. ha⁻¹)			
Testigo sin aplicación (0)	5,12 a	5,29 a	24.822,22 a
Bentazon 1000	4,04 b	5,25 a	18.353,33 b
Bentazon 1300	4,11 b	5,94 a	18.064,44 b
Bentazon 1600	4,18 b	5,54 a	18.546,66 b
Haloxyfop 400	3,87 b	6,38 a	16.925,55 b
Haloxyfop 500	3,87 b	5,35 a	16.977,77 b
Haloxyfop 600	3,70 b	5,73 a	15.742,22 b

Medias con una letra en común, no son significativamente diferentes (Tukey p<0,05)

La variedad Valencianita precoz presentó el mayor diámetro de bulbo, sin diferir estadísticamente de la media obtenida del cultivar Alvorada, siendo superior a Baia

periforme. Con el testigo sin aplicación de herbicida, se determinó la mayor media, siendo superior a las medias encontradas con los demás tratamientos herbicidas. El



mayor rendimiento de bulbos se obtuvo con el testigo sin aplicación (24.822,22 kg ha⁻¹), superando significativamente a las medias obtenidas con los demás tratamientos herbicidas (Tabla 2). Bentazon en la dosis de 1000 ml p.c. ha⁻¹ provocó la reducción del rendimiento en un 26 %, Bentazon 1300 ml p.c. ha⁻¹ 27,2 % y Bentazon 1600 ml p.c. ha⁻¹ 25,2 % respecto al rendimiento más alto obtenido.

Cáceres (2016) menciona que al aplicar el herbicida Bentazon sobre el cultivo de cebolla, ocasiona una pequeña reducción en el diámetro de bulbo, coincidiendo con los resultados obtenidos en esta investigación. Por su parte, Herrmann (2014) indica que el herbicida Bentazon provoca una reducción de hasta el 38 % del rendimiento en comparación con el rendimiento más alto obtenido. Cap (2015) indica que el rendimiento del cultivo de cebolla con aplicación de 1000 ml ha⁻¹ de Haloxifop no difirió significativamente con el testigo.

Conclusión

En base a los objetivos propuestos y las condiciones experimentales, se concluyen que:

No se observaron síntomas de fitotoxicidad visual sobre el cultivo de cebolla con el herbicida Haloxifop en las dosis comerciales de 400, 500, 600 ml p.c. ha⁻¹; Los herbicidas Haloxifop y Bentazon, en las dosis estudiadas, no afectan al grados Brix en los bulbos de cebolla, pero si,

afectan el diámetro y rendimiento de bulbos al comparar con el testigo sin aplicación.

Referencias bibliográficas

ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas, CL). 1974. Resumen del panel de métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. 2(2): 6-38 p.

Blanco, C; Lagos, J. 2017. Manual de producción de cebolla. (en línea). Santiago, CL, INIA. 104 p.

Cáceres, C. 2016. Eficacia de herbicidas post-emergentes en el cultivo de cebolla de bulbo, en el distrito de Acahay, departamento de Paraguarí. Tesis Ing. Agr. San Lorenzo, PY. Universidad Nacional de Asunción. 43 p.

Cap, N. 2015. Selectivity of different herbicide schemes for the control of weeds in onions (en línea). Kruishoutem. BE. PCG vzw. 14 p.

Gómez, J. 2011. Herbicidas agrícolas: formulación, usos, dosis y aplicación. 3^a ed. México, MX. Trillas. 304 p.

Herrmann, C. 2014. Development of new technologies to improve weed control in

onion and other vegetable crops by. Master's thesis dissertation. Michigan State University.



Herrmann, C; Goll, M; Phillippo, C; Zandstra, B. 2017. Postemergence weed control in onion with bentazon, flumioxazin, and oxyfluorfen. *Weed Technology* 31(2):1-12

(MAG) Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2016. Plan para mejorar la producción de cebolla. (en línea). Consultado el 10 ago 2017. Disponible en <https://www.ip.gov.py/ip/el-mag-acompana-plan-de-cultivo-de-cebolla-2016/>

Rodríguez, J. s f. Manejo y control de malezas en Cebolla y Ajo. (en línea). Montevideo, UY. FAGRO. 6 p.

Soares, D; Pitelli, R; Braz, L; Gravena, R; Toledo, R. 2003. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura de cebola (*Allium cepa*) transplantada. (en línea). Viçosa-MG, BR. SBCPD. Planta Daninha v.21, n.3, 387-396 p.



Criterios de decisión basados en sistemas de monitoreo para el control de la roya asiática de la soja

Maidana Ojeda, M.^{1*}, López Arámbulo, R.J.¹, Enciso Maldonado, G.A.¹

¹Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción", Unidad Pedagógica Hohenau, Hohenau, Paraguay

*marcomo-1987@hotmail.com

Introducción

La roya asiática (RAS), causada *Phakopsora pachyrhizi*, se manifiesta en todas las áreas de producción del país (Mesa de la Ruya, 2020), pudiendo ocasionar pérdidas de rendimiento de hasta 80% (Hartman et al., 2015). El control químico con fungicidas es la estrategia más utilizada para el manejo de la RAS (Langenbach, Campe, Beyer, Mueller & Conrath, 2016). Sin embargo, en Paraguay, el control de la RAS con fungicidas cuesta, en promedio, U\$S 32,5 por ha por aplicación. Considerando que en temporadas normales (siembras en setiembre/octubre) se realizan tres aplicaciones de fungicidas, el costo alcanza U\$S 97,5 por ha, y multiplicando por los 3,5 millones de hectáreas que se siembran en el país (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas [CAPECO], 2020), el control de la RAS alcanza U\$S 341.250.000, sin incluir el costo de control de la enfermedad en siembra alternativa o en entre zafra.

Reis, Reis & Zanatta (2018) mencionan que los fungicidas sitio-específicos aislados o en mezclas dobles o triples, mínimamente deben alcanzar el 80% de control para que el tratamiento sea rentable. Generalmente, los agricultores utilizan un criterio empírico para iniciar las aplicaciones de fungicidas, muchas veces realizando más aplicaciones de las necesarias, esto con los años ha intensificado la selección direccional de individuos resistentes a los fungicidas si-

tio-específicos (Reis et al., 2018; Godoy et al., 2016a). Por ello, es necesario buscar nuevas estrategias para disminuir el número de aplicaciones en el cultivo de soja.

Reis et al., (2018) mencionan que existen varios criterios de decisión para iniciar las aplicaciones de fungicidas en el cultivo de soja. Estos criterios pueden ser empíricos, basados en la aparición de estadios fenológicos, el pre-cierre de líneas del cultivo, aplicación en ausencia de síntomas (prevención), y, por otro lado, los criterios científicos, basados el nivel de daño económico, realizando aplicaciones antes de que la plaga ocasione un daño irreversible al cultivo. Además, la utilización de trampas cazasporas permite detectar la presencia del patógeno antes de que inicien los síntomas (Maidana-Ojeda, Enciso-Maldonado, Hauptenthal, Kitner & Schlickmann, 2019).

El objetivo del trabajo fue determinar el momento ideal para iniciar aplicaciones de fungicidas que permitan el control más efectivo de la RAS según distintos criterios de toma de decisión, basados en sistemas de monitoreo.

Metodología

Se realizó un experimento en el Campo Experimental del Instituto Paraguayo de Tecnología Agropecuaria, ubicado en el Distrito Tomas Romero Pereira, Itapúa, Paraguay entre noviembre de 2019 y marzo



de 2020. La siembra se realizó el 2 de noviembre de 2019 y se utilizó la variedad de soja 'Nidera 5909 RR', la cual es ampliamente utilizada en el país y es susceptible a la RAS. Se utilizó el diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial 2×5 con cuatro repeticiones. El factor A consistió en dos programas (P) de aplicaciones secuenciales de fungicidas, en donde en el P1 se realizó la primera aplicación con $0,8 \text{ l ha}^{-1}$ Fluxapyroxad (5%) + Epoxiconazole (5%) + Piraclostrobina (8,1%), la segunda con $0,4 \text{ l ha}^{-1}$ de Prothioconazole (17,5%) + Trifloxistrobina 15% y la tercera con $0,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de Azoxistrobina (30%) + Benzovindiflupyr (15%), y en el P2, la secuencia de aplicaciones fue de $0,4 \text{ l ha}^{-1}$ Prothioconazole (17,5%) + Trifloxistrobina 15%, $0,2 \text{ kg ha}^{-1}$ Azoxistrobina (30%) + Benzovindiflupyr (15%) + $0,3 \text{ l ha}^{-1}$ de Difenoconazole (25%), y por último $0,8 \text{ l ha}^{-1}$ de Fluxapyroxad (5%) + Epoxiconazole (5%) + Piraclostrobina (8,1%). El Factor B consistió en el uso de cinco criterios de decisión (CD) para el de inicio aplicación de fungicidas, basados en distintos sistemas de monitoreo. Los criterios fueron: no aplicar (testigo) (CD1); Aplicar al cultivo según la ocurrencia de los estados fenológicos R1, R3 y R5 (Fehr, Caviness & Burmood, 1971) (CD2); Iniciar aplicaciones de fungicidas cuando, a través del monitoreo periódico (cada siete días) de síntomas en la parcela, se detecte 5% de severidad de roya asiática en el cultivo (CD3); Iniciar aplicaciones de fungicidas cuando, a través del monitoreo periódico (cada siete días) de síntomas en una parcela centinela (sembrada 20 días antes de la parcela experimental), la severidad de RAS alcance el 5% (CD4); Iniciar la aplicación de fungicidas cuando se detecten seis o más uredosporas cm^{-2} en el aire (CD5). En total se evaluaron 10 tratamientos. La aplicación de los fungicidas se realizó con intervalos de 15 días a partir de la primera aplicación, utilizando un pulverizador presurizado con gas carbónico a presión constante de 40

bar, con tipo de pico cónico y caudal de 150 l ha^{-1} . La unidad experimental fue una parcela 6 m de largo y 4 m de ancho con una densidad de $312000 \text{ plantas ha}^{-1}$. El área útil fue 8 m^2 . Para evaluar la severidad de la RAS, se adaptó la metodología utilizada por Enciso-Maldonado et al., (2019), donde se colectaron al azar 10 hojas del estrato medio del cultivo en el estadio fenológico R6, las cuales fueron comparadas con la escala diagramática de RAS propuesta por Godoy, Koga & Canteri (2006), la cual presenta seis niveles: 1=0,6%, 2=2%; 3=7%; 4=18%; 5=42%; 6=78,5%. Se cuantificó el número total de vainas de 10 plantas por cada unidad experimental, y se calculó el promedio. Se determinó el rendimiento (kg ha^{-1}) y el peso de cien semillas (g) (PCS), la humedad del grano fue corregida al 13%. Se llevó a cabo análisis de varianza (ANAVA) de las variables respuesta y se optó por la prueba de comparación de medias por Duncan ($\alpha=0,05$) debido a que el tamaño de muestra no es lo suficientemente grande como para cometer errores tipo 1 (Iturriaga-Jofré, 2011).

Resultados y discusión

El análisis de varianza de los datos indicó diferencias significativas entre los tratamientos para el Factor A con la severidad, para el Factor B con la severidad, PCS y rendimiento (Cuadro 1), y para la interacción A*B con la severidad y el rendimiento (Cuadro 2). El programa de aplicación tiene un efecto significativo sobre el porcentaje de severidad de la RAS ($P < 0,0001$), siendo el P1 el más eficiente para reducir la severidad de la enfermedad. La efectividad de los fungicidas varía en función de varios factores como presión de inóculo y pérdida de sensibilidad de cepas del patógeno (Maidana et al., 2019; Godoy et al., 2016a). La alternancia de fungicidas es una estrategia para



retrasar la generación de resistencia de hongos a fungicidas (Brent & Hollomon, 1995). En ensayos para determinar la prueba de eficacia de fungicidas en Brasil (Godoy et al., 2016b, 2017, 2018), se ha observado que la mezcla de Fluxapyroxad + Epoxiconazole + Piraclostrobina ha mantenido mayor eficacia de control (de 76 a 68%) entre 2016 y 2018 para el control de la RAS, seguido por las mezclas de Benzovindiflupyr + Azoxistrobina (67 a 65%) y Prothioconazole + Trifloxistrobina (68 a 63%). El uso de Fluxapyroxad + Epoxiconazole + Piraclostrobina en la primera aplicación pudo ejercer un mayor control inicial de la enfermedad, por lo que el P1 fue el programa con menor porcentaje de severidad.

El criterio de decisión mostró un efecto significativo sobre la severidad ($P < 0,0001$), PCS ($P = 0,0295$) y rendimiento ($P = 0,0016$), además el número y el inicio de aplicaciones también fue afectado por este factor, indicando que el número y el momento de aplicaciones de fungicidas varía de acuerdo con el tipo de criterio de decisión tomado (Cuadro 1). Con la decisión de aplicar según la ocurrencia de estadios fenológicos y la detección de uredosporas en el aire, se realiza una aplicación más de fungicidas que cuando la decisión se basa en la detección de síntomas. En la última semana de enero (28/01/2020) se cumplió con el CD5 y en la primera semana de febrero con el CD4 (04/02/2020) y CD3 (06/02/2020), mientras que la ocurrencia del estadio fenológico R1 (CD2) fue el 13/01/2020. La aplicación de fungicidas en función de la ocurrencia de los diferentes estadios fenológicos (CD2) permitió la obtención de menor severidad, mayor PCS y rendimien-

to debido a que cuando se detectó inóculo en el aire y síntomas en la parcela experimental, las plantas bajo el CD2 ya estaban protegidas contra la infección. Reis et al., (2018), señalan el periodo de protección de los fungicidas móviles y penetrantes en soja es de 15 días y que al final de ese periodo, la concentración de en los tejidos es insuficiente para conferir protección, siendo necesaria una aplicación inmediata.

El retraso de la aplicación disminuye la eficacia de control de los fungicidas (Godoy & Canteri, 2004), las parcelas bajo el CD3 contaban con mayor presión de inóculo por lo que la eficacia de los fungicidas fue menor en comparación con el CD2, CD4 y C5D (Fleitas, Gerard & Simón, 2015). El criterio de aplicar fungicidas atendiendo únicamente el estado fenológico de la planta no debe ser la única información que guíe la aplicación de fungicidas, debido a que la probabilidad de que el cultivo presente síntomas de enfermedad por encima del umbral de recomendación para ejercer un control es alta (Carmona, 2014).

La temporada 2019/2020 fue atípica para la aparición de RAS, debido a que el retraso de la siembra ocasionada por la sequía en setiembre de 2019 provocó la reducción de la fuente de inóculo, evitando que la RAS se manifieste antes (Mesa de la Roy, 2020). Bajo esta situación, sería conveniente repetir este experimento en un ambiente con mayor presión de inóculo. Por otro lado, en este estudio no se consideró realizar aplicaciones en función de la aparición de las enfermedades de final de ciclo (Formento, 2007), lo cual pudo ejercer un impacto negativo en la reducción del rendimiento al utilizar los CD3, CD4 y CD5.



Cuadro 1. Criterio de decisión para el inicio de aplicaciones (CD), número de aplicaciones realizadas, peso de 100 semillas (PCS) y rendimiento.

CD	No. de aplicaciones	Momento de aplicación (dds)	Severidad (%)	PCS (g)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
1	0	-	28,4 d	12,7 a	2275 a
2	3	72, 87 y 102	0,9 a	14,6 b	3011 c
3	2	96 y 110	5,4 c	13,8 ab	2576 ab
4	2	94 y 110	4,0 b	13,4 ab	2894 bc
5	3	87, 102, 116	4,1 b	13,9 ab	2895 bc
CV (%)			3,7	8,2	14,3

*Medias con una letra en común no significativamente diferentes ($p > 0,05$).

La interacción entre factores mostró diferencias significativas entre tratamientos para la severidad y el rendimiento (Cuadro 2).

Cuadro 2. Programa de aplicación (P), criterio de decisión para el inicio de aplicaciones (CD), porcentaje de severidad, número de vainas planta⁻¹ (NVP), peso de 100 semillas (PCS) y rendimiento.

P	CD	Severidad (%)	NVP (vainas planta ⁻¹)	PCS (g)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
1	1	27,2 f	47,2	12,4	2193 a
1	2	0,9 a	43,8	14,2	3304 d
1	3	2,8 b	49,5	13,5	2500 ab
1	4	3,4 c	48,7	13,2	2712 abcd
1	5	3,3 c	45,8	14,0	2600 abc
2	1	29,6 g	40,6	12,9	2356 a
2	2	0,9 a	45,2	14,9	2718 abcd
2	3	8,0 e	44,5	14,1	2651 abc
2	4	4,5 d	50,7	13,6	3076 bcd
2	5	4,9 d	46,5	13,8	3189 cd
CV (%)		3,7	14,2	8,2	14,3

*Medias con una letra en común no significativamente diferentes ($p > 0,05$).



Se proyecta realizar varios periodos para validar estos resultados debido a que durante el periodo experimental la presión de la enfermedad fue baja. Además, para determinar la eficacia de cada programa se deberá evaluar la severidad posteriormente a la aplicación de cada fungicida, con lo que se podrá calcular el área bajo la curva de progreso de la enfermedad para caracterizar el aumento temporal de la enfermedad en función de cada programa.

Conclusión

Con base a los resultados obtenidos y bajo las condiciones ambientales y presión de inóculo el CD2, aplicar en función de la ocurrencia de estadios fenológicos se obtiene menor severidad, mayor peso de 100 granos y mayor rendimiento. El inicio de aplicación de fungicidas con base a la detección de primeros síntomas en parcela centinela, y detección de uredosporas no afectan el peso de 100 granos ni el rendimiento.

Referencias bibliográficas

- Brent, K. J., & Hollomon, D. W. (1995). *Fungicides resistance in crop pathogens: How can it be managed?*. Bruselsa: Croplife International. Recuperado de <https://www.frac.info/>
- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas). (2020). Área de siembra, producción y rendimiento. Recuperado de <http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>
- Carmona, M. A. (2014). Enfermedades de fin de ciclo y mancha ojo de rana en el cultivo de soja: Desarrollo de un sistema de puntuación y determinación del umbral de control (Tesis doctoral). Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34100/Tesis+Doctorado+Marcelo+Carmona+PARA+SUBIR+WEB+LA+PLATA+\(2\).pdf?sequence=4](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34100/Tesis+Doctorado+Marcelo+Carmona+PARA+SUBIR+WEB+LA+PLATA+(2).pdf?sequence=4)
- Enciso-Maldonado, G. A., Maidana-Ojeda, M., Schlickmann-Tank, J. A., Montoya-García, C. O., Páez-Ranoni, H. J., Fernández-Riquelme, F., & Domínguez-Sanabria, J. A. (2019). Fungicidas sitio-específicos combinados con Mancozeb para el control de la roya asiática de la soja. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 37(1), 15-21.
- Fehr, W. R., Caviness, C. E., Burmood, D. T., & Pennington, J. S. (1971). Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine Max (L.) Merrill 1*. *Crop science*, 11(6), 929-931.
- Fleitas, M. C., Gerard, G. S., & Simón, M. R. (2015). Eficacia residual de fungicidas sobre la roya de la hoja del trigo y su efecto sobre componentes del rendimiento y porcentaje de proteínas en grano. *Revista Fave - Ciencias Agrarias*, 14(2), 1-15. Recuperado de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/FAVEAgrarias/article/view/5721/8521>
- Formento, N. (2007). Enfermedades foliares de la soja: momento de aplicación de fungicidas y rendimiento. *Información Técnica de Cultivos de Verano - Campaña*, 108, 104-112.
- Godoy, C. V., & Canteri, M. G. (2004). Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. *Fitopatologia Brasileira*, 29(1), 97-101.



- Godoy, V. C., Koga, L. J., & Canteri, M. G. (2006). Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. *Fitopatologia Brasileira*, 31, (1), 63-68.
- Godoy, C. V., Seixas, C. D. S., Soares, R.M., Marcelino-Guimarães, F. C., Meyer, M. C., & Costamilan, L. M. (2016a). Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51 (5), 407-421.
- Godoy, C. V., Utiamada, C. M., Meyer, M. C., Campos, H., Forcelini, C. A., Pimenta, C. B., & Favero, F. (2016b). *Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, Phakopsora pachyrhizi, na safra 2015/16: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Soja-Circular Técnica*, 119. Recuperado de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146405/1/CT119-OL.pdf>
- Godoy, C. V., Utiamada, C. M., Meyer, M. C., Campos, H., Lopes, I., Forcelini, C., & de Andrade Junior, E. R. (2017). *Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, Phakopsora pachyrhizi, na safra 2016/17: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Soja-Circular Técnica*, 129. Recuperado de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162648/1/CT-129-ferrugem-OL.pdf>
- Godoy, C. V., Utiamada, C. M., Meyer, M. C., Campos, H., Lopes, I., Dias, A., & Borges, E. (2018). *Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, Phakopsora pachyrhizi, na safra 2017/2018: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. Soja-Circular Técnica*, 138. Recuperado de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/182754/1/CT138-ferrugem-OL-1.pdf>
- Hartman, G. L., Rupe, J. C., Sikora, E. J., Domier, L. L., Davis, J. A., & Steffey, K. L. (Eds.). (2015). *Compendium of soybean diseases and pests*. St. Paul (MN): APS Press, The American Phytopathological Society.
- Iturriaga-Jofré, A. M. (2011). Teoría de pruebas de múltiples hipótesis estadísticas y aplicaciones (Tesis de grado). Universidad de Chile.
- Langenbach, C., Campe, R., Beyer, S. F., Mueller, A. N., & Conrath, U. (2016). Fighting Asian soybean rust. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1-13.
- Maidana-Ojeda, M., Enciso-Maldonado, G., Hauptenthal, D., Kitner, J., & Schlickmann, J. (2019). Relación entre la densidad de uredosporas y la severidad de la roya asiática en Itapúa, Paraguay. En Memoria del VII Congreso Internacional y XXI Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. México: Universidad Autónoma.
- Mesa de la Roca. (2020). Mapa de monitoreo de roya en soja. Recuperado de <http://www.mesadelaroya.com/>
- Reis, E. M., Reis, A. C., & Zanatta, M. (2018). Reflexo econômico e desenvolvimento da resistência de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas em função do número de aplicações. *Summa Phytopathologica*, 44(3), 289-292.



Variación del rendimiento de soja en función de la adición del mancozeb a aplicaciones secuenciales de fungicidas

Núñez Ramírez, R. A.¹, Enciso Maldonado, G. A.^{1*}, Sanabria Velázquez, A. D.¹,
Fernández Gamarra, M. A.¹, Maidana Ojeda, M.¹

¹Cooperativa Multiactiva de Producción Agropecuaria e Industrial Naranjito Ltda., Naranjito, Paraguay.

*gui77eenciso@hotmail.com

Introducción

En Paraguay se producen 10 millones de toneladas de soja en 3,5 millones de hectáreas, convirtiéndolo en el cultivo de mayor interés en el país (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas, 2020). El éxito de su producción depende de las condiciones ambientales favorables como la radiación solar y temperatura ambiente, así como la disponibilidad de agua y nutrientes suficientes. Sin embargo, la presencia de plagas y enfermedades puede reducir significativamente el rendimiento del cultivo (Monzón, 2015). La ocurrencia de las diferentes enfermedades en la soja depende de la tecnología aplicada, las condiciones ambientales favorables para los patógenos, los genotipos utilizados (susceptibles o resistentes a diferentes patógenos) y las diferentes etapas fenológicas del cultivo (los cuales condicionan su susceptibilidad a diferentes patógenos) (Formento, 2007). Los hongos son el principal grupo de patógenos que producen enfermedades en el cultivo de soja y pueden ser controlados eficazmente con la aplicación adecuada de diferentes fungicidas (Formento, 2007). Los fungicidas más utilizados para el control de enfermedades de final de ciclo y roya asiática pertenecen al grupo de las estrobilurinas, triazoles y carboxamidas (Godoy et al., 2016), los cuales tienen en común la actividad sistémica en la planta (Dias, 2012); y desde hace unos años se ha recomendado junto a los fungicidas sistémicos la incorporación del mancozeb, un fungicida multisitio

y de contacto (Silva, Campos, Silva & Reis, 2015). Los fungicidas tienen el propósito de inhibir el crecimiento de hongos o sus esporas (Gullino, Leroux & Smith, 2000). Sin embargo, también presentan efectos indirectos que alteran la fisiología de la planta, ya sea por la inducción de compuestos de defensa, el incremento o disminución de la biomasa o afectando la fotosíntesis y la respiración, y en consecuencia alteran el rendimiento (Dias, 2012). El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la adición de mancozeb en aplicaciones secuenciales de fungicidas sitio-específicos sobre el rendimiento de soja.

Metodología

Se realizó un experimento en condiciones de campo en Naranjito, Itapúa (26° 21' 36,41" S y 51° 14' 39,65" O) entre el 20 de octubre de 2016 y 23 de febrero de 2017. Durante este periodo, la temperatura media fue de 22,3 °C, con 76,6% de humedad relativa y precipitación total de 788 mm. Se utilizó la variedad de soja 'A5909 RR'. Los tratamientos consistieron en la aplicación secuencial de fungicidas variando la adición del Mancozeb 80 % (M) a dosis de 2000 g ha⁻¹. La secuencia de fungicidas se basó en la aplicación de 400 cc ha⁻¹ de Prothioconazole 17,5% + Trifloxistrobina 15% (P + T) a los 41 días después de la siembra (dds), 250 g ha⁻¹ de Benzovindiflupyr 15% + Azoxistrobina 30% (B + A) a los 61 dds, y 800 cc ha⁻¹ de Fluxapyroxad 5% + Piraclostrobrina 20% + Epoxiconazole



5% (F + P + E) a los 81 dds (Cuadro 1). Los tratamientos fueron aplicados con una pulverizadora manual con erogación de 100 L ha⁻¹ a 30 bar de presión, accionada mediante tubo de gas carbónico (CO₂) a 5 km h⁻¹. En total se evaluaron seis tratamientos y un testigo (Cuadro 1), que fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La unidad experimental (UE) estuvo conformada por una parcela de 5 m de largo por 2,25 m con una densidad de 333.333 plantas ha⁻¹. El

espacio entre unidades experimentales fue de 0,5 m y entre bloques de 3 m. En cada unidad experimental se determinó 4 m² de área útil, donde se evaluó el rendimiento, el cual fue corregido al 13%, además se calculó el porcentaje de reducción del rendimiento (PRR), expresado en reducción de la cantidad de producción con relación al tratamiento más productivo (French & Herbert, 1982). Se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias se realizó con la prueba de Duncan (5%).

Cuadro 1. Tratamiento, descripción y dosis por hectárea.

Tratamiento	Fecha de aplicación		
	30/11/16	20/12/16	09/01/2017
T1	Testigo		
T2	P + T	B + C	F + P + E
T3	(P + T) + M	(B + C) + M	(F + P + E) + M
T4	(P + T) + M	(B + C) + M	F + P + E
T5	(P + T) + M	B + C	F + P + E
T6	P + T	B + C + M	F + P + E
T7	P + T	B + C	(F + P + E) + M

Resultados y discusión

Cuadro 2. Tratamientos, fechas de aplicación, rendimiento y daño.

Tratamiento	Fecha de aplicación			Rendimiento (Kg ha ⁻¹)	PRR (%)
	30/11/16	20/12/16	09/01/2017		
T1	Testigo			4036 c	20,5
T2	P + T	B + C	F + P + E	4447 b	12,3
T3	(P + T) + M	(B + C) + M	(F + P + E) + M	4462 b	12,0
T4	(P + T) + M	(B + C) + M	F + P + E	5053 a	0,4
T5	(P + T) + M	B + C	F + P + E	4686 b	7,6
T6	P + T	(B + C) + M	F + P + E	4610 b	9,1
T7	P + T	B + C	(F + P + E) + M	5073 a	0,0
CV (%)				4,35	

*Medias con misma letra en cada columna para cada tratamiento son estadísticamente similares (Duncan, $\alpha=0,05$).



El análisis de varianza de los datos indicó diferencias significativas ($P < 0,001$) para las diferentes aplicaciones sucesivas de combinaciones de fungicidas sobre el rendimiento de soja. El mayor rendimiento se obtuvo con el T7 (5073 Kg ha^{-1}) y el menor con el tratamiento testigo T1 (4036 Kg ha^{-1}) (Cuadro 2). Las tres aplicaciones secuenciales de fungicidas sin mancozeb (T2) no derivaron en rendimientos significativamente diferentes comparado a tres aplicaciones sucesivas combinadas con mancozeb (T3). Estos resultados difieren de los obtenidos por Netto et al. (2020), quienes observaron que la adición de mancozeb a fungicidas sistémicos en V6, R1, R5.1 y R6 incrementaron la productividad hasta 900 kg ha^{-1} comparado con la aplicación aislada de fungicidas sistémicos. Por el contrario, Enciso-Maldonado et al. (2019) observaron que la adición del mancozeb no tuvo un efecto significativo sobre el rendimiento. Trabajos anteriores (Untiedt & Blanke, 2004) reportan que el mancozeb reduce la asimilación de CO_2 en el follaje en un 7,4% el día de su aplicación. Esta reducción en la fotosíntesis se restaura a los 3 días de su aplicación, lo que podría explicar un menor rendimiento en plantas del T3. Además, la adición del mancozeb a fungicidas sitio-específicos en distintas fechas de aplicación puede generar una diferenciación entre la severidad final de cada tratamiento, y consecuentemente, rendimientos variables (Cerezolli, Lajús, Cericato & Sordi, 2018).

Conclusión

Bajo las condiciones en la que se realizó el experimento, la adición de mancozeb en aplicaciones secuenciales de fungicidas sitio-específicos tiene un efecto variable sobre el rendimiento de soja. La adición de mancozeb en todas las fechas de

aplicación tiene el mismo efecto sobre el rendimiento que la aplicación de fungicidas sitio-específicos de forma aislada. Se obtienen mayores rendimientos con la adición de mancozeb en una o dos fechas de aplicación.

Referencias bibliográficas

- Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas. (2020). Recuperado de <http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>
- Cerezolli, L., Lajús, C. R., Cericato, A., & Sordi, A. (2018). Eficiência de fungicidas multisítios utilizados na cultura da soja visando o controle da ferrugem asiática. *Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc São Miguel do Oeste*, 3.
- Dias, M. C. (2012). Phytotoxicity: An overview of the physiological responses of plants exposed to fungicides. *Journal of botany*, 2012, 1-4
- Enciso-Maldonado, G.A., Maidana-Ojeda, M., Schlickmann-Tank, J. A., Montoya-García, C. O., Páez-Rañoni, H. J., Fernández-Riquelme, F., & Domínguez-Sanabria, J. A. (2019). Fungicidas sitio-específicos combinados con Mancozeb para el control de la roya asiática de la soja. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 37(1).
- Formento, N. (2007). Enfermedades foliares de la soja: momento de aplicación de fungicidas y rendimiento. *Información Técnica De Cultivos De Verano Campaña*, 108, 104-112.
- French, E. R., & Hebert, T. T. (1982). *Métodos de investigación fitopatológica*. San José, Costa Rica: IICA.



- Godoy, C. V., Seixas, C. D. S., Soares, R.M., Marcelino-Guimarães, F. C., Meyer, M. C. & Costamilan, L. M. (2016). Asian soybean rust in Brazil: Past, present, and future. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51 (5), 407-421.
- Gullino, M. L., Leroux, P., & Smith, C. M. (2000). Uses and challenges of novel compounds for plant disease control. *Crop Protection*, 19(1), 1-11.
- Netto, A., Sacon, D., Gallina, A., Fochesatto, M., Stefanski, F. S., & Milanesi, P. M. (2020). Use of systemic fungicides combined with multisite to control of asian rust and soybean yield. *Colloquium Agrariae*, 16 (1), 101-108.
- Monzón, J. P. (2015). Atlas mundial de brechas de rendimiento: Trigo, soja y maíz en Argentina. En: Actas Simposio Fertilidad 2015 "Nutriendo los suelos para las generaciones del futuro" (pp 55-59). IPNI Cono Sur – AC Fertilizar. Rosario, 19 y 20 de mayo de 2015.
- Untiedt, R., & Blanke, M. M. (2004). Effects of fungicide and insecticide mixtures on apple tree canopy photosynthesis, dark respiration and carbon economy. *Crop Protection*, 23 (10), 1001-1006.
- Silva, L. H. C. P. D., Campos, H. D., Silva, J. R. C., & Reis, E. M. (2015). Control of asian soybean rust with mancozeb, a multi-site fungicide. *Summa Phytopathologica*, 41 (1), 64-67.



Interacción fungicidas-fosfito de potasio sobre la roya asiática de la soja

Enciso Maldonado, G.A.^{1*}, Sanabria Velázquez, A.D.¹, Fernández Gamarra, M.A.¹, Maidana Ojeda, M.¹

¹Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica, Hohenau, Paraguay

*gui77eenciso@hotmail.com

Introducción

La roya asiática de la soja (RAS) es una enfermedad causada por *Phakopsora pachyrhizi*, un hongo biotrófico, policíclico y cosmopolita que afecta, en mayor o menor medida, todas las áreas de producción de soja del mundo (Langenbach, Campe, Beyer, Mueller & Conrath, 2016). La primera aparición de la RAS en el continente americano ocurrió en Paraguay en 2001, donde la pérdida de rendimiento de algunos lotes superó el 60% (Yorinori et al., 2005), y actualmente, puede ocasionar pérdidas de rendimiento del 80% (Hartman et al., 2015). Desde su ocurrencia, se han implementado varias estrategias para su manejo, como la utilización de variedades resistentes y la aplicación del vacío sanitario, sin embargo, el empleo de fungicidas es la práctica más eficaz para reducir los efectos negativos de la misma (Langenbach et al., 2016). Los fungicidas utilizados para el control de la RAS son sitios-específicos, es decir, actúan en un sitio específico de reacciones bioquímicas en la célula del hongo, siendo los inhibidores de la síntesis de esteroides (DMI), los inhibidores de la quinona (QoI) y los inhibidores de la enzima succinato deshidrogenasa (SDHI) los más utilizados (Godoy et al., 2016). Los DMI y QoI son considerados fungicidas de alto riesgo para el desarrollo de resistencia, y por ello, no es recomendable su aplicación de forma aislada ni reiterada (Fungicide Resistance Action Committee, 2012). Para retrasar la generación de resistencia de *P. pachyrhizi* a fungicidas se han sugerido varias estrategias como la rotación de diferentes fungicidas o mezclas durante el

ciclo del cultivo (Brent & Hollomon, 1995), o la combinación con fungicidas multisitios como el mancozeb o el clorotalonil (Godoy et al., 2015). Los fosfitos son metales alcalinos derivados del ácido fosforoso y su uso en la agricultura se ha investigado principalmente con respecto a sus efectos contra las enfermedades de plantas (Deliopoulos, Kettlewell & Hare, 2010). Los fosfitos presentan un doble modo de acción, a concentraciones bajas estimula una respuesta de defensa en las plantas y en altas concentraciones tienen una actividad antifúngica directa (Lyon, 2007). Algunos estudios han demostrado que la aplicación de fosfito de potasio de forma aislada, alternada y/o combinada con fungicidas en soja disminuye el porcentaje de severidad de la RAS en soja y de enfermedades en otros cultivos (Maidana-Ojeda, Enciso-Maldonado, Schlickmann-Tank, Castro-Vera & Webber, 2019; Martínez, 2016; Martínez, Mateo, Escalante & Martínez, 2015). Por lo anterior, el objetivo del trabajo fue evaluar la combinación de fosfito de potasio con pre-mezclas de fungicidas sobre la severidad y porcentaje de eficacia de control de la RAS, altura promedio de plantas (AP), rendimiento y peso de cien semillas de soja (PCS).

Metodología

Se realizaron dos experimentos en condiciones de campo en dos parcelas diferentes el 20 de setiembre y el 20 de noviembre de 2017 en Yguazú, Paraguay (25° 27' 43,75" S y 55° 2' 3,98" O). Durante la fase experimental la temperatura media fue de 25 °C, con 69% de humedad relativa y precipita-



ción total de 830 mm. Se utilizó la variedad A5909 RR. Se evaluaron ocho tratamientos (Cuadro 1), distribuidos en un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial y tres repeticiones. La aplicación de tratamientos inició cuando se confirmó la presencia del patógeno en las parcelas, en el primer experimento a los 75, 95 y 114 días después de la siembra (dds), y en el segundo a los 43, 56 y 74 dds. La unidad experimental (UE) estuvo conformada por una parcela de 5 m de largo por 2,25 m de ancho con 5 hileras distanciadas a 0,45 m y 15 semillas por metro lineal (333.333 plantas ha⁻¹). El espacio entre unidades experimentales fue de 0,5 m y entre bloques de 3 m. En cada unidad experimental se determinó 4,05 m² de área útil, donde se evaluaron las variables severidad, eficacia de control (EC), altura promedio de plantas (AP), rendimiento y el peso de cien semillas (PCS).

La severidad se cuantificó a los siete días después de la última aplicación, colectando al azar 10 hojas del estrato medio del cultivo, y comparándolas con la escala diagramática de RAS propuesta por Godoy, Koga & Canteri (2006), la cual presenta seis niveles: 1=0,6%, 2=2%; 3=7%; 4=18%; 5=42%; 6=78,5%. A partir del promedio de severidad se calcularon los porcentajes de eficacia de control (EC) con la siguiente fórmula: $EC = ((\text{Infección testigo} - \text{Infección Tratamiento}) / \text{Infección testigo}) * 100$. La altura se determinó midiendo la distancia desde el cuello de la planta hasta la altura de inserción de la última vaina, al momento de la cosecha. Se determinó el rendimiento (kg ha⁻¹) y el peso de cien semillas (g) (PCS), la humedad del grano fue corregida al 13%. Se llevó a cabo análisis de varianza (ANAVA) de las variables respuesta y pruebas de comparación de medias por Tukey ($\alpha=0,05$), empleando el paquete estadístico de SAS 9.0.

Cuadro 1. Tratamiento, descripción y dosis por hectárea.

Tratamiento	Descripción	Dosis ha ⁻¹
T1	Agua	-
T2	Fosfito de potasio 60,1%	0,2 L
T3	Prothioconazole 17,5% + Trifloxistrobina 15%	0,4 L
T4	(Prothioconazole 17,5% + Trifloxistrobina 15%) + Fosfito de potasio 60,1%	0,4 L + 0,2 L
T5	Benzovindiflupyr 15% + Azoxistrobina 30%	0,25 kg
T6	(Benzovindiflupyr 15% + Azoxistrobina 30%) + Fosfito de potasio 60,1%	0,25 kg + 0,2 L
T7	Fluxapyroxad 5% + Piraclostrobin 20% + Epoxiconazole 5%	0,8 L + 0,2 L
T8	(Fluxapyroxad 5% + Piraclostrobin 20% + Epoxiconazole 5%) + Fosfito de potasio 60,1%	0,8 L



Resultados y discusión

El análisis de varianza de los datos indicó diferencias significativas para los tratamientos al igual que una interacción entre la aplicación de fosfito de potasio y fungicidas ($P < 0,0001$; $P = 0,0122$) sobre la severidad de RAS. Aplicaciones con fosfito de potasio redujeron el nivel de severidad de la enfermedad con relación al testigo. Sin embargo, la aplicación de fosfitos combinada con la de fungicidas no incremento la eficacia sobre el control de la severidad comparada con la aplicación de fungicidas sin fosfito. En la primera época de siembra, el fosfito de potasio (T2) dio como resultado la menor eficacia de control con un 56,7% y fue estadísticamente menor a los tratamientos con fungicidas (80,8-98,4%), sin embargo, en la segunda época la aplicación aislada de fosfito (40,2%) tuvo el mismo efecto que los tratamientos con fungicidas (38,1-52,8%) sobre la severidad de RAS (Cuadros 2 y 3). En el primer experimento, los porcentajes de severidad y eficacia de control fueron menores que en el segundo experimento, debido a que la mayor presión de inóculo existente en noviembre de ese año (Maidana-Ojeda, Enciso-Maldonado, Haupenthal, Kitner & Schlickmann, 2019) lo cual redujo la eficacia de control de los fungicidas (Fleitas, Gerard & Simón, 2015). La aplicación de fosfito de potasio no tuvo un efecto significativo ($P = 0,2348$; $P = 0,1123$) sobre el rendimiento (3356-1537 kg ha⁻¹), mientras que la aplicación de

fungicidas tuvo una respuesta significativa ($P < 0.0001$, $P = 0.0045$) pero variable sobre el rendimiento (Cuadro 2 y 3). La inducción de resistencia, provocada por el fosfito de potasio, es un proceso activo que implica la expresión de compuestos a partir de recursos limitados, que luego no pueden usarse para otros rasgos relevantes como el crecimiento, la reproducción de las plantas (Heil, 2007). Sin embargo, Maidana-Ojeda et al. (2019) y Martínez et al. (2015) observaron mayor aumento en la productividad y en el peso de mil semillas al combinar benzovindiflupyr + azoxistrobina con fosfito de potasio aplicados en Vn, R1 y R5, lo cual coincide con los resultados de este trabajo. El efecto de los tratamientos sobre el peso de las semillas (PCS) fue significativo en el primer experimento, pero no para el segundo ($P < 0.0001$; $P = 0.1442$), tampoco se observaron efectos significativos para la altura promedio de plantas ($P = 0.7489$; $P = 0.5797$). Por su parte, Da Silva-Neves & Blum (2014), encontraron que la combinación de fosfitos de potasio con fungicidas redujo la severidad de la enfermedad, pero no indujeron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento ni en el peso de mil semillas. La diferencia de rendimiento entre ambas épocas de siembra se debe a que el retraso de la época de siembra de la soja normalmente muestra menor número de vainas por planta, número de granos por vaina y, en consecuencia, reducción en la producción (Marchiori, Câmara, Peixoto & Martins, 1999).



Cuadro 2. Tratamientos, porcentajes de severidad y eficacia de control (EC), altura promedio de plantas (AP), rendimiento y peso de mil semillas (PCS) para el experimento 1.

Tratamiento	Severidad (%)	EC (%)	AP (cm)	PCS (g)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
T1	30,1 a	-	59,9 a	13,8 c	3394 c
T2	13,3 b	56,7	63,6 a	15,4 bc	3356 c
T3	0,8 c	98,4	67,4 a	17,8 a	4125 a
T4	6,0 c	80,9	60,9 a	16,4 ab	4008 ab
T5	0,9 c	98,1	68,3 a	16,9 ab	4252 a
T6	3,4 c	89,8	62,1 a	17,7 a	4308 a
T7	6,1 c	80,8	63,7 a	17,6 ab	3840 abc
T8	2,2 c	93,8	59,0 a	18,3 a	3588 bc
CV	24,9		11,5	4,7	4,5
DMS	5,6		20,8	2,2	496,9

*Medias con misma letra en cada columna para cada tratamiento son estadísticamente similares (Tukey, $\alpha=0,05$).

Cuadro 3. Tratamientos, porcentajes de severidad y eficacia de control (EC), altura promedio de plantas (AP), rendimiento y peso de mil semillas (PCS) para el experimento 2.

Tratamiento	Severidad (%)	EC (%)	AP (cm)	PCS (g)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
T1	63,3 a	-	81,8 a	14,9 a	1342 b
T2	38,5 b	40.2	74,2 a	15,3 a	1537 ab
T3	37,7 b	41.4	76,1 a	15,7 a	2041 a
T4	34,4 b	46.7	75,7 a	15,7 a	1888 ab
T5	39,9 b	38.1	77,9 a	15,6 a	1560 ab
T6	35,5 b	45.0	79,6 a	17,0 a	1828 ab
T7	30,5 b	52.8	79,6 a	16,0 a	1775 ab
T8	37,7 b	41.4	80,0 a	16,5 a	2100 a
CV	18,0		6,2	5,9	13,0
DMS	20,5		14,0	2,7	661,3

*Medias con misma letra en cada columna para cada tratamiento son estadísticamente similares (Tukey, $\alpha=0,05$).



Conclusión

La aplicación fosfita de potasio reduce la severidad de la RAS siendo más eficaz en condiciones de baja presión de inoculo. Sin embargo, la aplicación de fosfita en combinación con fungicidas no incrementa la eficacia de los fungicidas para el control de la RAS. El PCS y el rendimiento muestran una respuesta variable según la época de siembra. La altura no es afectada por la aplicación de los tratamientos evaluados.

Referencias bibliográficas

- Brent, K. J., & Hollomon, D. W. (1995). *Fungicide resistance in crop pathogens: how can it be managed?* (p. 48). Brussels: GIFAP.
- Da Silva Neves, J., & Blum, L. E. B. (2014). Influência de fungicidas e fosfita de potássio no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja. *Revista Caatinga*, 27(1), 75-82.
- Deliopoulos, T., Kettlewell, P. S., & Hare, M. C. (2010). Fungal disease suppression by inorganic salts: A review. *Crop Protection*, 29(10), 1059-1075.
- Fleitas, M. C., Gerard, G. S., & Simón, M. R. (2015). Eficacia residual de fungicidas sobre la roya de la hoja del trigo y su efecto sobre componentes del rendimiento y porcentaje de proteínas en grano. *Fave. Sección Ciencias Agrarias*, 14(2), 1-16.
- Fungicide Resistance Action Committee*. (2012). Recuperado de www.gcpt.org/frac
- Godoy, V. C., Koga, L. J., & Canteri, M. G. (2006). Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. *Fitopatologia Brasileira*, 31, 63-68.
- Godoy, C. V., Utiamada, C. M., Meyer, M. C., Campos, H. D., Forcelini, C. A., Pimenta, C. B., ... & Venancio, W. S. (2015). Eficiência de fungicidas multissítios e fertilizantes no controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2014/15: Resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. *Embrapa Soja Circular Técnica*, 113, 7.
- Hartman, G. L., Rupe, J. C., Sikora, E. J., Domier, L. L., Davis, J. A., & Steffey, K. L. (Eds.). (2015). *Compendium of soybean diseases and pests*. St., Paul (MN): APS Press, The American Phytopathological Society.
- Heil, M. (2007). Trade-offs associated with induced resistance. En *Induced resistance for plant defence a sustainable approach to crop protection* (pp. 157-177). Oxford: Blackwell Publishing.
- Langenbach, C., Campe, R., Beyer, S. F., Mueller, A. N., & Conrath, U. (2016). Fighting Asian soybean rust. *Frontiers in plant science*, 7, 797.
- Lyon, G. (2007). Agents that can elicit induced resistance. En *Induced resistance for plant defence: A sustainable approach to crop protection* (pp. 9-2). Oxford: Blackwell Publishing.
- Marchiori, L. F. S., Câmara, G. M. D. S., Peixoto, C. P., & Martins, M. C. (1999). Desempenho vegetativo de cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] em épocas normal e safrinha. *Scientia Agricola*, 56(2), 383-390.



- Maidana-Ojeda, M., Enciso-Maldonado, G., Haupenthal, D., Kitner, J., & Schlickmann, J. (2019). Relación entre la densidad de uredosporas y la severidad de la roya asiática en Itapúa, Paraguay. En Memoria del VII Congreso Internacional y XXI Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas, 23-26 de abril (pp. 662-663). Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Maidana-Ojeda, M., Enciso-Maldonado, G., Schlickmann-Tank, J., Castro-Vera, M. G., & Webber, L. E. (2019). Fosfito de potasio en el manejo de la roya asiática de la soja. En Memoria del VII Congreso Internacional y XXI Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas, 23-26 de abril (pp. 644-645). Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Martínez, S. (2016). Effects of combined application of potassium phosphite and fungicide on stem and sheath disease control, yield, and quality of rice. *Crop Protection*, 89, 259-264.
- Martínez, M. N., Mateo, H., Escalante, F., & Martínez, S. (2015). Resultados preliminares sobre el control de roya asiática de la soja mediante aplicaciones múltiples de fosfito. INIA, *Serie Actividades de Difusión*, 748, 10-12.
- Yorinori, J. T., Paiva, W. M., Frederick, R. D., Costamilan, L. M., Bertagnolli, P. F., Hartman, G. E., ... & Nunes Jr, J. (2005). Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil



Aislamiento y evaluación *in vitro* de aislados de *Trichoderma* spp. para el control de *Fusarium* sp.

Porro Saldivar, R. D.¹, Pino Quintana, D. C.¹, Fernández Gamarra, M. A.¹, Maidana Ojeda, M.¹, Enciso Maldonado, G. A.¹, Sanabria Velázquez, A. D.^{1*}

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

*asanabriavelazquez@gmail.com

Introducción

El cultivo del sésamo (*Sesamun indicum* L.) es un rubro de gran importancia económica en nuestro país para muchas familias de pequeños y medianos productores. Este rubro se desarrolla favorablemente en los suelos de textura arenosa de la Región Oriental, siendo el Departamento de San Pedro una de las zonas de mayor producción a nivel país. A nivel nacional según estadísticas presentadas por el IICA (2014), la producción total alcanzó 42.000 ha y la superficie sembrada en los años 2013/14 fue de 60.000 ha. Una de las enfermedades que puede afectar el desarrollo normal de este cultivo, especialmente al final del ciclo, es la marchitez causada por *Fusarium* sp., la cual es difícil de manejar porque puede permanecer en el suelo durante al menos 2 años y transmitirse por semillas (Wei, Zhang, Duan, Li, Chang & Miao, 2016). La exigencia de producir alimentos libres de plaguicidas, por parte de los mercados internacionales como el del Japón, hace necesaria la búsqueda de alternativas de control para efectuar un adecuado manejo integrado. Una de las alternativas para el control de fitopatógenos es el uso de agentes antagonistas como *Trichoderma* spp., que mantengan la cantidad de inóculo a un nivel que impida el desarrollo de la enfermedad (Mahmoud & Abdalla, 2018). El objetivo general fue evaluar la capacidad antagonista de aislados nativos de *Trichoderma* spp. obtenidos de las parcelas de producción de sésamo del Distrito de Choré, San Pedro, Paraguay para el control

de *Fusarium* sp. Los objetivos específicos fueron determinar la inhibición de *Fusarium* sp. enfrentado a los diferentes aislados de *Trichoderma* spp. en cultivo pareado (antagonismo directo), cultivo superpuesto (producción de compuestos volátiles) y cultivo en papel celofán (difusión de metabolitos secundarios en el medio de crecimiento).

Metodología

Obtención de aislados de *Trichoderma* spp. Se extrajeron muestras de suelo de diferentes parcelas de producción de sésamo de Choré, San Pedro, Paraguay. El aislamiento de *Trichoderma* spp. se realizó mediante una adaptación del método de dilución del suelo. Se realizó la identificación de *Trichoderma* spp., para ello se efectuaron observaciones macro y microscópicas utilizando el estereoscopio y el microscopio óptico. Una vez identificadas las colonias de *Trichoderma* spp. se aislaron hasta obtener cultivos puros como es descrito por Sanabria-Velázquez y Grabowski-Ocampos (2016). Los cultivos puros de *Trichoderma* spp. fueron codificados de manera a diferenciarlos de otros aislados de *Trichoderma* spp. (Cuadro 1). Se emplearon dos métodos distintos de preservación para evitar cualquier posible pérdida de material fúngico: preservación a corto plazo en tubos de ensayo con medio de cultivo PDA a una temperatura de 4°C y a largo plazo en aceite vegetal a -20°C (Fernández-Gamarra, Maidana-Ojeda, Enciso-Maldonado, 2017).



Cuadro 1. Muestras georreferenciadas para la obtención de aislados nativos de *Trichoderma* spp. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA), San Lorenzo, Paraguay. 2020.

Código	Localidad	Coordenadas
MS9	San Pedro	21 J 540491 7325939
MS19R2	San Pedro	21 J 544880 7333050
MS28R1	San Pedro	21 J 536395 7329285
MS12R3	San Pedro	21 J 540489 7325921
MS12R5	San Pedro	21 J 540491 7325939
MS10	San Pedro	22 J 540491 7325939
MS16R2	San Pedro	21 J 545418 7332723
MS15	San Pedro	21 J 540366 7325915
MS9R2	San Pedro	21 J 540491 7325939

Experimentos de antagonismo *in vitro*. Se realizaron en el Laboratorio de Fitopatología del Área de Protección Vegetal, FCA, UNA, en la ciudad de San Lorenzo, entre los meses de setiembre a noviembre del 2015. De manera a determinar el antagonismo ejercido por los diferentes aislados nativos de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium* sp., se procedió realizar el cultivo pareado (antagonismo directo) (Sanabria-Velázquez & Grabowski-Ocampos, 2016), cultivo superpuesto (compuestos volátiles) (Lupión, 2014) y cultivo en papel celofán (metabolitos secundarios) (Michel-Aceves, Otero-Sánchez, Ariza-Flores, Barrios-Ayala & Alarcón-Cruz, 2013) de los aislados de *Trichoderma* spp. con *Fusarium* sp.. Para cada experimento, se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con 9 tratamientos correspondientes a los distintos aislados del *Trichoderma* spp. y un control consistente en *Fusarium* sp. sin competencia. Cada tratamiento fue replicado 5 veces, considerando como uni-

dad experimental cada placa de Petri totalizando 45 unidades experimentales en cada ensayo. Los datos obtenidos en los experimentos fueron sometidos al análisis de Varianza (ANAVA), y al encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos se aplicó la prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

Experimento 1: Cultivo pareado entre *Trichoderma* spp. y *Fusarium* sp. Se observaron diferencias significativas entre los aislados de *Trichoderma* spp. en cuanto a su capacidad de antagonismo directo sobre *Fusarium* sp.. El aislado MS19R2 ejerció el mayor porcentaje de inhibición micelial del patógeno (76,6%) (Cuadro 2). Los aislados MS16R2, MS12R5, MS9R2, MS9, MS28R1 y MS10 inhibieron el crecimiento del patógeno entre 67 y 70,6%. No se observaron diferencias significativas



entre el aislado MS19R2 y los demás aislados evaluados, a excepción de los aislados MS15 (66%) y MS12R3 (63,2%). Las hifas de *Trichoderma* spp. son capaces de crecer quimio-trópicamente en dirección al hongo patógeno y parasitarlo directamente (Michel-Aceves et al., 2013). Similar a los resultados observados en este experimento, Corallo (2012) reportó valores de hasta 73,1% de inhibición de crecimiento micelial durante pruebas de cultivo pareado entre *Trichoderma* spp. y *Fusarium* sp.

Experimento 2: Cultivo superpuesto entre *Trichoderma* spp. y *Fusarium* sp. El aislado de *Trichoderma* spp. MS28R1 inhibió el crecimiento micelial de *Fusarium* sp. en 33,8%, sin embargo, no se verificaron diferencias estadísticas entre este úl-

timo y los aislados MS9, MS10, MS19R2, MS12R5 y MS16R2 (de 23 a 31% de inhibición del patógeno) (Cuadro 2). Los aislados MS15 y MS9R2 no se diferenciaron significativamente de los aislados MS16R2, MS12R5 y MS19R2 inhibiendo el crecimiento del patógeno en menos de 23%. Stazzonelli, Yasem & Ploper (2014) quienes en experimentos de placas superpuestas entre *Trichoderma* y *Sclerotinia sclerotiorum* reportaron que *Trichoderma artroviride* fue capaz de inhibir el crecimiento del patógeno en un 30,14%. Varios aislados con alta capacidad de inhibición (MS28R1) poseían un fuerte olor similar al 'coco' relacionado con la producción de 6-pentil alfa pirona como menciona Lupión (2014), el cual es uno de los metabolitos principales en la inhibición de patógenos.

Cuadro 2. Porcentajes de inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium* sp. enfrentados a distintos aislados nativos de *Trichoderma* spp. en condiciones *in vitro*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA), San Lorenzo, Paraguay. 2020.

Aislados de <i>Trichoderma</i> spp.	Inhibición de Crecimiento Micelial (%)*					
	Cultivo Pareado	Cultivo Superpuesto		Papel Celofán		
MS19R2	76,6	a	25,4	abc	42,2	Bc
MS16R2	70,6	ab	23,0	abc	22,0	D
MS12R5	70,0	ab	23,8	abc	54,0	A
MS9R2	70,0	ab	17,6	c	29,6	D
MS9	68,0	ab	31,0	ab	61,0	A
MS28R1	67,0	ab	33,8	a	33,0	Bcd
MS10	67,0	ab	30,0	ab	31,0	Cd
MS15	66,0	b	18,8	c	28,8	D
MS12R3	63,2	b	19,6	bc	43,0	B

*En las columnas, medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí por el Test de Duncan ($\alpha = 0.05$).



Experimento 3: Cultivo en papel celofán de *Trichoderma* spp. y *Fusarium* sp.

Los aislados de *Trichoderma* spp. causaron la mayor inhibición del crecimiento del patógeno (entre 54 y 61%). Por otra parte, los aislados MS12R3 y MS19R2 se diferenciaron significativamente de los demás tratamientos exceptuando al aislado MS28R1. Los aislados MS28R1, MS10, MS9R2, MS15 y MS16R2 inhibieron entre 28,8 y 33% (Cuadro 2). Estos últimos aislados presentaron valores de inhibición significativamente menores a los observados en los aislados MS19R2, MS12R3, MS12R5 y MS9. Los resultados sugieren que los distintos aislados de *Trichoderma* spp. presentan metabolitos tóxicos para el patógeno capaces de difundirse en el medio de cultivo afectando el crecimiento normal del patógeno. Otros autores mencionan que estos compuestos pueden ser metabolitos volátiles y solubles en agua (Zeilinger, Gruber, Bansal & Mukherjee, 2016) y metabolitos secundarios de bajo peso molecular (Cubilla-Ríos, Ruíz-Díaz-Mendoza, Romero-Rodríguez, Flores-Giubi & Barúa-Chamorro, 2019). Los resultados de las diferentes pruebas de antagonismo *in vitro* en este trabajo sugieren que diferentes aislados nativos de *Trichoderma* presentan disímiles mecanismos de inhibición de *Fusarium*. Mientras un aislado de *Trichoderma* spp. puede ser efectivo reduciendo el crecimiento del fitopatógeno por parasitismo directo (cultivo pareado), puede que no sea efectivo produciendo metabolitos (prueba de papel celofán) o induciendo resistencia en la planta. Por ello es importante considerar varios mecanismos de biocontrol a la hora de seleccionar cepas promisorias de *Trichoderma* spp. para su uso en control biológico. En futuras investigaciones se explorará la combinación de aislados con diferentes mecanismos de biocontrol de *Fusarium* sp. en condiciones de invernadero y campo.

Conclusión

Los resultados del presente trabajo permiten llegar a las siguientes conclusiones:

- Los mayores porcentajes de inhibición de *Fusarium* sp. enfrentado a aislados nativos de *Trichoderma* spp. son observados en el experimento 1 de cultivo pareado, con porcentajes de hasta 76,6% para el aislado MS19R2.
- Los aislados nativos de *Trichoderma* spp. presentan metabolitos volátiles capaces de inhibir el crecimiento micelial del patógeno, en porcentajes de hasta 33,8% de inhibición para el aislado MS28R1.
- Los metabolitos que se difunden en el medio de cultivo de los aislados nativos de *Trichoderma* spp. son capaces de inhibir el crecimiento micelial del patógeno, en porcentajes que van hasta el 61% de inhibición para el aislado MS9.

Referencias bibliográficas

- Corallo, B. (2012). Selección de cepas de *Trichoderma* sp. antagonistas del patógeno de sorgo *Fusarium nygamai*. *Facultad de Agronomía*, 31 (1), 23-38.
- Cubilla-Ríos, A. A., Ruíz-Díaz-Mendoza, D. D., Romero-Rodríguez, M. C., Flores-Giubi, M. E., & Barúa-Chamorro, J. E. (2019). Antibiosis of proteins and metabolites of three species of *Trichoderma* against Paraguayan isolates of *Macrophomina phaseolina*. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 63-77.



- Fernández-Gamarra, M. A., Maidana-Ojeda, M., & Enciso-Maldonado, G. A. (2017). Identificación molecular y tasa de crecimiento de cepas nativas de *Trichoderma* spp. aisladas de la Región Norte del Paraguay. *Investigación agraria*, 19 (2), 127-132.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2014). Producción de sésamo en el Paraguay. Recuperado de <http://www.iica.org.py/observatorio/producto-paraguay-sesamo-produccion.htm>
- Lupión, B. (2014). Evaluación del poder antagonista de *Trichoderma* sp. frente a dos formas especializadas de *Fusarium oxysporum* y dos especies de *Phytophthora*. Recuperado de <http://repositorio.ual.es:8080/jspui/bitstream/10835/2829/1/Trabajo.pdf>
- Mahmoud, A., & Abdalla, O. A. (2018). Biocontrol efficacy of *Trichoderma* spp. against sesame wilt caused by *Fusarium* spp.. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 51 (5-6), 277-287.
- Michel-Aceves, A. C., Otero-Sánchez, M. A., Ariza-Flores, R., Barrios-Ayala, A., & Alarcón-Cruz, N. (2013). Eficiencia biológica de cepas nativas de *Trichoderma* spp., en el control de *Sclerotium rolfsii* Sacc., en cacahuate. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17 (3), 89-107.
- Sanabria-Velázquez, A. D., & Grabowski-Ocampos, C. J. (2016). Control biológico de *Rosellinia* sp. causante de la muerte súbita en macadamia (*Macadamia integrifolia*) con aislados de *Trichoderma* spp. *Investigación Agraria*, 18 (2), 77-86.
- Stazzonelli, E. A., Yasem, M., & Ploper, D. (2014). Inhibición de *Sclerotinia sclerotiorum* por metabolitos volátiles y no volátiles producidos por especies nativas del género *Trichoderma*. *Rev Agron Noroeste*, 34 (2), 197-199.
- Wei, L., Zhang, H., Duan, Y., Li, C., Chang, S., & Miao, H. (2016). Transcriptome comparison of resistant and susceptible sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties inoculated with *Fusarium* spp.. *Plant Breeding*, 135 (5), 627-635.
- Zeilinger, S., Gruber, S., Bansal, R., & Mukherjee, P. K. (2016). Secondary metabolism in *Trichoderma*—Chemistry meets genomics. *Fungal biology reviews*, 30 (2), 74-90.



Eficacia de fungicidas y su relación con costos de aplicación para el control de la roya asiática en soja

Enciso Maldonado, G.A.¹, Sanabria Velázquez, A.D.¹, Fernández Gamarra, M.A.¹, Maidana Ojeda, M.^{1*}

¹Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica, Hohenau, Paraguay.

*autorpresentador@gmail.com

Introducción

La roya asiática de la soja (RAS), causada por *Phakopsora pachyrhizi*, es la principal enfermedad del cultivo de soja en el mundo (Langenbach, Campe, Beyer, Mueller & Conrath, 2016). En Paraguay, el control de la roya se realiza por medio de la aplicación de fungicidas sitio-específicos (sistémicos) y multisitio (protectores) (Mesa de la Ruya, 2018). En la actualidad no existe un único criterio para determinar el momento exacto de la primera aplicación, los productores se basan en la experiencia adquirida en temporadas pasadas o en los diferentes estadios fenológicos (Reis, Reis & Zanatta, 2018a). Los mismos autores señalan que este tipo de criterio ha causado aplicaciones inoportunas, imprecisas y excesivas, que han provocado la pérdida de sensibilidad del patógeno a fungicidas. En consecuencia, los fungicidas se han vuelto menos efectivos en el control de la RAS (Godoy et al., 2016), teniendo que aumentar el número de aplicaciones o el número de ingredientes activos por aplicación. Además, la presión de inóculo es un factor que afecta negativamente a la eficacia del fungicida, siendo mayor la presión en cultivos sembrados tardíamente (Enciso-Maldonado et al., 2019). En promedio, el costo de una aplicación de fungicidas para el control de la RAS alcanza los 32,5 USD ha⁻¹ (Núñez-Ramírez, 2019, comunicación personal), considerando un promedio de tres aplicaciones por ciclo en los 3,5 millones de hectáreas que se

siembran en el país (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas [CAPECO], 2020), el control de la RAS tiene un costo US \$ 341.250.000 a nivel país. Reis et al. (2018a) determinaron que la eficacia de control mínima, en la cual el costo de los granos de soja perdidos por el daño causado por RAS equivale al costo de la aplicación de fungicidas, es de aproximadamente 80%. Sin embargo, estos costos dependerán del precio de los granos, la eficacia de control, el costo y número de aplicaciones. El objetivo de este trabajo fue determinar la relación entre el daño causado al cultivo de soja, la eficacia de control de la RAS y el costo de aplicación de fungicidas utilizando modelos de regresión.

Metodología

Para los análisis se utilizaron datos experimentales obtenidos a partir ensayos de control de RAS conducidos en 2017/2018 (Alto Paraná) (n = 17). Se aplicó el análisis de regresión para establecer la relación entre el rendimiento (kg ha⁻¹) y la eficacia de control (%), y posteriormente entre la eficacia de control (%) y daño causado (kg ha⁻¹). El daño causado se calculó tomando la producción máxima obtenida durante este experimento (5426 kg ha⁻¹), y se restaron los rendimientos obtenidos en los demás tratamientos (Reis, Zannatta y Reis, 2018b).



Para el cálculo del costo de la aplicación de fungicidas se utilizó el precio de la soja de 270 USD ton⁻¹ (marzo de 2020). El costo de aplicación de fungicidas fue de USD 32,5 por aplicación (Núñez-Ramírez, 2019, comunicación personal) incluyendo el fungicida, el costo del tiempo de uso de maquinaria y salario del operador. Además, se incluyó el costo de la pérdida económica

por el acamado de las plantas por el paso de las máquinas en la primera aplicación (debido a que en las siguientes aplicaciones la máquina vuelve a pasar por donde pasó la primera vez) (Reis et al., 2018b) (Cuadro 1); no se incluyó el costo de la depreciación de la maquinaria. Se determinó el costo para una, dos, tres y cuatro aplicaciones.

Cuadro 1. Cálculo del costo de aplicación de fungicidas por hectárea.

Detalle del costo de una aplicación ha ⁻¹	Costo (USD)	Costo (kg ha ⁻¹)
Fungicida	32,5	120,4
Daño del acamado de las plantas por pasada de maquina (incluido solo en la primera aplicación)	76,0	281,5
Costo servicio de aplicación (combustible, lubricantes y jornal del operador)	10,0	37,0
Costo total de una aplicación	118,5	438,9
Costo de dos aplicaciones	161,0	596,3
Costo de tres aplicaciones	203,5	753,7
Costo de cuatro aplicaciones	246,0	911,1

Resultados y discusión

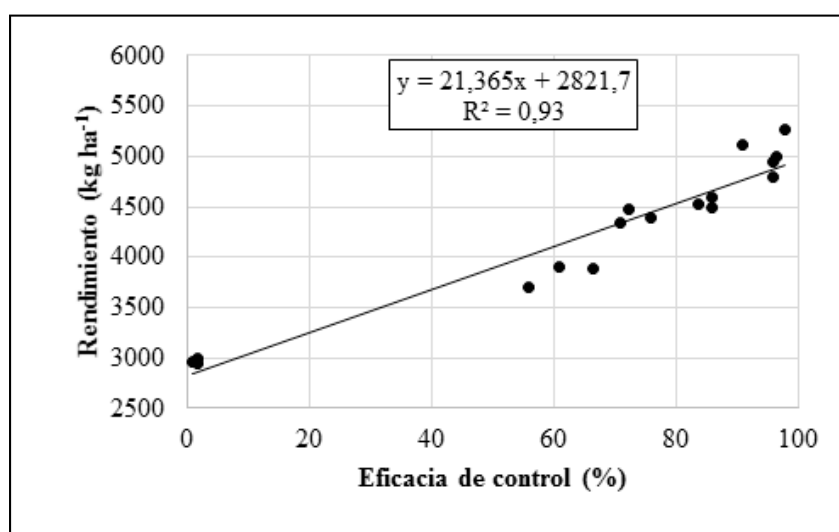


Figura 1. Relación entre el rendimiento de soja (kg ha⁻¹) y el porcentaje de eficacia de control de la RAS (%) en el cultivo de soja.



Durante los ensayos de campo se obtuvo un rendimiento base de 2941 kg ha⁻¹ y un máximo de 5261 kg ha⁻¹. La relación entre el rendimiento de grano de soja y el control es descrita por la función $y = 21,365x + 2821,7$ con $R^2 = 0,93$ ($Pr < 0,001$). Esta ecuación

sugiere que cada 1% de control de RAS provocó un aumento en el rendimiento de soja en una tasa de 21,365 kg ha⁻¹ (Figura 1). La función y el daño son similares a los reportados por Reis et al., (2018b).

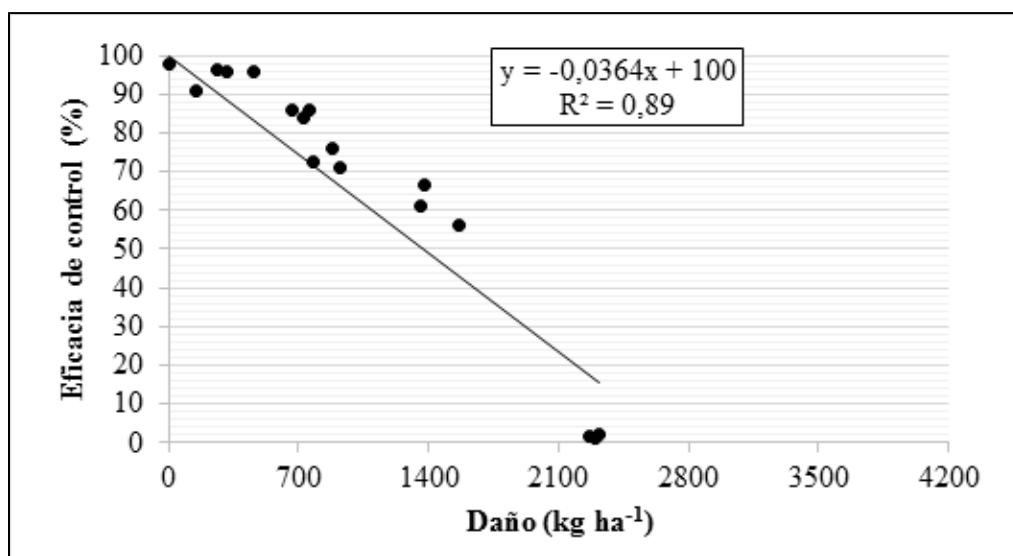


Figura 2. Relación entre la eficacia de control de la RAS y el daño causado (perdida de rendimiento en kg ha⁻¹) en el cultivo de soja.

La relación entre la eficacia de control y el daño (reducción del rendimiento de soja en kg ha⁻¹) durante los ensayos de campo es descrita por la función $y = -0,0364x + 100$ con $R^2 = 0,89$ ($Pr < 0,0001$), lo que indica que por cada 1% de pérdida de eficacia de control se produce un daño de 0,0364 kg ha⁻¹ (Figura 2).

Utilizando la función en la Figura 2 se calculó la eficacia de control en la cual el daño no sobrepasa el costo de aplicación de fungicidas como se muestra en el Cuadro 2. De esa manera con una sola aplicación la cual equivale a un costo de 118,5 USD ha⁻¹ (mismo valor que 438,9 kg ha⁻¹ de

soja) es necesario una eficacia de control 84,0% para que el costo de la pérdida no sea superior al de la aplicación (118,5 USD ha⁻¹). A la par, una eficacia de control del 78,3% causa a una pérdida de 596,3 kg ha⁻¹ (161,0 USD ha⁻¹) lo que equivale al costo de dos aplicaciones fungicidas en nuestras condiciones experimentales. Una eficacia de control de solo el 72,5% causa una pérdida de 753,7 kg ha⁻¹, equivalente al costo de tres aplicaciones (203,5 USD ha⁻¹) mientras que una eficacia de control de 66,8% causa una pérdida de 911,1 kg ha⁻¹, equivalente al costo de cuatro aplicaciones (246,0 USD ha⁻¹).



Cuadro 2. Porcentaje de eficacia de control en la cual el daño es equivalente al costo de aplicación de fungicidas en base a la función $EC = -0,0364 * \text{Daño} + 100$

Número de aplicaciones	Costo (USD ha ⁻¹)	Costo (Daño) (kg ha ⁻¹)	Eficacia de control (EC) (%)
Una	118,5	438,9	84,0
Dos	161118,5,0	596,3	78,3
Tres	203,5	753,7	72,5
Cuatro	246,0	911,1	66,8

Estrategias que eviten la pérdida de eficacia de fungicidas como rotación de modos y mecanismos de acción, aplicación basada en sistemas de detección y monitoreo de enfermedades deben ser empleadas por el productor debido que el costo de las aplicaciones de fungicidas es equivalente a aproximadamente el 30% del costo de producción.

En los últimos años como resultado de la falta de empleo de estas estrategias para prevenir la pérdida de eficacia y la alta presión de RAS ha aumentado el número y costo de aplicaciones por hectárea. Sin embargo, si un mayor número de aplicaciones no se traducen en mayor eficacia de control los costos de estas aplicaciones se doblan.

El costo de una eficacia de control de 66,8% es una pérdida de 246,0 USD ha⁻¹ (costo por ha de cuatro aplicaciones) más otros 246,0 USD ha⁻¹ (costo de 911,1 kg ha⁻¹ de soja perdidos a causa del daño causado por RAS) totalizando 492 USD ha⁻¹.

Por otro lado, si el número de aplicaciones se reduce a tres aplicaciones (203,5 USD ha⁻¹) con una alta eficacia de control (EC=84,0% y daño equivalente a 118,5 USD ha⁻¹) los costos por hectárea se reducen drásticamente a 322 USD ha⁻¹ ahorrando 170 USD ha⁻¹ comparado con el escenario anterior. Por tanto, es fundamental que se realicen prácticas de manejo que RAS que eviten la pérdida de eficacia de control de los fungicidas para maximizar el margen de ganancias.

Es importante resaltar que los resultados obtenidos en este trabajo están función a las condiciones experimentales de las cuales se tomaron los datos, por lo que el cálculo de pérdidas será variable dependiendo de otros factores como la zona donde se realice el experimento, genotipo utilizado y condiciones meteorológicas durante el experimento.



Conclusión

El empleo de fungicidas con una baja eficacia de control causa mayores costos de aplicación para el productor debido a un mayor número de aplicaciones y a la pérdida de rendimiento a causa del daño por RAS.

Referencias bibliográficas

- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas). (2020). Área de siembra, producción y rendimiento. Recuperado de <http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>
- Enciso-Maldonado, G. A., Maidana-Ojeda, M., Schlickmann-Tank, J. A., Montoya-García, C. O., Páez-Ranoni, H. J., Fernández-Riquelme, F., & Domínguez-Sanabria, J. A. (2019). Fungicidas sitio-específicos combinados con Mancozeb para el control de la roya asiática de la soya. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 37(1).
- Godoy, C. V., Seixas, C. D. S., Soares, R.M., Marcelino-Guimarães, F. C., Meyer, M. C., & Costamilan, L. M. (2016). Asian soybean rust in Brazil: Past, present, and future. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51 (5), 407-421.
- Langenbach, C., Campe, R., Beyer, S. F., Mueller, A. N., & Conrath, U. (2016). Fighting Asian soybean rust. *Frontiers in plant science*, 7, 797.
- Mesa de la Roya. (2018). Impacto socioeconómico de la Roya Asiática en la cadena de la soja en Paraguay.
- Reis, E. M., Reis, A. C., & Zanatta, M. (2018a). Reflexo econômico e desenvolvimento da resistência de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas em função do número de aplicações. *Summa Phytopathologica*, 44(3), 289-292.
- Reis, E. M., Zanatta, M., & Reis, A. (2018b). Eficiência do controle de uma doença para igualar ao custo da aplicação terrestre de fungicida: Um exemplo de cálculo com a ferrugem da soja. *Summa Phytopathologica*, Carta ao Editor.



Actividad curativa de fungicidas contra el tizón tardío en tomate

Enciso Maldonado, G. A.^{1*}, Lozoya Saldaña, H.¹, Sanabria Velázquez, A. D.¹,
Fernández Gamarra, M. A.¹, Maidana Ojeda, M.¹, Ayala Espínola, S. J.¹

¹Instituto de Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.

*gui77eenciso@hotmail.com

Introducción

El tizón tardío, causado por el oomicete *Phytophthora infestans*, es una de las enfermedades de mayor importancia en el cultivo de tomate. Bajo condiciones favorables, *P. infestans* tiene la capacidad de destruir cultivos enteros en pocos días debido a su corto ciclo de vida y a su alta tasa de esporulación (Pirondi, Brunelli, Muzzi & Collina, 2016), ocasionando pérdidas del rendimiento de hasta 100% (Nowicki, Foolad, Nowakowska & Kozik, 2012). El manejo del tizón tardío se realiza principalmente utilizando variedades resistentes y aplicando fungicidas protectores o curativos (Forbes et al., 2013). Las aplicaciones preventivas de fungicidas son las más comunes debido a que la mayoría de los modos de acción de estos productos inhiben la germinación de esporas, previniendo la infección (Pirondi et al. 2016). Sin embargo, los mismos autores mencionan que en la práctica los fungicidas pueden aplicarse también cuando la enfermedad ya está presente, una situación que ocurre comúnmente en el campo. A este manejo se le llama curativo. Entre los principales fungicidas utilizados para el control del tizón tardío se pueden mencionar fosetyl-AI y fluoxastrobina. El fosetyl-AI se metaboliza en un ion fosfito, el cual induce resistencia en el hospedero cuando se aplica externamente (Lyon, 2007). Por otro lado, la fluoxastrobina es un fungicida sistémico que pertenece a la familia de las estrobilurinas, actúa inhibiendo la respiración celular y es efectivo contra oomicetos (Lewis, Tzilivakis, Warner &

Green, 2016), además se ha observado que también induce algunos mecanismos de defensa en plantas (Serrano-Cervantes, Lozoya-Saldaña, Colinas-León, & Leyva-Mir, 2016). El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad curativa del fosetyl-AI y de la fluoxastrobina contra *P. infestans*, en condiciones de invernadero, para determinar su eficacia cuando se aplica después de que ha iniciado el proceso de infección.

Metodología

El experimento se realizó en los invernaderos de la Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México en el verano de 2016 durante 12 semanas. La temperatura media durante el periodo experimental fue de 19,6°C y la humedad relativa fue de 90%. Para la evaluación se utilizó el híbrido de tomate "EL CID F1" susceptible al tizón tardío. La siembra se realizó el 11 de julio en bandejas con sustrato a base de 25% de perlita y 75% de peat-moss regando diariamente hasta el momento del trasplante a los 25 días posteriores a la siembra (5 de agosto). Los tratamientos consistieron en aplicaciones semanales de los fungicidas fosetyl-AI 80% a dosis de 1,25 g/L y fluoxastrobina 40% a dosis de 2,50 mL/L y un testigo (solo agua) distribuidos en el follaje de las plantas. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. La unidad experimental consistió en 15 plantas de tomate en macetas de 20 L con arena volcánica como sustrato y fertilizadas diariamente con una solución nutritiva Steiner al 75%.



El inóculo de *P. infestans* fue aislado de hojas de tomate con síntomas de tizón tardío y multiplicado en medio de cultivo líquido a base de concentrado de arveja, sacarosa y agua destilada en una proporción 1:0.14:4 durante 16 días a 18 °C. La inoculación se realizó a los siete días después del trasplante (ddt) aplicando suspensiones de esporas en una concentración 4.10⁴ esporas/ml.

Los fungicidas se aplicaron a los 20, 27, 34, 41, 48 y 55 ddt con una mochila pulverizadora con pico tipo cono hueco. Se

evaluó la severidad de la enfermedad a los 26, 33, 40, 47, 54 y 61 ddt, utilizando la escala de Henfling (1982) (Cuadro 1). Además, se calculó la eficacia de control (EC) de cada fungicida en cada fecha evaluada según la siguiente fórmula: $EC = ((\text{Severidad del testigo} - \text{Severidad del Tratamiento}) / \text{Severidad del testigo}) * 100$ y el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) (Shaner & Finney, 1977). Se llevó a cabo análisis de varianza (ANOVA) de la variable respuesta y prueba de comparación de medias por Tukey ($\alpha=0,05$).

Cuadro 1. Escala de severidad para evaluación de tizón tardío en tomate (Henfling, 1982)

Nivel	Severidad (%)	Descripción
1	0	No se observan síntomas
2	0 - 5	Máximo 10 lesiones/planta
3	5 - 15	Plantas sanas, área foliar afectada (20 foliolos)
4	15 - 35	Mayoría de las plantas afectadas, 25% de follaje destruido (fd)
5	45 - 65	Parcela verde, hojas inferiores muertas 50% fd
6	65 - 85	Parcela verde, hojas inferiores muertas 75% fd
7	85 - 95	Solo hojas superiores verdes, tallos con lesiones
8	95 - 100	Parcela se ve parda, mayoría de tallos afectados o muertos
9	100	Tallos y hojas muertos

Resultados y discusión

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para los porcentajes de severidad a los 33 ddt ($P=0,0002$), 40 ddt ($P<0,0001$), 47 ddt ($P<0,0001$), 54 ddt ($P<0,0001$) y 61 ddt ($P<0,0001$). A los 33 ddt el tratamiento testigo presentó un 60% de severidad mientras que los tratados con fungicidas presentaron 7-10% de severidad. Esto sugiere que la aplicación de estos fungicidas inclusive 13 días posteriores a la inoculación fue capaz de reducir el progreso de la severidad. Las condiciones fueron propicias para el desarrollo de la enfermedad, observándose una severidad del 100% en plantas testigo a los 54 ddt (47 días después de la inoculación). Por el contrario, las plantas

tratadas con fungicidas tuvieron una severidad significativamente menor (Figura 1). Así también, se observaron diferencias significativas entre tratamientos para el ABCPE ($P<0,0001$), el testigo alcanzó un valor de 2735, el fosetyl-Al alcanzó un valor de 775 y la fluoxastrobina 406. Según estos resultados, la fluoxastrobina proporcionó una excelente protección contra *Phytophthora infestans*. Dado que los fungicidas aplicados presentan una acción sistemática, pueden evitar la germinación de nuevas esporas evitando infecciones secundarias. La fluoxastrobina actúa en la superficie de la hoja al inhibir la germinación de esporas de los patógenos. El efecto dominante de la fluoxastrobina y otras estrobilurinas sobre la inhibición de la



germinación de esporas se ha informado previamente en varios patógenos (Wong & Wilcox, 2001). Por otro lado, el fosetyl-AI no tiene un efecto directo contra *P. infestans*, sin embargo, cuando se metaboliza en la planta a ácido fosfónico presenta mayor actividad contra este patógeno, debido a que induce mecanismos de defensa de la planta al estimular la producción de fitoalexinas (Trique, Ravisé & Bompeix, 1981). Pirondi et al. (2017) encontraron que la aplicación post infección de fosetyl-AI produce un control insatisfecho si se aplica de manera aislada en post infección,

y sugieren mezclarlo con otro ingrediente activo para aumentar su eficacia de control post infección. Se demostró que el fosetyl-AI y la fluoxastrobina mostraron no solo actividad protectora sino también cierta actividad curativa contra ambas enfermedades que probablemente estén relacionadas con las propiedades translaminares y sistémicas del fungicida (Bartlett et al., 2002). Se observó una marcada diferencia en la eficacia de control proporcionada por ambos fungicidas contra la enfermedad.

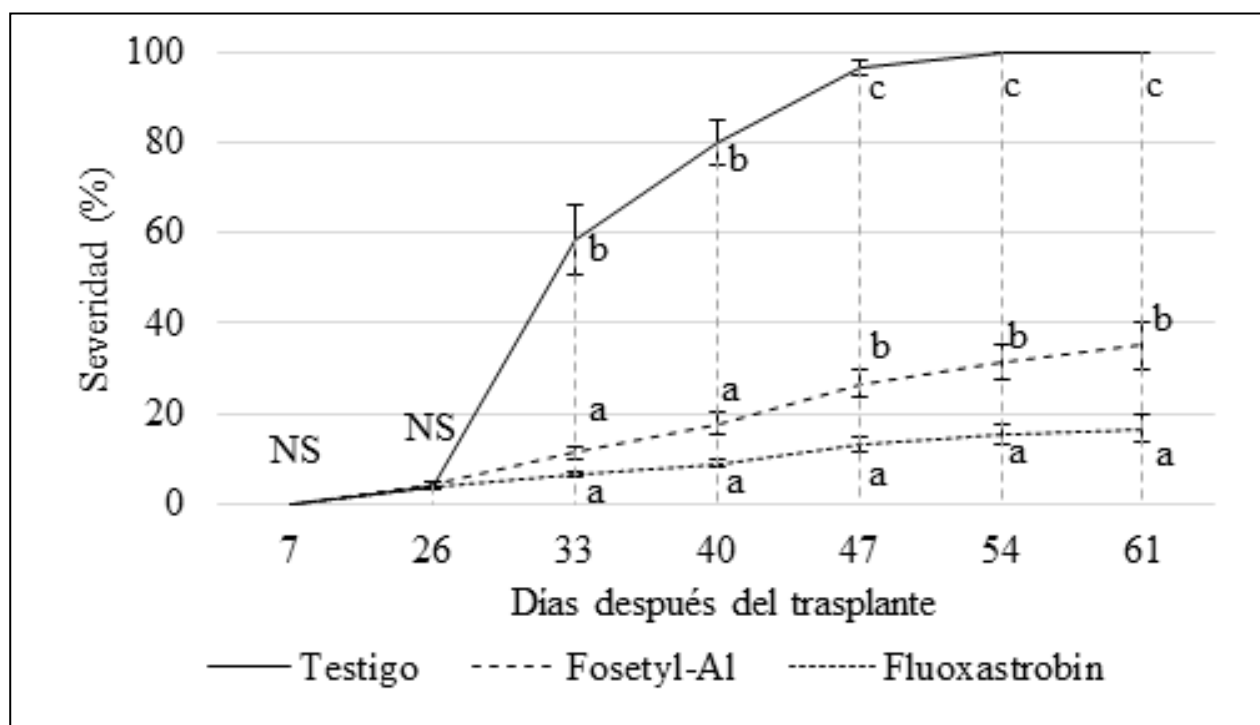


Figura 1. Porcentaje de severidad de los tratamientos. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en una misma fecha (Tukey 0,05).

La EC fue disminuyendo en función del tiempo, observándose que la fluoxastrobina alcanzó mayores porcentajes de EC que el fosetyl-AI (Figura 2). Tal diferencia puede explicarse por el hecho de que las infecciones secundarias se dan por

esporas que germinan en la superficie de la hoja, donde la concentración de fungicida es mayor que dentro del tejido de la hoja siendo este el caso de la fluoxastrobina (Reuveni, 2000).



El uso estrobilurinas en mezclas con otros fungicidas probablemente maximice la actividad biológica de los fungicidas asociados. Los datos obtenidos brindan información valiosa sobre el efecto curativo

de los fungicidas fosetyl-AI y fluoxastrobina. Se requiere más investigación para determinar la eficacia, las dosis de aplicación óptimas y los programas de tratamiento óptimos en condiciones de campo.

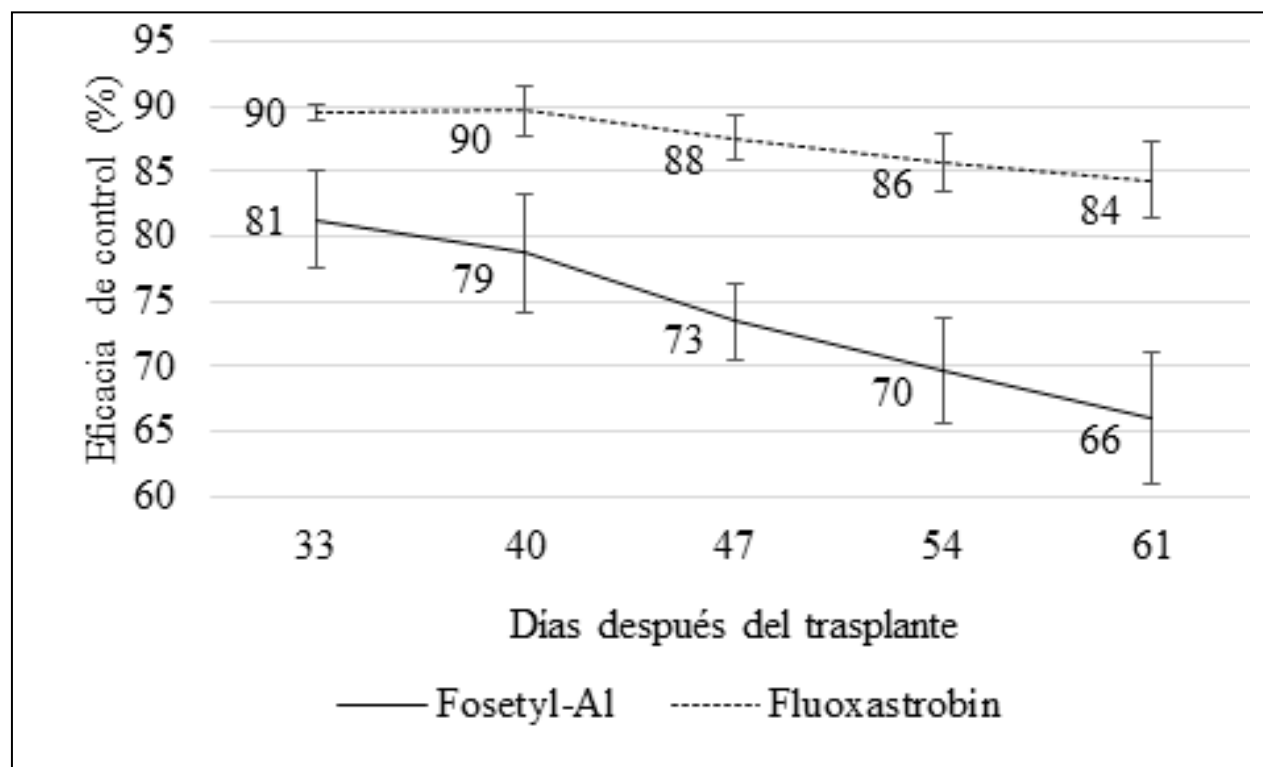


Figura 2. Porcentaje de eficacia de control de fungicidas evaluados.

Conclusión

Los fungicidas fosetyl-AI y fluoxastrobina presentan un efecto curativo al ser aplicados post infección sobre *Phytophthora infestans* causante del tizón tardío en condiciones de invernadero.



Referencias bibliográficas

- Bartlett, D. W., Clough, J. M., Godwin, J. R., Hall, A. A., Hamer, M., & Parr-Dobrzanski, B. (2002). The strobilurin fungicides. *Pest Management Science*, 58(7), 649–662.
- Forbes, G. A., Morales, J. G., Restrepo, S., Pérez, W., Gamboa, S., Ruiz, R., & Oliva, R. (2013). Phytophthora infestans and Phytophthora andina on Solanaceous hosts in South America. En K. Lamour (ed.), *Phytophthora: A global perspective* (pp.48-58). Oxfordshire, United Kingdom: CABI International.
- Henfling, J. W. (1982). Field screening procedures to evaluate resistance to late blight. CIP Technology Evaluation Series No. 1982-5.
- Lewis, K. A., Tzilivakis, J., Warner, D. J., & Green, A. (2016). An international database for pesticide risk assessments and management. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22(4), 1050-1064.
- Lyon, G. (2007). *Agents that can elicit induced resistance, induced resistance for plant defence: A sustainable approach to crop protection*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Nowicki M., M. R. Foolad, M. Nowakowska and E. U. Kozik, (2012). Potato and tomato late blight caused by *Phytophthora infestans*: an overview of pathology and resistance breeding. *Plant Disease* 96(1), 4–17. Recuperado de <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-11-0458>
- Pirondi A., A. Brunelli, E. Muzzi, and M. Collina (2017). Post-infection activity of fungicides against *Phytophthora infestans* on tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of General Plant Pathology*, 83(4), 244-252.
- Reuveni, M. (2000), Activity of trifloxystrobin against powdery mildew and downy mildew diseases of grapevines. *Revista Canadiense de Patología Vegetal*, 23, 52–59.
- Serrano-Cervantes, R., Lozoya-Saldaña, H., Colinas y León, M. T. B., & Leyva-Mir, S. G. (2016). Algunas alteraciones enzimáticas en papa causadas por fungicidas. *Revista fitotecnia mexicana*, 39(1), 25-31.
- Shaner, G. & Finney, R. E. (1977). The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*, 67, 1051-1056.
- Trique, B., Ravisé, A., & Bompeix, G. (1981). Modulation des infections à *Phytophthora* spp. provoquées chez la tomate. *Agronomie*, 1(9), 823–824.
- Wong, F. P., W. F. Wilcox (2001). Comparative physical modes of action of azoxystrobin, mancozeb and metalaxyl against *Plasmopara viticola* (Grapevine Downy Mildew). *Plant Disease*, 85(6), 649–656.



Efecto de la inoculación con *Azospirillum brasilense* sobre el cultivo de arroz

Díaz Lezcano, M. I.^{1*}, Fiori, C.¹

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

*maura.diaz@agr.una.py

Introducción

En general los microorganismos endófitos pueden localizarse en espacios intracelulares, intercelulares, o en el tejido vascular. Existen alrededor de 500 000 variedades diferentes de plantas superiores, por lo que la diversidad de hongos y bacterias asociadas pueden estimarse en valores superiores, sugiriendo una extensa diversidad de endófitos y la posibilidad de usarlos en agrobiotecnología (Caballero-Mellado, Von Scheven-Cordero, González-Cu & Aguirre, 2000). Existen varios géneros de rizobacterias que mejoran tanto la productividad como la calidad de los cultivos, *Azospirillum* sp.. está entre ellos (Almeida Moreira et al, 2020). Con relación al cultivo del arroz, Pazos (2000) y Velazco (2001) demostraron que entre los microorganismos presentes en la rizósfera se encontraba el género *Azospirillum* de forma predominante. El género *Azospirillum* se encuentra en distintas especies de plantas como en diversidad de suelos, clima y manejo agronómico Rangel et al (2011). Este género posee la capacidad de incrementar el rendimiento de la planta y una productividad efectiva y consistente (Dobbelaere et al 2002; Aravind, Kumar, Eapen & Ramana, 2008). Con el empleo de esta técnica se buscan alternativas de manejo más amigables con el medio ambiente que ayuden a paliar la contaminación de aguas y que al mismo tiempo la producción de arroz no vaya en detrimento. Esta investigación se realizó con el objetivo de analizar la actividad de la enzima ureasa en cultivo de arroz inoculado con *Azospirillum brasilense*.

Metodología

El experimento se realizó en el vivero forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias y la en el laboratorio de Fisicoquímica de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, entre los meses de diciembre de 2014 y julio de 2015. Consistió en una investigación prospectiva. Para el cultivo se utilizaron 25 macetas plásticas de 24 cm de altura y 22 cm de ancho, como sustrato se utilizó un suelo proveniente de un campo arrocero situado a 70 km de Asunción, específicamente en la ciudad de Villeta, Compañía *Ype Ka'e*. El mismo se zarandeó y se mezcló con arena lavada en proporciones 2:1. Se sembraron aproximadamente 50 semillas de arroz de la variedad EMBRAPA 7 TAIM. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos consistieron en T1 (Control absoluto): semillas de arroz sin tratamiento, T2 (Co+Mo): semillas de arroz tratadas con cobalto más molibdeno, T3 (Az): semillas de arroz inoculadas con *A. brasilense*, T4 (Az+1F): semillas de arroz inoculadas con *A. brasilense* más una aplicación foliar del inoculante y T5 (Az+2F): semillas de arroz inoculadas más dos aplicaciones foliares. Cada tratamiento estuvo compuesto de 5 repeticiones. Antes del desarrollo de la panoja se tomó una muestra de 100 g de suelo de cada tratamiento para realizar los análisis enzimáticos de actividad ureasa. Se colocó 5 g de suelo en un matraz volumétrico de 50 mL, luego se agregó 0,2 mL de tolueno y 9 mL del Buffer TRIS, se procedió a mezclar perfectamen-



te. Posteriormente se adicionó al matraz 1 mL de la solución de urea y se mezcló, se procedió a tapar el matraz e incubar por 2 h a 37 °C. Una vez concluido el periodo de incubación, se agregó 35 mL de solución de KCl-AgSO₄ 2,5 M se agitó y dejó reposar la solución a temperatura ambiente durante 5 min. Se aforó el contenido a 50 mL con KCl-AgSO₄, con agitación. Se extrajo 20 mL de la muestra incubada y se vertió en un matraz de destilación de 100 mL, se agregó 0,2 g de MgO y destiló hasta coleccionar 20 mL en un matraz erlenmeyer con 5 mL de la solución indicadora del ácido bórico. Se tituló el destilado con H₂SO₄ 0,005

M. Cada 1 mL de H₂SO₄ 0,005 M representó 70 µg de NH₄. Los datos obtenidos se evaluaron mediante el test no paramétrico Kruskal Wallis y posterior comparación pareada con el test de Mann-Whitney ambas con nivel de significancia p<0,05.

Resultados y discusión

El estadístico KW=0,3748>0,05 demuestra que no existió significancia, de igual forma en las comparaciones pareadas mediante Mann-Whitney (p<0,05) como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Comparaciones pareadas entre diferentes tratamientos en cuanto a la actividad ureasa.

	ST	Co+Mo	Az	Az+1F	Az+2F
ST		1	0,38	0,19	0,37
Co+Mo	1		0,26	0,38	0,26
Az	0,38	0,26		1	0,50
Az+1F	0,19	0,38	1		1
Az+2F	0,37	0,26	0,50	1	

Medias con p>0,05 no difieren estadísticamente entre sí.

La actividad ureasa se presentó decreciente hacia aquellos tratamientos con *A. brasilense* siendo mayor la actividad en aquellos que carecían del inoculante. Las mayores actividades se reflejaron en los tratamientos 1 y 2 que consistían en semillas sin tratamiento alguno y semillas tratadas con Co + Mo respectivamente (Figura 1).

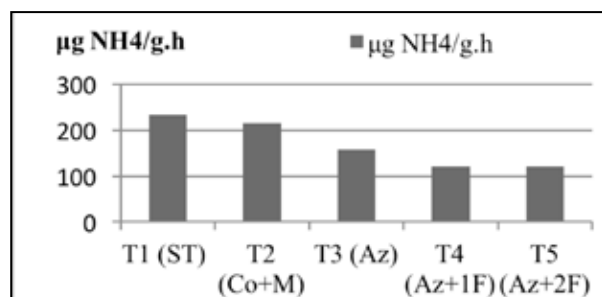


Figura 1. Cuantificación de la actividad enzimática ureasa en distintos tratamientos. San Lorenzo, Paraguay. 2015

Se ha reportado que *Azospirillum* posee la capacidad de generar enzimas que catalizan nutrientes haciéndolas más disponibles para la planta (Loredo, López & Espinosa, 2004). La enzima ureasa cataliza la conversión de la urea a amonio y dióxido de carbono (Henríquez, Uribe, Valenciano & Nogales, 2014). La misma reside en la fracción orgánica del mismo, con el tiempo, la materia orgánica del suelo disminuye debido a un proceso de biodegradación y de la misma forma lo haría la actividad de la enzima (Acosta, Zauahre, Rodríguez, Reyes & Rojas, 2012). La inoculación de *Azospirillum brasilense* no promovió cambios significativos en el crecimiento de plantas de arroz, a pesar de haber presentado un comportamiento similar al tratamiento con nitrógeno en cuanto al largo de la raíz principal (Amaral et al, 2020). En tanto que Mattos, Petrini, Valgas & Galarz (2017) afirman que el inoculante



que contiene *Azospirillum brasilense* tiene el potencial de aumentar la productividad de los cultivares de arroz, permitiendo la reducción de fertilización con nitrógeno mineral.

Conclusión

La dosis del inoculante a base de *A. brasilense* utilizado en el cultivo de arroz de la variedad EMBRAPA 7 TAIM no generó respuestas significativas entre tratamientos. La actividad de la enzima ureasa fue decreciente en su cuantificación y mayor en aquellos tratamientos carentes de *A. brasilense* como bioinoculante.

Referencias bibliográficas

- Acosta, Y., Zauahre, M. E., Rodríguez, L., Reyes, N., & Rojas, D. (2012). Indicadores de calidad bioquímica y estabilidad de la materia orgánica durante el proceso de compostaje de residuos orgánicos. *Multicencias*, 12(4): 390-399.
- Almeida Moreira, B. R. de, Silva Viana, R. da, Lopes Favato, V., Monteiro de Figueiredo, P. A., Manzani Lisboa, L. A., Tadao Miasaki, C., Chagas Magalhães, A., Bispo Ramos, S., Almeida Viana, C. R. d., Dias Rezende Trindade, V., & May, A. (2020). *Azospirillum brasilense* can impressively improve growth and development of urochloa brizantha under irrigation. *Agriculture*, 10(6), 220. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture10060220>
- Amaral, M. B., Ribeiro, N., de Carvalho, R. H., Ferreira, P. F. A., Ferreira, K. A. L., & Favero, V. O. (2020). Crecimiento de arroz inoculado con *Azospirillum brasilense*. *Cadernos de Agroecología*, 15(2).
- Aravind, R., Kumar, A., Eapen, S. J., & Ramana, K. V. (2008). Endophytic bacterial flora in root and stem tissues of black pepper (*Piper nigrum* L.) genotype: Isolation, identification and evaluation against *Phytophthora capsici*. *Letters in Applied Microbiology*, 48(2009), 58-64
- Caballero-Mellado, J., Von Scheven-Cordero, E., González-Cu, G., & Aguirre, J. (2000). *Azospirillum* inoculation and its agronomic application in Mexico. En Fourth European Nitrogen Fixation Conference. Sevilla, Spain. p. 45.
- Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A., Ptacek, D., Okon, Y., & Vanderleyden, J. (2002). Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. *Biología y Fertilidad de Suelos*, 36, 284-297.
- Henríquez, C., Uribe, L., Valenciano, A., & Nogales, R. (2014). Actividad enzimática del suelo-deshidrogenasa, B-glucosidasa, fosfatasa y ureasa-bajo diferentes cultivos. *Agronomía Costarricense*, 38(1), 43-54.



Loredo, C., López, L., & Espinosa, D. (2004). Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: Una revisión. *Terra Latinoamericana*, 22(2), 225-239.

Mattos, M. L. T., Petrini, J. A., Valgas, R. A., & Galarz, L. A. (2017). Efeito de inoculante contendo *Azospirillum brasilense* na produtividade de cultivares de arroz irrigado por inundação. In Embrapa Clima Temperado -Artigo em anais de congresso

(ALICE). En Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 10., 2017, Gramado. Intensificação sustentável: anais. Gramado: Sosbai, 2017.

Pazos, M. (2000). Aislamiento e identificación de cepas nativas, pertenecientes al género *Azospirillum* mediante técnicas moleculares (Tesis en opción al Grado Científico de Maestro en Ecología Microbiana). Facultad de Biología, Universidad de la Habana.

Rangel, J., Rodríguez, M., Ferrera, R., Castellanos, J., Ramírez, R., & Alvarado, E. (2011). Afinidad y efecto de *Azospirillum* sp. en maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 269-279.

Velazco, A. (2001). Utilización de en el cultivo del arroz (*Oryza sativa*) sobre un suelo Hidromórfico Gley de la provincia de Pinar del Rio (Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas). Instituto Nacional de Ciencias Agrícola, La Habana, Cuba.



Evaluación fitotóxica de los metabolitos secretados por el hongo fitopatógeno *Macrophomina phaseolina* aislado en Paraguay

Vaceque J.¹, Barua J.¹, Romero Rodríguez M.C.¹, Pineda A.¹, Cubilla A.¹, Flores Giubi M.E.^{1*}

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Química Biológica, San Lorenzo, Paraguay

*floresgiubi@qui.una.py

Introducción

Macrophomina phaseolina es un hongo fitopatógeno y necrotrófico que posee un amplio espectro de hospederos, entre los que se encuentran varios cultivos de importancia económica, como el maíz (*Zea mays* L.) (Ashraf Sahi, Haq & Ahmed, 2015), el poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) (Méndez-Aguilar, Reyes-Valdés & Mayek-Pérez, 2013), la soja (*Glycine max* L.) (Coser et al., 2017) el sésamo (*Sesamum indicum* L.) (Martínez-Hilders & Laurentin, 2012) e inclusive ha sido descrito en cultivos de estevia (*Stevia Rebaudiana Bertoni*) de Carolina del Norte (Koehler & Shew, 2017). Es causante de la enfermedad conocida como podredumbre carbonosa que afecta a la planta en todas las etapas de desarrollo (Kaur et al., 2012). Existe una gran variedad de factores se encuentran involucrados en el desarrollo de la enfermedad o en el proceso de infección de *M. phaseolina*, (Ivancovich Flores & Lavilla, 2013); entre los que se describen dos mecanismos, empleados para infectar el sistema vascular de las plantas, mediante la penetración mecánica o física y la secreción de enzimas y toxinas (Romero, Luna, Mueller, Singh & Wise, 2017). Se han identificado y descrito varias fitotoxinas de *M. phaseolina*; las cuales pueden desempeñar un papel en la supresión o en la activación de las respuestas de las plantas. Entre las que se han descrito como fitotoxinas se encuentran la botriodiplodina (Ramezani, Shier, Abbas, Baird & Sciumbato,

2007) y la faseolinona (Bhattacharya, Dhar, Siddiqui & Ali, 1994). También se han aislado e identificado otros metabolitos como el ácido faseolínico (Mahato et al., 1987), el macrofominol (Trigos, Reyna, Matamoros & González, 1995), asperlina, isoasperlina, acetilfomalactona, fomenona (Bhattacharya, Siddiqui & Ali, 1992) Sin embargo, los mecanismos de participación de las fitotoxinas en la interacción huésped-patógeno hasta la actualidad representan un área por descubrir, debido a la amplia diversidad química que existe y que aún se desconoce como estas moléculas están implicadas en la patogénesis (Pusztahelyi, Holb & Pócsi, 2015). El objetivo principal de este trabajo fue evaluar la fitotoxicidad de los metabolitos producidos por aislados paraguayos de *Macrophomina phaseolina*.

Metodología

Se utilizó el aislado del hongo *Macrophomina phaseolina* FCQ11 obtenido de cultivos de soja (*Glycine max* (L.) Merr.), proveniente de San Lorenzo, Departamento Central, este aislado pertenece al cepario micológico del Departamento de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción. El aislado fue mantenido en medio de cultivo agar papa dextrosa (PDA), del cual posteriormente se tomaron discos de micelio y se inocularon en botellas Roux que contenían el medio de cultivo líquido papa



dextrosa (PDB), las botellas se incubaron por un periodo de ocho días en estufa microbiológica en condiciones estáticas de oscuridad y a 30°C. Trascurrido el tiempo de crecimiento, se separó el micelio de los medios de cultivo por filtración al vacío, el filtrado obtenido, fue extraído mediante partición líquido-líquido con acetato de etilo 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. Se realizó la cromatografía en columna a partir del extracto orgánico obtenido del aislado de *M. phaseolina*, a partir del cual se procedió a la obtención y el aislamiento de las fracciones semipurificadas. Las fracciones de interés fueron analizadas y purificadas por HPLC y posteriormente identificadas por Resonancia Magnética Nuclear, así se identificaron los metabolitos macrofominol, asperlina, isoasperlina y acetilfomalactona en colaboración con el Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz, España.

Para la evaluación de la actividad fitotóxica de los metabolitos obtenidos, se utilizó los modelos de ensayo en discos de hoja de *Phaseolus vulgaris* y plántulas de soja (*Glycine max*). Para los ensayos con disco de hojas se utilizaron hojas de *P. vulgaris*, cortadas con un sacabocados y colocadas en placas de Petri; sobre cada disco de hoja se colocaron 50µg de los compuestos purificados disueltos en acetonitrilo y agua en proporción 50%. 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 48 hs y posteriormente se evaluó el porcentaje de área foliar dañada en el

Software *Image J*. En el ensayo de plántulas, se obtuvieron las plántulas de soja de semillas de la variedad A5009, previamente esterilizadas, las plántulas fueron expuestas a los compuestos purificados, los cuales se disolvieron con Dimetilsulfóxido al 3%, las plántulas se colocaron en cámara bajo condiciones de crecimiento de luz continua y a una temperatura de 25°C por 48 a 72 horas, posteriormente se determinó el daño de membrana mediante la medición del porcentaje del contenido total de electrolitos empleando un conductímetro. 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

La purificación cromatográfica de las moléculas secretadas por *Macrophomina phaseolina* FCQ11 permitió la obtención y posterior identificación de cuatro metabolitos previamente descritos en la literatura: Acetilfomalactona (F3), Macrofominol (H3), Asperlina (H5), Isoasperlina (J4) (**Figura 1**). De ellos sólo el macrofominol fue descrito como metabolito producido por *M. phaseolina* (Trigos et al., 1995), los demás fueron descritos previamente en especies de *Aspergillus* (Argoudelis & Zieserl, 1966; Komai et al., 2003; Mizuba, Lee & Jiu, 1975), por lo tanto, el presente trabajo constituye el primer reporte en *M. phaseolina*.

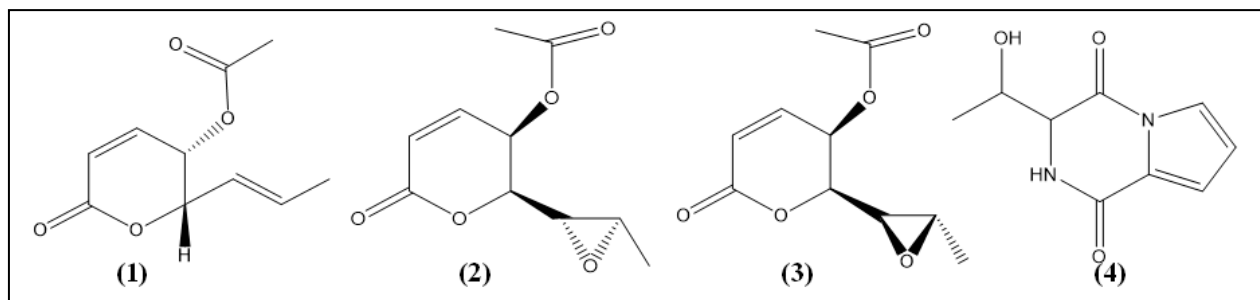


Figura 1: Estructura de los metabolitos secretados por *Macrophomina phaseolina*. Acetilfomalactona (1) Asperlina (2), Isoasperlina (3), Macrofominol (4)

Evaluación de la actividad fitotóxica

El ensayo de fitotoxicidad de las moléculas secretadas por *M. phaseolina* fue realizado sobre discos de hojas de *Phaseolus vulgaris* y plántulas de soja (*Glycine max*).

Ensayo en disco de hoja

Se evaluó la fitotoxicidad de 50 µg de los compuestos puros sobre discos de hojas de *Phaseolus vulgaris* empleando como control positivo ácido fosfórico y como control negativo el solvente en el que fueron disueltos los mismos. Se pudo observar que los compuestos evaluados provocaron daño o lesión en la superficie de los discos de hojas, en las mismas se observó la aparición de lesiones necróticas, en donde se observó diferencia significativa en la fitotoxicidad inducida por la asperlina con respecto a los demás compuestos, siendo

esta significativamente mayor, seguido de acetilfomalactona e isoasperlina y por último macrofominol (**Figura 2A**).

Ensayo de fuga de electrolitos inducida por compuestos purificados

Se realizó el ensayo de fuga de electrolitos inducida por los compuestos purificados en plántulas de soja. Se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de la fuga de electrolitos entre los compuestos acetilfomalactona, asperlina, isoasperlina con respecto al control, donde se destacó la acetilfomalactona como el metabolito que tuvo el mayor efecto sobre la membrana plasmática de las plántulas de soja. El macrofominol no presentó diferencias significativas con respecto al control (**Figura 2B**).

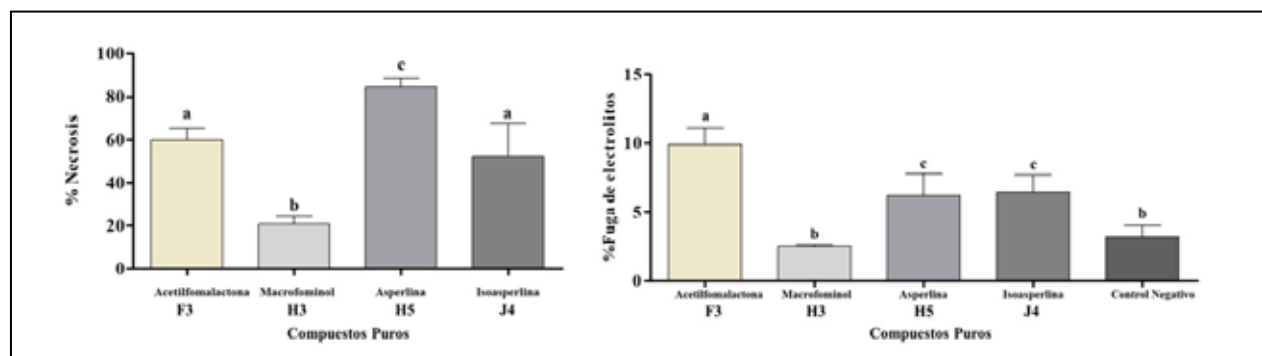


Figura 2. A) Ensayo de Fitotoxicidad en discos de hoja de *Phaseolus vulgaris*.



Porcentaje de necrosis inducida por 50 μ g de los metabolitos secretados por *M. phaseolina* cultivado en los medio PDB. Medidos a las 48 hs de exposición. **B) Efecto de los metabolitos de *M. phaseolina* en la liberación de electrolitos de plántulas de soja.** Plántulas expuestas a 5 mg/mL de los compuestos puros obtenidos del extracto orgánico de *M. phaseolina*; Grupo control plántulas expuestas a DMSO al 3%. Medidos a las 24 hs de exposición. Letras diferentes representan diferencias significativas entre los compuestos puros, $p < 0,05$ (ANOVA), PostHockTukey.

Con estos ensayos se evaluó el efecto o participación que puedan presentar dichos metabolitos en los procesos de interacción patógeno-huésped, de manera a determinar la implicancia de dichos metabolitos en los efectos observados en los procesos de infección como ser clorosis o lesiones necróticas y daño a nivel de membrana o debilitamiento de las paredes, teniendo en cuenta que los cuatro metabolitos fueron capaces de inducir necrosis de tejido foliar de *Phaseolus vulgaris*, y también, exceptuando al macrofominol, fueron capaces de inducir daño de membrana plasmática. Estos resultados demostraron por primera vez la actividad fitotóxica de los metabolitos secretados por *M. phaseolina* en el modelo vegetal seleccionado. Por otro lado, el macrofominol, podría tener un mecanismo diferente para la inducción de necrosis en las hojas, pero aún se desconoce su función específica en el proceso de interacción patógeno - huésped.

Conclusión

El aislado de *M. phaseolina* FCQ11 secretó al medio de cultivo una variedad de metabolitos, los cuales fueron identificadas mediante el análisis de datos espectroscópicos por Resonancia Magnética Nuclear, así se identificaron

cuatro moléculas previamente descritas en la literatura: acetilfomalactona, macrofominol, asperlina e isoasperlina; cuya actividad fitotóxica se demostró en dos modelos de ensayo; el ensayo discos de hoja de *Phaseolus vulgaris* y con plántulas de soja. En el ensayo de disco de hoja, se demostró que los cuatro metabolitos fueron capaces de producir necrosis al tejido vegetal. El bioensayo de plántulas de soja permitió determinar la capacidad de los metabolitos secretados por *M. phaseolina* FCQ11 inducir daño en la membrana plasmática de las plántulas expuestas a ellas.

Referencias bibliográficas

- Argoudelis, A., & Zieserl, J. (1966). The structure of U-13, 933, a new antibiotic. *Tetrahedron Letters*, 18, 1969–1973.
- Ashraf, W., Sahi, S. T., Haq, I., & Ahmed, S. (2015). Morphological and pathogenic variability among *Macrophomina phaseolina* isolates associated with maize (*Zea mays*). *International Journal of Agriculture and Biology*, 17(5), 1037–1042.
- Bhattacharya, D., Dhar, T., Siddiqui, K., & Ali, E. (1994). Inhibition of seed germination by *Macrophomina phaseolina* is related to phaseolinone production. *Journal of Applied Bacteriology*, 77, 129–133.
- Bhattacharya, D., Siddiqui, K. A. I., & Ali, E. (1992). Phytotoxic metabolites of *Macrophomina phaseolina*. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology*, 22(1), 54–57.
- Coser, S. M., Chowda R., Mueller, D. S., Mengistu, A., Singh, A., & Singh, A. K. (2017). Genetic architecture of Charcoal Rot (*Macrophomina phaseolina*) resistance in soybean revealed using a diverse panel. *Journal Frontiers in Plant Science*, 8, 1–12.



- 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.
- Koehler, A., & Shew, H. D. (2017). *First report of charcoal rot of stevia caused by Macrophomina phaseolina in North Carolina.*
- Komai, S.-I., Hosoe, T., Fukushima, K., Miyaji, M., Horie, Y., & Kawai, K.-I. (2003). Antifungal activity of pyranone and furanone derivatives, isolated from *Aspergillus* sp. IFM51759, against *Aspergillus fumigatus*. *Mycotoxins*, 53(1), 11–17.
- Mahato, S., Siddiqui, K., Bhattacharya, G., Ghosa, T., Sholichin, M., & Kawasaki, T. (1987). Structure and stereochemistry of phaseolinic acid: A new acid from *Macrophomina phaseolina*. *Journal of Natural Products*, 50(2), 245–247.
- Martínez-Hilders, A., & Laurentin, H. (2012). Caracterización fenotípica y molecular de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. proveniente de la zona de producción de ajonjolí en Venezuela. *Bioagro* 24(3), 187–196.
- Méndez-Aguilar, R., Reyes-Valdés, M., & Mayek-Pérez, N. (2013). Avances y perspectivas sobre el mapeo genético de la resistencia a las pudriciones de la raíz en frijol común. *Phyton*, 82, 215–226.
- Mizuba, S., Lee, K., & Jiu, J. (1975). Three antimicrobial metabolites from *Aspergillus caespitosus*. *Canadian Journal of Microbiology*, 21(11), 1781–1787.
- Pusztahelyi, T., Holb, I. J., & Pócsi, I. (2015). Secondary metabolites in fungus-plant interactions. *Journal Frontier in Plant Science* 6, 1–23.
- Ramezani, M., Shier, W. T., Abbas, H., Baird, R. E., & Sciombato, G. L. (2007). Soybean charcoal rot disease fungus *Macrophomina phaseolina* in Mississippi produces the phytotoxin (-)-botryodiplodin but no detectable phaseolinone. *Journal of Natural Products*, 70(1), 128–129.
- Romero, Luna, M. P., Mueller, D., Singh, A. K., & Wise, K. A. (2017). Advancing our understanding of charcoal rot in soybeans. *Journal of Integrated Pest Management*, 8(1), 1–8.
- Trigos, A., Reyna, S., Matamoros, B., & González, G. (1995). Macrophominol a diketopiperazine from cultures of *Macrophomina phaseolina*. *Pergamon*, 40(6), 1697–1698.



Actividad antifúngica del extracto orgánico y fracciones de un aislado de *Trichoderma* sp. contra *Macrophomina phaseolina*

Ruiz Diaz, D. D.^{1*}, Campuzano, R. A.¹, Romero Rodríguez, M. C.¹, Flores Giubi, M. E.¹, Barúa, J.E.¹

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, Departamento de Química Biológica. San Lorenzo Paraguay.

*druizdiaz@qui.una.py

Introducción

El sector agrícola constituye una de las principales actividades económicas de Paraguay, uno de los problemas que afecta el rendimiento de la producción es la acción de organismos fitopatógenos, lo cual lleva a importantes pérdidas económicas (Nina, Smeltekop, Almanza & Loza, 2011). El control biológico ha sido una alternativa muy estudiada en los últimos tiempos, debido a que supone una alternativa a la utilización de agroquímicos y de esta forma una producción agrícola sustentable y amigable con el medio ambiente (Grabowski, Orrego, & Soilan, 2014). El hongo fitopatógeno *Macrophomina phaseolina* es causante de la pudrición carbonosa, una de las enfermedades de mayor importancia en la agricultura que puede afectar a más de 500 especies de plantas (Ramos et al., 2016). El control biológico de *M. phaseolina* con especies del género trichoderma es una alternativa que ha mostrado buenos resultados. Uno de los principales mecanismos de acción de los hongos del género trichoderma para inhibir el crecimiento de hongos fitopatógenos, es la producción de metabolitos secundarios que actúan como fungicidas (Cubilla, Ruiz-Diaz, Romero-Rodríguez, Flores-Giubi, & Barúa-Chamorro, 2019). Determinar la naturaleza de los compuestos producidos por trichoderma con actividad antifúngica frente a fitopatógenos es esencial para diseñar estrategias

más eficaces de control biológico de *M. phaseolina*. El objetivo del presente trabajo fue determinar la actividad antifúngica de moléculas secretadas por una cepa nativa de *Trichoderma* sp. frente a un aislado de *Macrophomina phaseolina*.

Metodología

Obtención y análisis del extracto orgánico: Los experimentos fueron realizados en el Laboratorio de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ) de la Universidad Nacional de Asunción, entre los meses de julio y noviembre del año 2020. El aislado de *Trichoderma* sp. (FCQ13) y el fitopatógeno *Macrophomina phaseolina* (FCQ39) fueron mantenidos en placas de Petri con medio de cultivo PDA (Agar-Papa-Dextrosa), en estufa microbiónica a 30°C. Para la obtención del extracto orgánico crudo, tres discos de micelio de 5 mm de diámetro de la cepa de *Trichoderma* sp. fueron inoculados en 200 mL de medio de cultivo PDB (Papa-Dextrosa-Caldo) y fueron incubados durante 7 días a 30°C. El control negativo fue el medio PDB sin inóculo. El micelio se separó mediante filtración y el filtrado se extrajo tres veces con acetato de etilo en proporción filtrado: solvente orgánico (1:½; 1:½, 1:½), la fracción orgánica fue evaporada para eliminar el solvente mediante un evaporador rotatorio. Para la determinación de la actividad



antifúngica de fracciones del extracto orgánico, se realizó el fraccionamiento de 60 mg del extracto orgánico crudo mediante cromatografía en columna (CC), utilizando gel de sílice 60 (0,063-0,200 mm de grosor, Merck®) como fase estacionaria y como fase móvil una mezcla de hexano: acetato de etilo (AcOEt) de polaridad creciente (10 %, 40 %, 60 % y 100 % AcOEt). Las fracciones orgánicas fueron analizadas mediante cromatografía en capa delgada (CCD) para la comparación de los metabolitos presentes en cada fracción, utilizando cromatofolios de gel de sílice 60 F₂₅₄ (Merck®) como fase estacionaria y una mezcla de hexano: acetato de etilo (1:1) como fase móvil. En la placa se colocaron iguales cantidades de cada fracción, una vez culminada la elución cromatográfica las placas fueron reveladas con el revelador químico vainillina.

Evaluación de la actividad antifúngica : Para la evaluación de la actividad antifúngica se utilizó la metodología de Vinale *et al* 2006, con modificaciones. El extracto orgánico crudo y las fracciones orgánicas (10 %, 40 %, 60 % y 100% AcOEt) fueron disueltos en una solución acuosa al 5 % de dimetilsulfóxido (DMSO) hasta obtener una solución de concentración final de 20 µg/µL y se ensayaron contra *Macrophomina phaseolina* para evaluar las propiedades antifúngicas de dichos extractos. Se utilizaron discos de 5 mm de diámetro de micelio del patógeno, se colocaron en el centro de placas de Petri que contenían 10 mL de PDA. En la parte superior del disco de micelio fueron añadidos 10 µL de las soluciones del extracto orgánico crudo y de las fracciones orgánicas. Como control positivo se utilizó Tebuconazole disuelto en solución acuosa de DMSO al 5% y como control negativo se utilizó 10 µL de solución

acuosa de DMSO al 5 %. Las placas se incubaron a 30 °C durante 60 h, el crecimiento del patógeno se midió cada doce horas registrando el radio de crecimiento. Todos los ensayos se realizaron por triplicado. Para el cálculo del porcentaje de inhibición de crecimiento (PIC) se utilizó la siguiente fórmula: $PIC = ((C-T)/C) \times 100$. Donde, C es la medida del crecimiento del fitopatógeno en la placa control, T es la medida del crecimiento del fitopatógeno en la placa de ensayo. Los resultados de porcentajes de inhibición obtenidos se interpretaron mediante la prueba t-Student, considerando un nivel de confianza del 95% empleando el software GraphPrism®.

Resultados y discusión

Obtención y análisis del extracto orgánico de *Trichoderma* sp. FCQ 13

El rendimiento del extracto orgánico crudo obtenido a partir de la inoculación de discos de micelio de *Trichoderma* sp. FCQ13 en medio PDB fue de 70 mg por litro de medio de cultivo líquido. Mediante la cromatografía en columna se obtuvieron 4 fracciones orgánicas, F1; 2,3mg (10 % AcOEt), F2; 42,8mg (40 % AcOEt), F3; 6,1 (60 % AcOEt), F4; 4,9mg (100% AcOEt). En el análisis comparativo del perfil de los metabolitos secundarios secretados por el hongo biocontrolador, obtenidos en las distintas fracciones orgánicas, se observó la presencia de una banda de mayor intensidad en la fracción F2 con una relación de frente (rf) igual a 0,37, que indica la presencia de mayor cantidad relativa del metabolito en la fracción mencionada, que corresponde a la elución de CC con fase móvil de 40% AcOEt (Figura 1B).

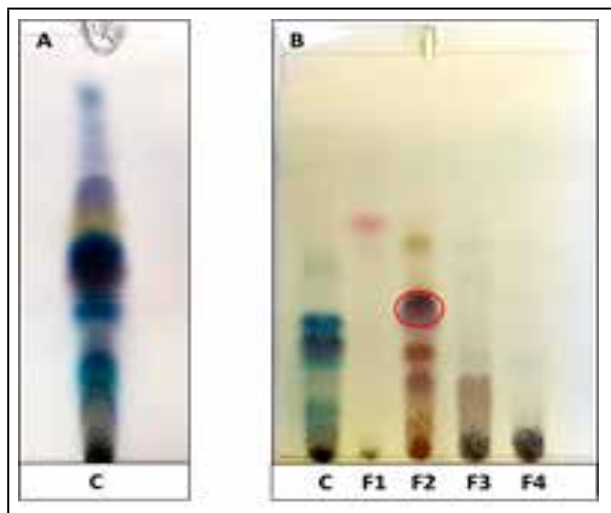


Figura 1A. Cromatografía en Capa Delgada del extracto crudo de *Trichoderma sp.* FCQ13. Fase estacionaria: gel de sílice 60 F₂₅₄; fase móvil (Hex: AcOEt) 1:2. Revelador vainillina. **Figura 1B. Cromatografía en Capa Delgada del extracto crudo y las fracciones orgánicas de *Trichoderma sp.* FCQ13.** Fase estacionaria: gel de sílice 60 F₂₅₄; fase móvil (Hex: AcOEt) 1:1. Revelador vainillina. **(C)** extracto crudo de FCQ 13. **(F1, F2, F3 y F4)** fueron las fracciones orgánicas obtenidas por CC 10%, 40%, 60% y 100%, respectivamente. El círculo de color rojo indica el compuesto con relación de frente igual a 0,37.

Con la finalidad de observar una mayor separación de los metabolitos presentes en el extracto orgánico crudo se realizó la CCD con una fase móvil (Hex: AcOEt) 1:2 y fue revelado con el revelador químico vainillina, observándose una importante complejidad química del extracto crudo, lo que sugiere la presencia de varios metabolitos secundarios secretados al medio de cultivo por este aislado de trichoderma nativo del Paraguay (Figura 1A). Las cepas de trichoderma tienen la capacidad de producir una gran variedad de metabolitos que son las responsables de su capacidad de inhibir el desarrollo de agentes patógenos (Vinale et

al., 2014), en este caso se evidenció que en concordancia con lo esperado el hongo biocontrolador es capaz de secretar una gran variedad de moléculas al medio de cultivo.

Evaluación de la actividad antifúngica

Se evaluó la actividad antifúngica frente a *Macrophomina phaseolina* del extracto orgánico crudo y las fracciones orgánicas obtenidas mediante CC: F1, F2, F3 y F4, ordenadas de menor a mayor polaridad. La inhibición del crecimiento del fitopatógeno fue determinada midiendo la zona de crecimiento radial (Figura 2).

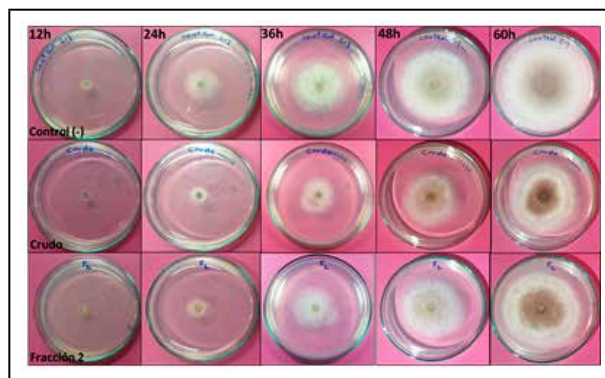


Figura 2. Imágenes representativas del ensayo de actividad antifúngica. Crecimiento del fitopatógeno *M. phaseolina* frente al extracto crudo y a la fracción 2 (F2) a las 12 horas, 24 horas, 36 horas, 48 horas y 60 horas. **Arriba:** controles negativos a los mismos tiempos de evaluación.

Los resultados de la actividad antifúngica de las moléculas secretadas por *Trichoderma sp.* FCQ13, presentes en las diferentes fracciones se muestran en la Cuadro 1.



Cuadro 1. Ensayo de actividad antifúngica de metabolitos secretados por *Trichoderma* sp. FCQ13 frente a *Macrophomina phaseolina* FCQ39. San Lorenzo, Paraguay. Año 2020

	PIC*				
	12h	24h	36h	48h	60h
Extracto crudo	71,4±24,7 ^{a*}	51,3±2,2 ^a	37,33±2,3 ^a	35,93±2,0 ^a	27,1±1,3 ^a
F1	30,1±2,7 ^a	28,1±2,9 ^b	16,0±4,0 ^b	4,8±4,4 ^b	1,7±1,5 ^b
F2	45,2±4,1 ^a	48,3±8,0 ^a	30,7±2,3 ^a	31,1±1,5 ^a	12,7±2,4 ^b
F3	19,8±7,6 ^a	25,1±9,7 ^a	17,3±4,6 ^b	7,8±3,4 ^b	1,7±1,5 ^b
F4	19,8±7,6 ^a	20,2±7,3 ^a	16,0±4,0 ^b	11,6±0,2 ^b	2,5±0,0 ^b

*PIC: Porcentaje de inhibición de crecimiento. Los resultados se expresan como promedios ± desviación estándar.
*Los valores seguidos por la misma letra en la columna, no muestran diferencias significativas con el extracto crudo en cada tiempo de evaluación ($p < 0.05$ t-Student).

El extracto orgánico crudo mostró 71,4 % de inhibición del crecimiento de *M. phaseolina* FCQ39 durante las primeras 12 horas, bajando a 51,3 % a las 24h, sin embargo, en general el extracto orgánico crudo mostró una importante inhibición de crecimiento de FCQ39 durante todo el ensayo que podría deberse a la producción de metabolitos con actividad antifúngica (Zhang, Xu, Zhang, & Gan, 2018).

Se evaluó la actividad antifúngica de las fracciones orgánicas F1, F2, F3 y F4, con la finalidad de identificar el grupo de compuestos con mayor actividad biológica inhibitoria del crecimiento del fitopatógeno.

De todas las fracciones, la fracción F2 fue la que presentó el mayor porcentaje de inhibición durante todo el ensayo, siendo la única fracción que no mostró diferencia significativa en el PIC hasta las 48h con respecto al extracto crudo, las moléculas que están presentes en esta fracción podrían ser las responsables del efecto inhibitorio observado.

En la fracción F2 se observó la presencia de un compuesto mayoritario (Figura 1A), este metabolito podría ser el responsable de la actividad antifúngica observada, para confirmar esta última afirmación se requerirán pasos posteriores de purificación, identificación y evaluación de la actividad antifúngica de los compuestos purificados.

Conclusión

La Fracción F2 del extracto orgánico mostró el valor más alto de inhibición del crecimiento del *M. phaseolina*. A partir del análisis cromatográfico se observó una gran diversidad de metabolitos secretados en el medio de cultivo y la presencia mayoritaria de un metabolito en la fracción F2 que podría ser el responsable de la actividad observada.



Referencias bibliográficas

- Cubilla-Ríos, A. A., Ruiz-Díaz, D. D., Romero-Rodríguez, M. C., Flores-Giubi, M. E., & Barúa-Chamorro, J. E. (2019). Antibiosis de proteínas y metabolitos en especies de *Trichoderma* contra aislamientos paraguayos de *Macrophomina phaseolina*. *Agron Mesoam*, 30(1), 63-77.
- Grabowski, C., Orrego, A., & Soilan, L. (2014). Control biológico de enfermedades de las plantas en Paraguay. En Bettiol, W., Rivera, M., Mondino, P., Jaime, R., Montealegre, A., & Colmenárez, Y. C. *Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina y el Caribe* (pp. 309-319). Uruguay: Universidad de la República.
- Nina, R., Smeltekop, H., Almanza, J. C., & 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.
- Ramos, A. M., Gally, M., Szapiro, G., Itzcovich, T., Carabajal, M., & Levin, L. (2016). In vitro growth and cell wall degrading enzyme production by Argentinean isolates of *Macrophomina phaseolina*, the causative agent of charcoal rot in corn. *Rev Argent Microbiol*, 48, 267-273.
- Vinale, F., Marra, R., Scala, F., Ghisalberti, E. L., Lorito, M., & Sivasithamparam, K. (2006). Major secondary metabolites produced by two commercial *Trichoderma* strains active against different phytopathogens. *Letts Appl Microbiol*, 43(2), 143-8.
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Woo, S. L., Nigro, M., Marra, R.,... & Lorito, M. (2014). *Trichoderma* secondary metabolites active on plants and fungal pathogens. *Open Mycol J*, 8(1), 127-39.
- Zhang, S., Xu, B., Zhang, J., & Gan, Y. (2018). Identification of the antifungal activity of *Trichoderma longibrachiatum* T6 and assessment of bioactive substances in controlling phytopathogens. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 147, 59-66.



Evaluación del efecto de la pared celular de *Macrophomina phaseolina* sobre la secreción y acumulación de proteínas de *Trichoderma harzianum*

Díaz Ferreira, N.J.^{1*}, Cubilla Ríos, A.A.¹, Flores Giubi, M.E.¹, Barúa Chamorro, J.E.¹, Romero Rodríguez, M.C.¹

¹Departamento de Química Biológica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*njdiazferreira@gmail.com

Introducción

Trichoderma harzianum ha sido ampliamente estudiado por su capacidad biocontroladora frente a diferentes fitopatógenos, siendo de esta forma una alternativa a los pesticidas sintéticos. Esta actividad biocontroladora se basa principalmente en la secreción de metabolitos secundarios y de enzimas extracelulares, las cuales contribuyen al micoparasitismo y antibiosis de este hongo sobre diferentes fitopatógenos (López-Mondéjar, Ros, & Pascual, 2011). La literatura científica sugiere que *T. harzianum* es capaz de modificar la producción de las proteínas y metabolitos de acuerdo al hongo que se enfrenta, así mismo, el nivel y la variedad de estos compuestos producidos y secretados está estrechamente relacionada a la composición de la pared celular del fitopatógeno sobre el que ejerce su acción biocontroladora. Estudios previos realizados con *T. harzianum* han demostrado que entre las principales proteínas contenidas en el secretoma de este hongo se encuentran las endoquitinasas, quitosanasas y glucanasas, siendo el nivel de las mismas variable de acuerdo a la fuente de carbono agregado al medio de crecimiento (Gómez-Mendoza et al., 2014). Entre los principales hongos fitopatógenos sobre el cual actúa *T. harzianum*, se encuentra el hongo polífago

y necrotrófico, *Macrophomina phaseolina* (Khalili et al., 2016), agente causal de la enfermedad podredumbre carbonosa en distintos cultivos de interés económico a nivel mundial (Beas-Fernández, Santiago, Hernández-Delgado, & Mayek-Pérez, 2006). Los trabajos encontrados en la literatura se centran en el análisis de las metabolitos y proteínas secretadas por el hongo crecido en medio suplementado con pared celular de distintos fitopatógenos, sin embargo, no se conoce suficiente sobre el comportamiento intracelular involucrado en la actividad biocontroladora de *T. harzianum* frente a *M. phaseolina*, es por ello que en el presente trabajo se plantea analizar el perfil diferencial de las proteínas secretadas y acumuladas en el micelio de *T. harzianum* cuando éste se expone a la pared de *M. phaseolina*, esto permitiría aportar datos para dilucidar las posibles rutas metabólicas implicadas en los procesos intracelulares que conllevan a la secreción de proteínas y metabolitos secundarios responsables de la actividad antifúngica y biocontroladora de *T. harzianum*.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la pared celular de *Macrophomina phaseolina* en la secreción y acumulación de proteínas de *Trichoderma harzianum* mediante el análisis del perfil proteico.



Metodología

Obtención de micelio y filtrado de *T. harzianum* a diferentes concentraciones de pared celular de *M. phaseolina*:

Se inocularon 3 discos de micelio de *T. harzianum* en medio de cultivo líquido caldo papa dextrosa (PDB) con y sin suplemento de pared celular, el medio fue suplementado con cantidades suficientes de pared celular de *M. phaseolina* obtenida mediante el protocolo descrito por Schoffemeer (Schoffemeer, 1999) para alcanzar concentraciones finales de 1% y 0,1% de pared celular (PDB_PC).

El micelio de *T. harzianum* se recogió por filtración al vacío, transcurrido 60 horas de cultivo, el filtrado fue congelado y liofilizado para la extracción de proteínas, y el micelio fue lavado y triturado con nitrógeno líquido, el polvo se mantuvo a -20°C hasta su uso. Como controles de crecimiento se utilizaron PDB sin pared celular y PDB con pared celular de *M. phaseolina*, ambos sin micelio de *T. harzianum*, así también se puso para crecer *T. harzianum* en ausencia de pared celular de *M. phaseolina*; incubados en las mismas condiciones experimentales.

Extracción, cuantificación y separación de proteínas del micelio *T. harzianum*:

Las proteínas fueron extraídas del polvo de micelio aplicando el método de partición con fenol seguido de la precipitación con ácido tricloroacético en acetona (Wang, Vignani, Scali, & Cresti, 2006). Las proteínas obtenidas fueron cuantificadas por el método descrito por Bradford (Bradford,

1976) y luego fueron separadas utilizando geles de poliacrilamida (Laemmli, 1970). El análisis del perfil diferencial se realizó utilizando el software ImageLab de BioRad.

Extracción, cuantificación y separación de proteínas secretadas por *T. harzianum*:

Se evaluaron dos protocolos de extracción, ácido tricloroacético en acetona seguida de limpieza con metanol cloroformo (Wessel & Flügge, 1984) y el método de partición con fenol seguido de la precipitación con ácido tricloroacético en acetona (Wang et al., 2006), el cual se realizó únicamente con la condición de cultivo de *T. harzianum* crecido con pared celular de *M. phaseolina* al 0,1%.

Las proteínas obtenidas fueron cuantificadas por el método descrito por Bradford (Bradford, 1976) y luego fueron separadas utilizando geles de poliacrilamida (Laemmli, 1970). El análisis del perfil diferencial se realizó utilizando el software ImageLab de BioRad.

Resultados y discusión

Los perfiles de las proteínas de micelio de *T. harzianum* en presencia de pared celular de *M. phaseolina* al 0,1 y 1% no presentaron diferencias en la resolución de bandas. Se eligió la concentración de 1% para suplementar el medio cultivo utilizado, ya que en la literatura la gran mayoría de los trabajos fueron realizados con concentración final de 1% de pared celular (Schoffemeer, 1999).



En la **Figura 1** se muestra el perfil de proteínas de micelio diferenciales obtenido en las diferentes condiciones de cultivo analizadas.

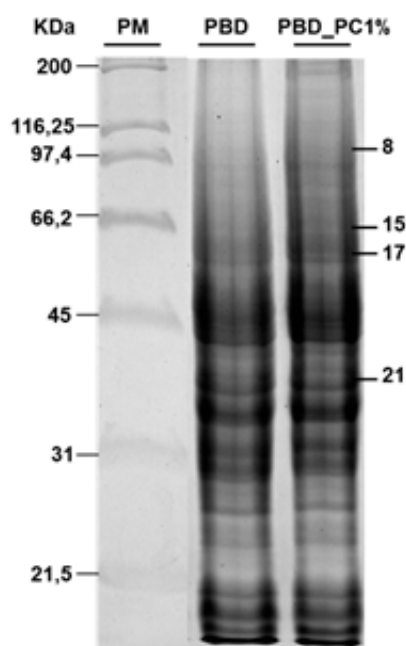


Figura 1. Imagen representativa de perfiles de proteínas de micelio de *T. harzianum* crecido en medio sin y con suplementado con pared celular de *M. phaseolina* al 1%. Los números indican las diferencias cuantitativas entre las condiciones de cultivo que fueron detectadas mediante una prueba *t-Student* con una significancia de $p < 0,05$.

La comparación de las intensidades de las 26 bandas consistentes mediante una prueba *t-Student* permitió detectar cuatro bandas estadísticamente significativas, las bandas 8, 15, 17 y 21; siendo las bandas 8 y 15 detectadas solamente en el carril de *T. harzianum* crecido en presencia de pared celular de *M. phaseolina* al 1%.; y las bandas diferenciales 17 y 21 constituyeron diferencias cuantitativas, existiendo diferencias estadísticamente significativas en la intensidad de las bandas en ambas condiciones.

En la **Figura 2** se observa el perfil de proteínas secretadas de *T. harzianum* crecido en medio suplementado con pared celular de *M. phaseolina* al 0,1%, extraídas mediante dos metodologías diferentes. Debido a que no existe diferencias entre los perfiles obtenidos por ambos métodos se optó por el método de TCA-Acetona seguida de la limpieza con metanol y cloroformo para realizar la evaluación de las proteínas secretadas.

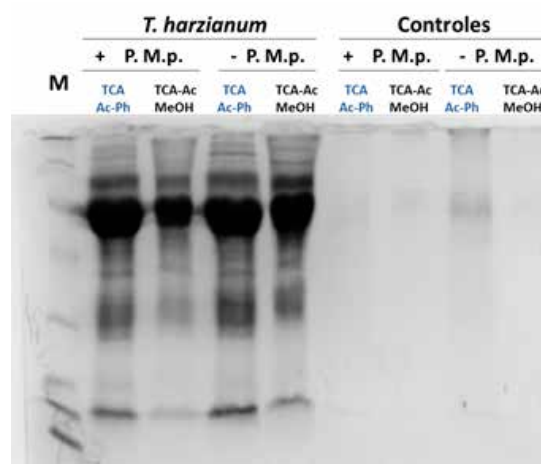


Figura 2. Perfil de proteínas secretadas de *T. harzianum* T34 suplementado con pared celular de FCQ11 al 0,1% extraídas mediante dos metodologías. Del filtrado liofilizado se pesó 200 mg de liofilizado y las proteínas fueron extraídas con TCA-Acetona seguida de limpieza metanol cloroformo y TCA-Acetona-Fenol. Mencionar medida o peso de los marcadores si corresponde.

Conclusión

El suplemento de pared celular de *M. phaseolina* a una concentración final de 1% al medio de cultivo de *T. harzianum* reveló que un efecto en la acumulación de proteínas de micelio. El análisis del perfil de proteínas arrojó cuatro bandas diferenciales, de las cuales dos mostraron diferencias cualitativas y las dos restantes, cuantitativas. Se ha seleccionado el método



TCA-Acetona seguida de la limpieza con metanol y cloroformo para evaluar las proteínas secretadas en respuesta a la pared celular de *M. phaseolina*.

Referencias bibliográficas

- Beas-Fernández, R., Santiago, A. D. S.-D., Hernández-Delgado, S., & Mayek-Pérez, N. (2006). Characterization of mexican and non mexican isolates of *Macrophomina phaseolina* based on morphological characteristics, pathogenicity on bean seeds and endoglucanase genes. *Journal of Plant Pathology*, Vol. 88, pp. 53–60. <https://doi.org/10.2307/41998280>
- Bradford, M. 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. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3)
- Gómez-Mendoza, D. P., Junqueira, M., Do Vale, L. H. F., Domont, G. B., Ferreira Filho, E. X., Sousa, M. V. De, & Ricart, C. A. O. (2014). Secretomic survey of *Trichoderma harzianum* grown on plant biomass substrates. *Journal of Proteome Research*, 13(4), 1810–1822. <https://doi.org/10.1021/pr400971e>
- Khalili, E., Javed, M. A., Huyop, F., Rayatpanah, S., Jamshidi, S., Roswanira, & ... Wahab, R. A. (2016). Evaluation of *Trichoderma* isolates as potential biological control agent against soybean charcoal rot disease caused by *Macrophomina phaseolina*. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. <https://doi.org/10.1080/13102818.2016.1147334>
- Laemmli, U. K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227(5259), 680–685. <https://doi.org/10.1038/227680a0>
- López-Mondéjar, R., Ros, M., & Pascual, J. A. (2011). Mycoparasitism-related genes expression of *Trichoderma harzianum* isolates to evaluate their efficacy as biological control agent. *Biological Control*, 56(1), 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.10.003>
- Schoffemeer, E. A. M. (1999). Biochemical aspects of the cell wall of *Fusarium oxysporum*. *Fungal Genetics and Biology*, 282, 275–282.
- Wang, W., Vignani, R., Scali, M., & Cresti, M. (2006). A universal and rapid protocol for protein extraction from recalcitrant plant tissues for proteomic analysis. *Electrophoresis*, 27(13), 2782–2786. <https://doi.org/10.1002/elps.200500722>
- Wessel, D., & Flügge, U. I. (1984). A method for the quantitative recovery of protein in dilute solution in the presence of detergents and lipids. *Analytical Biochemistry*, 138(1), 141–143. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(84\)90782-6](https://doi.org/10.1016/0003-2697(84)90782-6)



Efecto de *Bacillus subtilis*, incorporado a un programa de aplicaciones sobre enfermedades de final de ciclo en el cultivo de soja

Domínguez, J. A.^{1*}, Frutos, A. J.¹

¹Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay. Yguazú, Alto Paraná, Paraguay

*jorgedominguez0099@gmail.com

Introducción

Entre los principales factores que limitan la obtención de una alta productividad en soja se encuentran las enfermedades. En Paraguay las enfermedades foliares siguen en aumento como resultado de la expansión del cultivo y del monocultivo. La aparición de enfermedades foliares de final de ciclo en la soja causadas por los hongos *Sep-toria glycinis* y *Cercospora kikuchii* se observa fácilmente en lotes comerciales. Sin embargo, se necesita información precisa para cuantificar los daños y las pérdidas de productividad. Estos patógenos pueden causar reducciones de productividad de más del 20%. Ambas ocurren al mismo tiempo y, debido a las dificultades para evaluarlas individualmente, se las considera como un complejo de enfermedades de fin de ciclo (EFC). El principal método de control de este complejo consiste en el empleo de diversos fungicidas (triazoles, estrobilurinas, carboxamidas). Sin embargo hoy día se busca reducir su utilización ya que esta práctica viene propiciando la aparición de individuos resistentes. Esto, ha promovido el uso de otras estrategias como el control biológico. Entre los microorganismos de control más estudiados se encuentran las bacterias del género *Bacillus* sp. El género *Bacillus* es una fuente potencial para el desarrollo de biofungicidas debido a su capacidad de multiplicarse fácilmente, así

como la capacidad de producir una amplia gama de metabolitos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el mejor programa que integre el uso de *Bacillus* sp. para el control de EFC.

Metodología

El ensayo fue realizado en el campo experimental de la Fundación Nikkei-CETAPAR, ubicado en Yguazú, departamento de Alto Paraná. El diseño utilizado fue en bloques completos al azar con 8 tratamientos y 3 repeticiones, totalizando así 24 unidades experimentales. El testigo absoluto consistió en una parcela que no recibió ningún tipo de aplicación. En el cuadro 1 se describe los productos utilizados para cada tratamiento. En cuanto a los productos biológicos, se utilizaron dos cepas comerciales de *B. subtilis*, una procedente de Brasil (CNP-So3203) y otra de India (*B. subtilis* 1). Las aplicaciones de los fungicidas fueron realizadas con mochila a gas carbónico (CO₂ 50 kg.cm⁻² de presión de salida) espaciadas a 50 cm con picos tipo cono vacío. Todas las aplicaciones se realizaron en horas de la tarde, en condiciones ideales de humedad (>60%), viento (<3 km/h) y temperatura (18 – 25 °C). Las aplicaciones se realizaron en tres estadios fenológicos (V3; R1 y R3), la primera aplicación se realizó a los 45 días después de la siembra y posteriormente en un intervalo de 15 días.



Cuadro 1. Descripción de los tratamientos aplicados en el cultivo de soja. Colonia Yguazú, Paraguay.

Trat.	Momentos de aplicación – Estado Fenológico		
1 ^{ra} aplicación (V3)	2 ^{da} aplicación (R1)	3 ^{ra} aplicación (R3)	
1	testigo	testigo	Testigo
2	<i>B. subtilis</i> 1 300 ml/ha	<i>B. subtilis</i> 1 300 ml/ha	<i>B. subtilis</i> 1 300 ml/ha
3	<i>B. subtilis</i> (CNPSo3203) 300 ml/ha	<i>B. subtilis</i> (CNPSo3203) 300 ml/ha	<i>B. subtilis</i> (CNP-So3203) 300 ml/ha
4	(Fluxapyroxad + Piraclostrobin + epoxiconazole) 300 ml/ha	<i>B. subtilis</i> 1 + (CNP-So3203) 300 ml/ha c/u	<i>B. subtilis</i> 1 + (CNP-So3203) 300 ml/ha c/u
5	(Mancozeb) 1 kg/ha	<i>B. subtilis</i> 1 + (CNP-So3203) 300 ml/ha c/u	<i>B. subtilis</i> 1 + (CNP-So3203) 300 ml/ha c/u
6	(Protioconazole + Trifloxistrobin) 300 ml/ha	(Protioconazole + Trifloxistrobin) 300 ml/ha	(Protioconazole + Trifloxistrobin) 300 ml/ha
7	(Mancozeb) 1 kg/ha	(Mancozeb) 1 kg/ha	(Mancozeb) 1 kg/ha
8	<i>B. subtilis</i> 1 + (CNPSo3203) 300 ml/ha c/u	<i>B. subtilis</i> 1 + (CNP-So3203) 300 ml/ha c/u	<i>B. subtilis</i> 1 + (CNPSo3203) 300 ml/ha c/u

Para determinar la incidencia foliar se evaluaron 10 plantas por unidad experimental, se cuantificó la cantidad de trifolios con signos de enfermedad en función al total de hojas, los datos fueron expresados en porcentaje (%). Dicha evaluación se evaluó entre los estados fenológicos R4-R5. Una vez obtenidos los valores de incidencia foliar se determinó el porcentaje de control con la siguiente fórmula propuesta por (Daniels & Latin, 2013):

Porcentaje de control: (% de incidencia foliar del testigo - % de incidencia foliar del tratamiento) X 100

(% de incidencia foliar del testigo)

También se cuantificó el peso de 1000 semillas y el rendimiento total de cada unidad experimental. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza, para la significancia fue utilizado el test de Skott Knott al 5% de probabilidad de error. Se utilizó el programa estadístico Infostat (Di Rienzo et. al., 2011).

Resultados y discusión

En el cuadro 2 se puede observar las medias del porcentaje de incidencia foliar para *C. sojina* de cada tratamiento. Con un $p 0.0002 < 0.05$ se observan diferencias



significativas del testigo (tratamiento 1) en contraste a los demás tratamientos. El rango del valor de porcentaje de incidencia foliar estuvo entre los 18.40 a 41.63% respectivamente. El tratamiento que promedio mayor valor fue el tratamiento 1

(41.63%). Respecto a la incidencia foliar para el patógeno *S. glycines*, se pudo verificar menor valor de incidencia foliar comparando con la enfermedad mancha ojo de rana, los valores variaron de 4.83 a 17.67% respectivamente.

Cuadro 2. Valores promedios para el porcentaje de incidencia foliar de *C. sojina* y *S. glycines* y eficiencia de control de los tratamientos aplicados en el cultivo de soja. Colonia Yguazú, Paraguay

Tratamientos	% Incidencia foliar				Peso de mil semillas	Rendimiento (kg/ha)
	Cercospora EC (%)	Septoria	EC (%)			
1	41.63 a	0	17.67 a*	--	108.65 a	2187.09 a
2	20.83 b	49.97	9.83 b	44.44	113.23 a	2402.63 a
3	18.90 b	54.61	10.47 b	40.74	112.91 a	2357.16 a
4	19.57 b	53.06	10.40 b	41.14	114.96 a	2797.44 a
5	20.33 b	51.19	10.40 b	41.14	113.72 a	2409.95 a
6	18.43 b	55.73	11.40 b	35.48	123.80 a	2423.47 a
7	19.93 b	52.16	9.83 b	44.36	119.74 a	2497.16 a
8	18.40 b	55.77	4.83 c	72.66	115.26 a	2540.39 a
CV	19.82		23.78		5.37	24.43

Soldano et al. (2010) demostraron que *B. subtilis* tuvo un efecto inhibitor sobre 2 cepas de *C. sojina* asiladas a partir de tejido enfermo de soja.

El porcentaje de inhibición para la primera cepa fue de 78.95% y la segunda de 77.55%, dicho ensayo fue realizado en condiciones *in vitro*. Mantecón (2008), en un ensayo similar, reporto valores de severidad de *S. glycines* del 25% en plantas de sojas que recibieron la aplicación de *B.*

subtilis y del 10% en plantas que recibieron fungicida químico, específicamente (piraclostrobin + epoxiconazole) y (trifloxystrobin + cyproconazole).

En el ANOVA se puede verificar que los valores para la variable peso de 1000 semillas variaron de 108.65 a 123.80 gr respectivamente, en tanto que el rendimiento vario de 2187.09 a 2797.44 kg/ha, no se registró diferencia significativa para estas variables.



Conclusión

Desde el punto de vista del control de enfermedades, se pudo evidenciar estadísticamente que la incorporación de organismos biológicos, como en este caso fue *B. subtilis*, a un programa de aplicaciones químicas tuvo efectos supresores, tanto para *C. sojina* como para *S. glycines* comparado a un lote sin aplicación.

Referencias bibliográficas

Daniels, J., & Latin, R. (2013). Residual efficacy of fungicides for controlling brown patch on creeping bentgrass fairways. *Plant Disease*, 97, 1620-1625.

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2011). *InfoStat versión 2011*. Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

Mantecón, J. D. (2008). Efficacy of chemical and biological strategies for controlling the soybean brown spot (*Septoria glycines*). *Cien Inv Agr*, 35(2), 211-214.

Soldano, A., Garate, V., Vaccari, M. C., Latorre, G., Lura, M., & Gonzalez, A. M. (2010). Inhibición del crecimiento de *Cercospora Kikuchii* por especies de *Bacillus* y efecto sobre la acumulación de cercosporina. *Revista FABICIB*, 14, 97-106.



Parasitismo en huevos de hemípteros pentatomidos en soja *Glycine max* (L.) Merrill en el Departamento de Canindeyú

Martinez, H.¹, Cabral A, C.^{1*}, Ramirez, M. B.¹, Gómez, V.¹, Garcete, B.¹

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

*claudia.cabral@agr.una.py

Introducción

La actividad agrícola es la responsable del mayor ingreso de divisas al país, siendo la soja el rubro preponderante, siendo Paraguay el sexto productor mundial de soja con 10.25 millones de toneladas y el cuarto exportador mundial con 6.30 millones de toneladas (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas [CAPECO], 2020).

Entre las regiones del país, la Región Oriental es más trascendente en cuanto a superficie y rendimiento del cultivo, cuyos departamentos de mayor importancia área de producción y rendimiento son Alto Paraná, Itapúa, Canindeyú, Caaguazú y San Pedro.

La producción se ve limitada por diversos factores, siendo las plagas entomófagas y específicamente las chinches fitófagas de la familia Pentatomidae constituyen la mayor amenaza para el cultivo de soja en toda la región productora de esta oleaginosa. El complejo de chinches reviste de especial importancia porque se alimentan principalmente de vainas causando un daño directo e irreversible sobre los granos en desarrollo y el complejo de chinches más frecuentes están situados dentro de la familia Pentatomidae (Panizzi & Slanski, 1985; Gamundi & Sosa, 2008).

En estas últimas décadas el control de plagas se realiza casi exclusivamente

mediante el uso de insecticidas sintéticos, los cuales al ser de amplio espectro y al aplicarlos de forma inadecuada trae como consecuencia una presión de selección sobre las especies de insectos que atacan a cultivos, desarrollando así razas resistentes a dichos insecticidas, lo que produce una serie de efectos negativos al agroecosistema, como el desequilibrio del mismo (Valverde & Virla, 2007; Gamundi & Sosa, 2008).

Una alternativa redituable, sería la implementación de un sistema de manejo integrado de plagas, el cual está constituido en prácticas de control con productos químicos, con el monitoreo adecuado, pero, teniendo como elemento neurálgico el control biológico (Bueno et al., 2011; Gamundi & Sosa, 2008).

Debido al escaso conocimiento e información de rigor científico, sobre especies de parasitoides presentes en el cultivo de soja en Paraguay, el trabajo tiene como objetivo general evaluar la presencia de parasitoides en huevos de chinches de la familia Pentatomidae en el cultivo de la soja en el departamento de Canindeyú, siendo los objetivos específicos clasificar taxonómicamente las especies de parasitoides relacionados a huevos de Hemípteros de Pentatomidae, así como también determinar el porcentaje de parasitismo.



Metodología

El experimento se ha desarrollado en dos etapas, la primera etapa consistió en la colecta de huevos en fincas productoras de soja del departamento de Canindeyú. La segunda etapa, que estuvo basada en la manutención de los huevos, que se llevó a cabo 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).

El periodo experimental se extendió desde el mes de octubre de 2016 hasta marzo del 2017.

La colecta de posturas se realizó quincenalmente, en los distritos Curuguaty, Katuete, La Paloma y Nueva Esperanza del departamento de Canindeyú. En cada local se establecieron 5 o 10 puntos de muestreo al azar, siendo que las colectas fueron realizadas mediante inspección de las hojas. Las hojas con posturas de chinches fueron acondicionadas individualmente en frascos conteniendo datos de local, fecha de colecta y número de postura, dichos frascos fueron depositados en un contenedor más amplio, donde se colocaron para administrar humedad, dos tubos de 2 cm de diámetro por 4 cm de altura, conteniendo agua (Castiglioni, Ribeiro, Alzugaray, Ávila & Loíacono, 2010).

Los huevos de los pentatomídeos fueron transportadas en un contenedor de poliestireno (termoplástico) con dimensiones 1 metro de largo x 50cm ancho x 50cm alto, hasta el Laboratorio de Entomología, en donde fueron mantenidos en condiciones controladas ($25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

de temperatura; $65\% \pm 5\%$ de humedad relativa y 14 horas de fotofase; 10 horas de oscuridad).

Una vez en el laboratorio los huevos fueron separados de acuerdo a la finca de la cual provienen, así como por especies de insectos de la familia Pentatomidae. Las muestras fueron evaluadas cada cuarenta y ocho horas, para observar la emergencia de los individuos y fueron reemplazados algodones para evitar contaminación por hongos. Los parasitoides emergidos fueron contabilizados y separados, extraídos con un pincel de cerdas finas y depositadas en frascos secos, para ser conservados, y proceder a su posterior identificación.

Una vez emergidos los parasitoides adultos, fueron colocados en frascos de copro (frascos cónicos, 7cm de diámetro base mayor, 4,5 cm base inferior, 8cm de altura), siendo etiquetados con los códigos de colecta correspondientes a los diferentes distritos y enviadas a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA) para ser identificadas por un taxónomo especializado el Prof. Dr. Bolivar Garcete.

Se evaluó el porcentaje de parasitismo, la distribución de la emergencia de los parasitoides en especie de hospedero, localidad y periodo de colecta. Posteriormente estos datos fueron plasmados en cuadros y figuras de porcentajes.

El cálculo de los porcentajes de parasitismo se realizó mediante la fórmula propuesta por Bahena & Velázquez (2011):

$$\% \text{ de Parasitismo} = \frac{\text{No. de huevo Parasitados (Total)}}{\text{No. de huevos Útiles (Total)}} \times (100)$$

No. de huevos Útiles (Total)



Siendo:

Huevos parasitados: Se cuantificaron únicamente a partir de huevos útiles, emerja o no el parasitoide.

Huevos útiles: Se obtuvieron por la diferencia entre los huevos colectados y los no eclosionados por manejo, parasitismo o por enfermedad.

Resultados y discusión

Se colectaron 2424 huevos (357 posturas), donde 2111 fueron huevos útiles y 308 fueron huevos dañados por manejo o enfermedades. Donde 1647 huevos útiles correspondían a huevos de la especie *Euschistus heros* y 464 a la especie *Dichelops* sp. El parasitoide identificado fue *Telenomus podisi* (Ashmead) (Hymenoptera: Platygastridae) (Figura 1), fue el único identificado de las posturas de pentatomidos colectadas en distritos del Departamento de Canindeyú.



Figura 1. Parasitoide de huevos de chinches identificado, proveniente del Departamento de Canindeyú, *Telenomus podisi*. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2017.

Pacheco & Correa-Ferreira (2000) confirmaron que la presencia de *T. podisi* está fuertemente asociada con la ocurrencia de *E. heros* en los cultivos de soja, y que una vez presente en el área puede llegar a parasitar a hospederos alternativos.

Paz-Netto, Querino & Margaría (2015) y Laumann et al. (2010) mencionan que *T. podisi* parasita también, y con mucha eficacia, a *Dichelops* sp. y la presencia del mismo, también, tiende a estar ligada a esta especie de chinche. Consecuentemente, debido a la interacción existente entre el hospedero-parasitoide y la especificidad del parasitoide, se puede determinar la causa de la presencia absoluta, en este trabajo, de *T. podisi* en el Departamento de Canindeyú.

En el cuadro 1 se puede observar que *T. podisi* parasitó el 57,49% de los huevos de *E. heros* y 32,54% de *Dichelops* spp., este resultado concuerda con Laumann et al. (2010), cuando *T. podisi* parasita a *E. heros*, con un porcentaje de parasitismo aproximado a este trabajo.



Cuadro 1. Huevos y porcentaje de parasitismo por especie en el Departamento de Canindeyú. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2017

	Huevos por especie	Huevos parasitados	% Parasitismo
<i>E. heros</i>	1647	947	57,49
<i>Dichelops sp.</i>	464	151	32,54

Es importante resaltar que el muestreo de este trabajo, ha sido realizado a campo, atadas a las condiciones del mismo. Por ende este trabajo nos ratifica, que *T. podisi* en su hábitat natural posee una tendencia a parasitar en mayor medida, a su hospedero preferencial.

Conclusión

En el Departamento de Canindeyú, se registra a *Telenomus podisi* (Hymenoptera; Platygasteridae) como parasitoide de huevos de chinches del complejo Pentatomidae.

El porcentaje de parasitismo en el departamento de Canindeyú alcanza un 52,01%, en la zafra 2016-2017, lo cual nos demuestra la presencia de parasitoides en huevos de chinches.

Referencias bibliográficas

- Bahena, J. F., & Velázquez, G. J. (2012). *Manejo agroeco-lógico de plagas en maíz para una agricultura de conservación en el Valle Morelia-Quérendaro*. Michoacán: INIFAP.
- Bueno, A., Batistela, M., Bueno, R., França-Neto, J., Nishikawa, M., & Libério, A. (2011). Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. *Crop Protection*, 30, 937-945
- Castiglioni, E., Ribeiro, A., Alzugaray, R., Ávila, S., & Loíacono, M. (2010). Prospección de parasitoides de huevos de *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) en el litoral oeste de Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 14(2), 22-25. Recuperado de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482010000200003



- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas). (2020). *Ranking mundial*. Recuperado de <http://capeco.org.py/ranking-mundial-es/>
- Gamundi, J. C., & Sosa, M. A. (2008) Caracterización de daños de chinches en soja y criterios para la toma de decisiones de manejo. En E. V. Trumper, J. D. Edelstein (Eds). *Chinches fitófagas en soja: Revisión y avances en el estudio de su ecología y manejo*. Manfredi: INTA.
- Laumann, R., Moraes, M., Silva, J., Vieira, A., Silveira, S., & Borges, M. (2010). Egg parasitoid wasps as natural enemies of the Neotropical stink bug *Dichelops melacanthus*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 45, 442-449.
- Pachecho, D., & Correa Ferreira, B. (2000). Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera; Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29(2), 205-302.
- Panizzi, A. R., & Slatky Junior, F. (1985). *Phytophagous Pentatomids Associated with soyben in the Americas*. Florida, USA: University of Florida. Recuperado de <http://journals.fcla.edu/flaent/article/view/57994/55673>
- Paz-Netto, A., Querino, R., & Margaría, C. (2015). Egg parasitoids of stink bugs (Hemiptera: Coreidae and Pentatomidae) on soybean and cowpea in Brazil. *Florida Entomologist* 98(3), 929-932.
- Valverde, L., & Virla, E. G. (2007). Parasitismo natural de huevos de las principales especies de Noctuidae (Lepidoptera) plagas en el cultivo de soja en Tucumán, Argentina. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 33, 469-476. Recuperado de <http://www.magrama.gob.es>



Etiología de manchas foliares en *Megathyrus maximus* cv. *gatton panic* de la Eco región Chaco seco de Paraguay

Sarubbi, H.^{1*}, Colman, A.¹, Albertini, H.¹

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

*humberto.sarubbi@agr.una.py

Introducción

La producción ganadera en el Paraguay utiliza como alimento básico a los pastizales naturales o implantados. Actualmente 14 millones de cabezas se alimentan en estos potreros que abarcan una superficie total de 26 millones de hectáreas, correspondiendo 11 millones hectáreas a pastizales implantados (Asociación Rural del Paraguay [ARP], 2017). Debido a que se trata de un monocultivo de poáceas de grandes superficies, se ha creado el ambiente propicio para la dispersión de plagas que atacan a las pasturas, causando daños en el volumen y calidad de biomasa (Marchi, Fernandes & Verzignassi, 2011). Los hongos de los géneros *Bipolaris* y *Exserohilum* (Pleosporales, Pleosporaceae) son patógenos importantes en poáceas y son frecuentemente reportados causando daños al follaje de varias poáceas forrajeras utilizadas en la producción de carne bovina (Lenne 1990, Martínez, Franzener & Stangarlim, 2010, Sarubbi, & Ramírez, 2020). Debido a esto, en los años 2016-2018 se realizaron muestreos de plantas con síntomas de manchas foliares en potreros abiertos destinados a la alimentación de ganado vacuno en diferentes regiones del Paraguay, con el objetivo de determinar la etiología de la enfermedad haciendo uso de las características morfológicas y moleculares de los patógenos aislados.

Metodología

Plantas que presentaban síntomas de manchas foliares fueron colectadas durante los años 2016-2018, en potreros abiertos destinados a la producción ganadera. El lugar de los muestreos fue georreferenciado y se obtuvieron imágenes fotográficas de las plantas con los síntomas de la enfermedad. Las hojas colectadas fueron inmediatamente llevadas al laboratorio de fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, para la caracterización de los síntomas foliares y la observación microscópica de los conidios presentes en las muestras. A partir de las muestras foliares colocadas en cámara húmeda, se transfirieron directamente conidios para la siembra de forma equidistante en placas de Petri con medio de cultivo Papa-dextrosa-agar (PDA) a una temperatura de 27 °C y tener cultivos monospóricos. Los hongos fueron observados con la ayuda del estereomicroscopio Leica y microscopio óptico Leica ICC50, obteniéndose imágenes digitales. Para la caracterización morfológica los conidióforos y conidios fueron montados en láminas utilizando agua destilada y se midieron 30 estructuras (conidios y conidióforos por separado) de cada especie con la ayuda del programa LAS EZ (Zeiss) (Manamgoda et al., 2014). Aislados monospóricos fueron obtenidos y enviados al Laboratorio de Fi-



tomicología del Departamento de Fitopatología de la Universidad Federal de Viçosa, Brasil. Para la caracterización molecular se realizó la extracción de los ácidos nucleicos utilizando el Kit comercial Wizard Genomic DNA (Promega, Madison, WI, USA) siguiendo las recomendaciones del fabricante. En la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) se emplearon los cebadores GPD1 y GPD2 siguiendo las condiciones propuestas por Manamgoda et al., (2014). Los productos de la PCR fueron purificados y la secuenciación fue realizada por la empresa Macrogen Inc. Corea del Sur. El análisis filogenético fue realizado por Inferencia Bayesiana siguiendo los pasos mencionados en Manamgoda et al., (2014). Los Postulados de Koch fueron realizados para cada patógeno y la inoculación por aspersión de 30 plantas, con 20 cm de longitud de lámina foliar, con una suspensión de conidios de 1×10^5 conidios /ml, las plantas testigo fueron tratadas con agua destilada autoclavada y mantenidas bajo condiciones de 100 % de humedad relativa y 30 °C por 48 hs, luego fueron trasladadas a invernadero a temperaturas de ambiente (Martínez et al. 2010). Las plantas inoculadas con los síntomas foliares fueron herborizadas para su posterior depósito en el herbario fitopatológico del Área de Protección Vegetal de la FCA-UNA.

Resultados y discusión

Los resultados del análisis filogenético utilizando la región GPDH (Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase) región considerada como marcador para este grupo de hongos demostró que los patógenos asociados a manchas foliares de *M. maximus* cv. Gattón panic cultivados en el Chaco seco son *Bipolaris yamadae* y *Exserohilum rostratum*.

Taxonomía

Bipolaris yamadae (Y. Nisik) Shoemaker, Canadian Journal of Botany 37 (5):884 (1959) Figura 1.

Espécimen examinado: Paraguay, Boquerón, Teniente Montaña sobre *Megathyrsus maximus* cv. Gattón panic, junio 2017, H. Sarubbi, coord. 21°58'56.7"S 60°03'00.1"O

Sintomatología: Las plantas presentaban láminas con manchas foliares pequeñas de color marrón, en la dirección de las nervaduras, que cuando coalescen abarcaban gran parte de la superficie de la lámina. En un inicio las manchas son pequeñas (1-2 mm de largo) y luego adquieren mayor tamaño (hasta 10 mm de largo) con el tejido central cambiando a un color blanco grisáceo y halo marrón rojizo. Gran cantidad de manchas se observaron con ambiente de alta humedad relativa y temperaturas de 25 a 30 °C.

Morfología: Los conidióforos se forman en los tejidos necrosados y epidermales en forma aislada o en grupos, son rectos y ligeramente geniculados en la parte apical, poseen una base ensanchada, pigmentación marrón clara, septados, un largo de 65–213 μm y pueden desarrollar de 2–4 conidios. Las células conidiogénicas pueden ser ligeramente hinchadas y oscuras. Los conidios pueden ser fusiformes o rectos, marrón oliváceos, con 6–8 distoseptos y hilum oscuro ligeramente conspicuo de 1,5–1 μm de largo. Poseen un tamaño de 70–43 \times 20–12 μm . La colonia en medio de cultivo PDA posee una coloración marrón grisácea y rugosa en la superficie y misma pigmentación en el reverso, tornándose luego a color marrón oscuro, con textura vinulosa, siendo el borde de crecimiento ligeramente escabroso. Los conidios se forman a los 25 días a una temperatura de 25 \pm 3 °C.

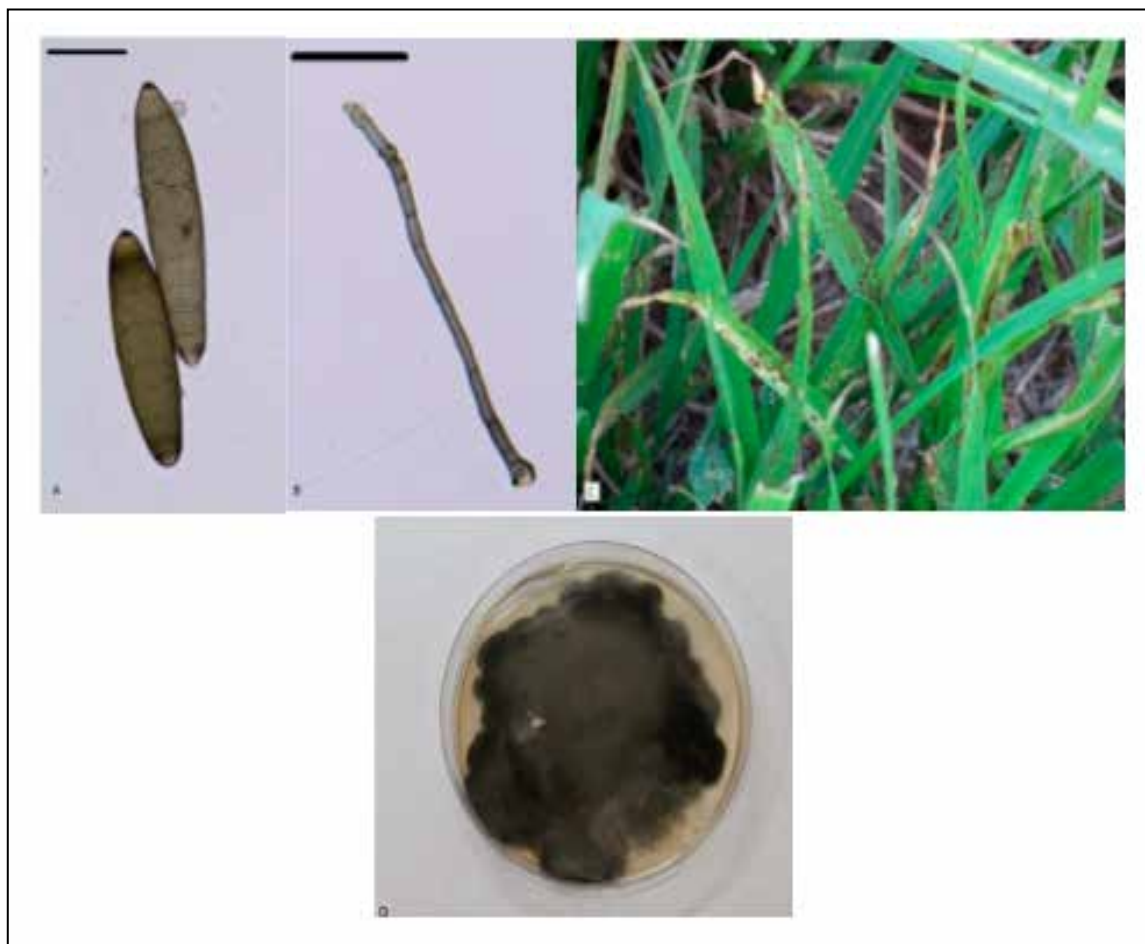


Fig. 1 A. Conidios de *Bipolaris yamadae*. B. Conidióforo. C. Síntomas foliares del hongo en *M. maximus* cv. Gatton panic. D. Cultivo puro de 8 días del hongo en PDA. Barra = 20 μ m

Exserohilum rostratum (Drechsler) K.J. Leonard & Suggs, Mycologia 66: 290 (1974) Figura 2.

Espécimen examinado: Paraguay, Boquerón, Pirizal, sobre *Megathyrsus maximus* cv. Gatton panic, junio 2016, H. Sarubbi, coord. 23°09'13.4"S 60°46'37.9"O

Sintomatología: Los pastos presentan láminas foliares con gran cantidad de manchas marrones pequeñas alargadas (1-2 mm de largo), en dirección de las nervaduras. El tejido dañado puede abarcar una superficie importante de la lámina, dando a las plantas un aspecto baja calidad de bioma-

sa. Las lesiones adquieren mayor tamaño y centro blanquecino con halo marrón rojizo con el paso del tiempo, y con ambiente de alta humedad hay formación de conidióforos. Morfología asexual en *M. maximus* cv. Gatton panic: Conidióforos solitarios o agrupados, de base ensanchada, septados, rectos, color marrón claro y tamaño de 256-104 (L) x 8,7 x 7,3 (A) μ m. Las células conidiogénicas pueden ser levemente oscuras e hinchadas y se desarrollan de 3 a 5 conidios por conidióforo. Los conidios son de color marrón claro, fusiformes, rectos a ligeramente curvos, con 6 a 11 distoseptos y con un tamaño de 99,2-67 (L) x 19,6-13,3



(A) μm . El hilum es de color oscuro, protuberante y conspicuo, con un tamaño de $2 \times 1,3 \mu$. En muchos conidios se puede observar una mayor longitud en una de las células centrales, con distoseptos más distanciados. El hongo en medio de cultivo PDA posee un micelio blanco con una ligera pigmentación gris al inicio, oscureciéndose posteriormente, tanto en la superficie como en el reverso. Posee una textura vinulosa con borde fino. Los resultados de los postulados confirmaron la patogenicidad

de los aislados obtenidos. Las plantas inoculadas con los patógenos manifestaron síntomas de manchas pequeñas marrones que aparecieron a partir de los 15 días después de la inoculación. Las hojas sintomáticas fueron colectadas y colocadas en cámara húmeda para el desarrollo de los conidióforos y conidios, los patógenos fueron nuevamente reaislados en medio de cultivo concluyendo de esta manera los postulados de Koch.



Fig. 2 A. Conidio de *Exserohilum rostratum*. B. Conidióforo. C. Síntomas foliares del hongo en *M. maximus* cv. Gatton panic. D. Cultivo puro de 8 días del hongo en PDA. Barra = 20 μm

Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que existe una diversidad de patógenos asociados enfermedades conocidas comúnmente como "Helmisthosporiosis" en poáceas forrajeras cultivadas en el país. Lenné (1990) y Manamgoda et al. (2014), expresan que los géneros identificados son considerados patógenos polífagos importantes en diversos cultivos, por otro lado, un estudio más amplio de la diversidad y epidemiología de estos géne-

ros en otros poáceas cultivadas en el país están siendo realizados.

Conclusión

Con base en las características morfológicas y moleculares se identifica los patógenos *Bipolaris yamadae* y *Exserohilum rostratum* causando manchas foliares en pasturas de *Megathyrsus maximus* cv. Gatton panic, de la eco región Chaco seco.



Referencias bibliográficas

- ARP (Asociación Rural del Paraguay). (2017). Introducción a Paraguay y su sector cárnico. Recuperado de <https://www.arp.org.py/images/Paraguay-y-el-Sector-Carnico.pdf>.
- Lenné, J. (1990). A world list of fungal diseases of tropical pasture species. Wallingford, United Kingdom: University press Cambridge. 162 p.
- Leonard, K. J. & Suggs, E. G. 1974. *Setosphaeria prolata*, the ascigerous state of *Exserohilum prolatum*. *Mycología*, 66, pp. 281-297. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/3758363?seq=1>.
- Manamgoda, D. S., Rossman, A. Y., Castlebury, L. A., Crous, P. W., Madrid, H., Chukeatirote, E., & Hyde, K. D. (2014). The genus *bipolaris*. *Studies in Mycology*, 79, pp. 221-288. doi: 10.1016/j.simyco.2014.10.002
- Marchi, C., Fernandes, C., & Verzignasi, J. R. (2011). Doenças en plantas forrageiras. Campo Grande, M.S, Brasil: Embrapa Gado de corte. 28 p. Recuperado de <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/916862>
- Martínez, A., Franzener, D., & Stangarlim, J. (2010). Dano causado por *Bipolaris maydis* em *Panicum maximum* cv. Tanzânia. *Ciencias Agrarias*, 31 (4), pp. 863-870. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/49592263_Dano_causado_por_Bipolaris_maydis_em_Panicum_maximum_cv_Tanzania
- Sarubbi, H., & Ramírez, M, B. (2020). Pest insects in natural and sown pastures of Paraguay. *Tropical Grassland*, 8 (2), pp. 158-161. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/341828510_Pest_insects_in_natural_and_sown_pastures_of_Paraguay
- Shoemaker, R.A. 1959. Nomenclature of drechslera and bipolaris, grass parasites segregated from 'helminthosporium'. *Canadian Journal of Botany* 37 (5), pp. 879-887. Recuperado de <https://cdnsciencepub.com/doi/abs/10.1139/b59-073>



Fitotoxicidad de herbicidas pre emergentes sobre el cultivo de soja (*Glycine max* L. Merrill)

Benítez, M. J.^{1*}, Vera, P. A.¹, Sarubbi, H. J.¹, Núñez, R. S.¹, Flecha, A. G.¹

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

*marcosbenitez@gmail.com

Introducción

La dificultad actual para controlar eficazmente las malezas con glifosato en el cultivo de soja, obliga la búsqueda de otras alternativas para reducir el efecto negativo de la interferencia provocada por las malezas sobre el cultivo. Una de las alternativas para mejorar el manejo de malezas, es el uso de herbicidas pre emergentes. Con su utilización se evita la interferencia inicial de malezas en el cultivo, extienden la ventana de tiempo de aplicación de herbicidas post emergentes, son útiles para manejar malezas resistentes a glifosato, inhibidores de ACCasa y ALS por presentar mecanismo de acción diferente; son eficaces para manejar algunas malezas de difícil control con post emergentes y su actividad residual permite mantener el control después de su aplicación por un tiempo (Espinoza, Rodríguez, & Contreras, 2011). Para un uso seguro de los pre emergentes es necesario conocer las dosis que no causan efectos negativos al cultivo, por lo tanto, para posicionar a estos herbicidas como una alternativa útil, se requiere conocer las dosis que no causan efectos fitotóxicos sobre la soja ni que comprometan su rendimiento.

Los objetivos de este experimento fueron determinar la fitotoxicidad ocasionada por diferentes dosis de Flumioxazin, Flumioxazin en mezcla con Diclosulam y un formulado comercial (Flumioxazin + Diclosulam + Imazetapir) sobre el cultivo de soja y cuantificar sus efectos sobre el rendimiento de granos de soja.

Metodología

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el predio de la Cooperativa Sommerfeld, ubicada en la ciudad de Juan Eulogio Estigarribia, departamento de Caaguazú, entre los meses de febrero y julio de 2020. El suelo de la parcela presenta textura areno franco, 1,27 % de materia orgánica y pH de 5,5. Se sembraron semillas de soja de la variedad NS 6483 RR. El diseño experimental utilizado fue de bloque completos al azar, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 36 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo constituida de seis hileras de soja de 4,5 m de largo y el área útil estuvo compuesta de las dos hileras centrales, descartando 0,5 m de cada extremo y las dos hileras laterales.



Cuadro 1. Escala para la evaluación de la fitotoxicidad de los herbicidas sobre el cultivo de soja. J. E. Estigarribia, 2020. ALAM (1974)

Índice	Denominación	Descripción de daño
0	Ningún daño	Ningún efecto, apariencia similar al testigo
10	Leve clorosis, retardo en el crecimiento	
20	Leve clorosis, retardo en el crecimiento	
30	Daño leve	Clorosis más pronunciada, manchas necróticas, malformaciones
40	Clorosis intensa, necrosis y malformaciones más pronunciadas, el cultivo por lo general se recupera	
50	Los síntomas son más marcados; el cultivo se recupera, lo hace con dificultad	
60	Daño moderado	La fitotoxicidad se manifiesta; el cultivo por lo general no desarrolla bien
70	Severo daño al cultivo, pérdida de plantas	
80	Significativa muerte de las plantas, pocas logran sobrevivir	
90	Muerte casi total de las plantas	
100	Muerte total	Destrucción del cultivo

Los tratamientos consistieron de Flumioxazin 52,5 g ha⁻¹ ia, Flumioxazin 84 g ha⁻¹ ia, Flumioxazin 105 g ha⁻¹ ia, Flumioxazin 52,5 g ha⁻¹ ia + Diclosulam 33,6 g ha⁻¹ ia, Flumioxazin 84 g ha⁻¹ ia + Diclosulam 33,6 g ha⁻¹ ia, Flumioxazin 105 g ha⁻¹ ia + Diclosulam 33,6 g ha⁻¹ ia, Formulado comercial 400 cc ha⁻¹ (Flumioxazin 58 g ha⁻¹ ia + Diclosulam 26 g ha⁻¹ ia + Imazetapir 80 g ha⁻¹ ia), Diclosulam 33,6 g ha⁻¹ ia y testigo sin aplicación de pre emergentes. La aplicación de los tratamientos se realizó con un tanque a CO₂ con cuatro boquillas con puntas de tipo abanico 110 02, a 38 psi de presión. En el estadio fenológico V3 del cultivo se aplicó 3 L ha⁻¹ del formulado Glifosato sal isopropilamina al 48% (360 g L⁻¹ ea) en mezcla con 0,5 L ha⁻¹ del formulado Cletodim al 24%, para el control post emergentes de malezas. Las variables evaluadas fueron fitotoxicidad sobre el cultivo de soja, mediante la escala visual de ALAM (1974) (Cuadro 1) en

los estados fenológicos V2, V3, V4 y V5; contenido de clorofila en el estadio V2, V4 y V5 del cultivo mediante un clorofilómetro portátil (FALKER CFL 1030) y rendimiento de granos, expresados en kg ha⁻¹. Las medias obtenidas se sometieron al análisis de varianza, al encontrarse diferencias significativas entre tratamientos se compararon mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error experimental.

Resultados y discusión

En el Cuadro 2 se observa que, todos los tratamientos provocaron niveles de fitotoxicidad muy bajos sobre el cultivo debido a que ninguno de ellos produjo daño mayor al 10 %. Por lo tanto, por los valores obtenidos y según la escala de ALAM (1974), los tratamientos estudiados ocasionaron niveles de fitotoxicidad categorizados como Ningún Daño sobre el cultivo.



Cuadro 2. Nivel de fitotoxicidad visual observado mediante la escala de ALAM (1974) en los estadios V2, V3, V4 y V5 del cultivo de soja. J. E. Estigarribia, 2020.

Tratamiento	Fitotoxicidad (%)				
	V2	V3	V4	V5	
T1- Flumioxazin DB		2,5	0	0	0
T2- Flumioxazin DM		0	0	0	0
T3- Flumioxazin DA		7,5	0	2,5	0
T4- Flumioxazin DB + Diclosulam		2,5	2,5	5	2,5
T5- Flumioxazin DM + Diclosulam		0	2,5	5	2,5
T6- Flumioxazin DA + Diclosulam		5	0	5	0
T7- Flumioxazin + Diclosulam + Imazetapir		0	0	0	0
T8- Diclosulam		0	2,5	5	5
T9- Testigo sin aplicación		2,5	5	2,5	2,5

Sanchotene et al. (2017), observaron que con la aplicación de Flumioxazin obtuvieron una calificación 2, con Flumioxazin en mezcla con Imazetapir obtuvieron también calificación 2, y con la aplicación de Diclosulam obtuvieron calificación 3, valores que categorizan en la escala de 1 al 9, como muy leve a leve, considerando los síntomas observados; resultados que son similares a lo encontrado en este experimento. Con relación al contenido

de clorofila, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna de las evaluaciones realizadas, por lo tanto, los herbicidas pre emergentes no afectaron el contenido de clorofila en los momentos evaluados en relación al testigo sin aplicación. Los valores obtenidos en V2 permanecieron entre 38,91 y 40,47; en V4 entre 37,57 y 39,69; y en V5 entre 35,27 y 37,46 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Contenido de clorofila en las hojas de soja en los estadios V2, V4 y V5. J. E. Estigarribia, 2020.

Tratamiento	Contenido de clorofila (Índice de Clorofila-ICF)			
	V2	V4	V5	
T1- Flumioxazin DB		38,91 a	37,92 a	37,12 a
T2- Flumioxazin DM		40,47 a	37,94 a	37,07 a
T3- Flumioxazin DA		40,09 a	38,25 a	37,24 a
T4- Flumioxazin DB + Diclosulam		39,00 a	39,69 a	35,66 a
T5- Flumioxazin DM + Diclosulam		40,34 a	37,94 a	37,46 a
T6- Flumioxazin DA + Diclosulam		39,34 a	37,66 a	36,64 a
T7- Flumioxazin + Diclosulam + Imazetapir		40,06 a	38,77 a	35,27 a
T8- Diclosulam		39,15 a	37,57 a	37,18 a
T9- Testigo sin aplicación		40,30 a	38,21 a	37,10 a
CV		4,2	2,7	4,4



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Los resultados obtenidos en este experimento concuerdan con los encontrados por Osipe et al. (2014), quienes no observaron diferencias significativas al comparar el testigo con Diclosulam; el mismo caso se encontró al comparar el testigo con un inhibidor de PPO (Sulfentrazone), grupo al que pertenece Flumioxazin. De la misma forma, Biffe (2012) menciona que, con la

aplicación de Flumioxazin el contenido de clorofila fue muy similar a lo encontrado con el testigo. Con respecto al rendimiento de granos, se observó que los mayores valores se obtuvieron con la dosis baja (T4) y media (T5) de Flumioxazin + Diclosulam y el formulado comercial (T7), pero sin diferir estadísticamente de Flumioxazin en dosis baja (T1) y dosis media (T2), y fueron significativamente superiores a los demás tratamientos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimiento de granos de soja al 13% de humedad. J. E. Estigarribia, 2020.

Tratamiento	Rendimiento de granos (kg ha ⁻¹)
T1- Flumioxazin DB	1.847,5 ab
T2- Flumioxazin DM	1.800,3 abc
T3- Flumioxazin DA	1.697,3 bcd
T4- Flumioxazin DB + Diclosulam	1.924,0 a
T5- Flumioxazin DM + Diclosulam	1.932,0 a
T6- Flumioxazin DA + Diclosulam	1.607,5 d
T7- Flumioxazin + Diclosulam + Imazetapir	1.956,3 a
T8- Diclosulam	1.665,0 bcd
T9- Testigo sin aplicación	1.642,8 cd
CV	4,3

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Biffe (2012) encontró resultados similares al observar que la aplicación de Flumioxazin, seguido de una aplicación secuencial de Glifosato (1200 g ha⁻¹ ea) en post emergencia del cultivo de soja produjo el segundo mayor rendimiento al ser comparado con otros tratamientos que incluyeron pre emergentes. Cuando Sanchotene et al. (2017) compararon el rendimiento producido por la mezcla de Flumioxazin + Imazetapir frente a Flumioxazin y Diclosulam solos, no encontraron diferencia significativa entre ellos, sin embargo, la mezcla proporcionó el mayor valor de rendimiento. Esto podría ser parcialmente comparado con el resultado

que arrojó el formulado comercial, ya que de los tres principios activos con que cuenta, dos son iguales al del trabajo mencionado.

Conclusión

Las diferentes dosis de Flumioxazin, Flumioxazin en mezcla con Diclosulam y el formulado comercial (Flumioxazin + Diclosulam + Imazetapir) no presentan síntomas de fitotoxicidad visual sobre el cultivo. El mayor rendimiento se obtuvo con el formulado comercial y el menor con la dosis más alta de Flumioxazin en mezcla con Diclosulam, la dosis más alta de Flumioxazin aplicado aisladamente y en mezcla con Diclosulam redujo el rendimiento de granos del cultivo de soja.



Referencias bibliográficas

- ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas). (1974). Resumen del panel de métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. En Anzalone, A; Silva, A, *Evaluación de herbicidas sulfonilureas para el control de malezas en cafetales* (pp 95-104). San José, Costa Rica. Recuperado de [http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev22\(2\)/2.%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20herbicidas.pdf](http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev22(2)/2.%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20herbicidas.pdf)
- Biffe, D. (2012). *Efeito da aplicação de herbicidas em pré-emergência e de glyphosate em pós-emergência, sobre a cultura da soja em solo compactado e não compactado*. Recuperado de <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/1130>
- Espinoza, N., Rodríguez, C., & Contreras, G. (2011). Selección y uso adecuado de herbicidas pre-emergentes. Recuperado de <https://inia.prodigioconsultores.com/bitstream/handle/123456789/4384/NR38172.pdf>
- Osipe, J., Oliveira, R., Constantin, J., Biffe, D., Rios, F., Franchini, R., Gheno, E., & Raimondi, M. (2014). Seletividade de aplicações combinadas de herbicidas em pré e pós-emergência para a soja tolerante ao glyphosate. *Bioscience* 30(3), 623-631. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/280921192>
- Sanchotene, D., Bidet, S., Morais, T., Garlet, H., Dos Santos, O., Borges, C., Nogueira, E., & Pereira, E. (2017). Desempenho de diferentes herbicidas pré-emergentes para controle de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja. *Perspectiva* 41(55), 7-16. Recuperado de http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/155_630.pdf



Incidencia de hongos asociados a muestras de hojas de arroz en el ciclo del cultivo 2017/2018

Quintana, L.^{1*}, Gutiérrez, S.¹, Arriola, M.¹, Morinigo, K.¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Itapúa, Encarnación, Paraguay

*lviedmaq@gmail.com

Introducción

El cultivo de arroz es afectado por numerosos agentes infecciosos desde la germinación hasta la madurez fisiológica provocando diferentes enfermedades. Entre ellas, se destacan las manchas foliares de origen fúngico como la mancha castaña o tizón del arroz (*Bipolaris oryzae*), la mancha angosta (*Cercospora oryzae*), mancha de alternaria (*Tricoconiella padwickii*), sin. *Alternaria padwickii*, mancha de curvularia (*Curvularia lunata*) (Mew & Gonzales, 2002).

El tizón de la hoja del arroz causado por *Bipolaris oryzae* es una enfermedad endémica en países productores de arroz y en los últimos 10 años se ha convertido en una seria amenaza para los países de clima tropical (Bouet, Gbedie, Boka, & Kouassi, 2015).

En condiciones muy favorables puede llegar a producir más del 10% de pérdidas en el rendimiento (Zanao Junior, Rodrigues., Fontes, Korndörfer, & Neves, 2009).

Lovato, Carmona, & Gutiérrez (2013) en su estudio sobre transmisión de semilla de *Tricoconiella padwickii* a coleóptilos de arroz, indican que el hongo además de causar manchas foliares puede infectar la panícula de arroz afectando la calidad y la germinación al sembrar semillas infectadas. La escaldadura producida por *Microdochium oryzae* tiene el potencial de reducir significativamente los rendimientos del cultivo mediante la destrucción de la super-

ficie foliar y la descomposición de la semilla (Hernandez, Groenewald, & Crous, 2016).

En la última década, el monocultivo extensivo de variedades mejoradas de arroz utilizadas en Paraguay, junto con nuevas prácticas de manejo más intensivas, han aumentado los rendimientos del cultivo, pero también han aumentado la incidencia de algunas enfermedades fúngicas. La hipótesis de esta investigación fue que las especies de hongos podrían identificarse muestreando campos con síntomas de enfermedades en hojas de arroz en cultivos comerciales. En base a esto, se realizó un relevamiento de enfermedades durante el ciclo del cultivo 2017/2018 con el objetivo de determinar la incidencia de especies de hongos asociadas a láminas foliares de arroz en 3 distritos del departamento de Itapúa.

Metodología

Se colectaron muestras de plantas de arroz con síntomas de infección foliar de la cosecha 2017/2018 provenientes de cultivos comerciales de 3 distritos del departamento de Itapúa (Coronel Bogado, Gral. Artigas y Fram). El método de análisis utilizado fue el de secante o papel de filtro, colocando 5 porciones de tejido infectado que fueron previamente desinfectados con hipoclorito 0,5 % durante 2 minutos y posteriormente colocados en cada plato de Petri con 3 discos de papel humedecido. Los platos fueron incubados a 25°C durante 10 días. Las



especies fúngicas de interés taxonómico fueron cultivadas en cultivo papa-dextrosa-agar (PDA). La identificación se realizó mediante esteroscopio (90 x) y microscopio (400 x) y se compararon con claves taxonómicas (Ellis, 1971 y Ellis, 1976) y manuales de identificación de hongos (Mew & Gonzales, 2002). Se consideró como muestra infectada con la presencia de estructuras reproductivas fúngicas del hongo (conidios, conidióforos, esporodoquios). Las especies de los géneros de hongos fueron identificadas por las características morfológicas (tamaño y forma de conidios) de sus estructuras reproductivas en las láminas foliares de arroz. Para el cálculo de la incidencia de género/especie fue utilizada la fórmula $I = \frac{\text{Número de muestras con co-}}{\text{Número de muestras}} \times 100$

lonias fúngicas x 100 / total de muestras y se expresó en porcentaje.

Los datos se sometieron a análisis de varianza utilizando el paquete estadístico INFOSTAT Versión 1.4 (Di Rienzo et al. 2018). Se usó la prueba de Tukey para la prueba de medias ($p \leq 0.05$)

Resultados y discusión

Entre las especies fúngicas asociadas a las manchas foliares del arroz, fueron identificadas las especies *Bipolaris oryzae*, *Tricoconiella padwickii*, *Microdochium oryzae* y los géneros *Curvularia* y *Exserohillum*.

Cuadro 1. Promedio de incidencia de hongos y nombre de la enfermedad asociados a muestras de hoja de arroz. Ciclo 2017/2018.

Genero/especie	Media de incidencia (%)	Nombre de la enfermedad
<i>Bipolaris oryzae</i>	35.6 A	Mancha castaña/tizón
<i>Tricoconiella padwickii</i>	38.2 A	Mancha foliar/alternariosis
<i>Microdochium oryzae</i>	23.0 BC	escaldadura
<i>Curvularia sp</i>	20,1 BC	Mancha de curvularia
<i>Exserohillum spp</i>	4.0 D	Mancha foliar

Medias seguidas de la misma letra indican diferencias no significativas. Prueba de Tukey al 5% de probabilidad del error.

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas entre las medias de los hongos asociados a las hojas de arroz. Los mayores valores se registraron con las especies *B. oryzae* y *T. padwickii*. Resultados similares fueron reportados en el nordeste de Argentina por Gutiérrez, Cúndom, Cabrera, & Lovato (2002) y Lovato et al. (2013) que-

nes reportaron que *T. padwickii* es una de las especies más frecuentes en manchas foliares de arroz. Por otro lado, Farías, Alfonso, Pieerobom, & Ponte (2011) mencionan que *B. oryzae* es la especie con mayor incidencia en lotes de semilla provenientes de Rio Grande do Sul, Brasil. Todas las especies fúngicas identificadas en este trabajo son causantes del manchado del grano de arroz que causa deterioro de la calidad de semilla.



Conclusión

Los géneros/especies de hongos asociados a muestras de hojas de arroz provenientes de 3 distritos del Departamento de Itapúa, son causantes de manchas foliares y grano manchado de arroz que causa deterioro del grano.

Referencias bibliográficas

- Barnwal, M.K., Kotasthane, A., Magculia, N., Mukherjee, P.K., Savary, S., Sharma, A. K., Singh, H.B., Singh, U.S., Sparks, A.H., Variar, M., & Zaidi, N. (2013). A review on crop losses, epidemiology and disease management of rice brown spot to identify research priorities and knowledge gaps. *European Journal of Plant Pathology*, 136 (3), 443-457.
- Bouet, A., Gbedie., N.A., Boka, A., & Kouassi, N. (2015). Evaluation des variétés de riz prometteuses pour la résistance à quelques contraintes biotiques majeures et pour leurs performances agronomiques en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9, 2041-56.
- Di Rienzo J. A., Casanoves, L., Balzarini, M., Gonzalez, M., Tablada, M., & Robledo, C.W. (2018). *Grupo InfoStat*, Argentina: FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>
- Ellis, M. B. (1971). *Dematiaceous hyphomycetes*. Kew, Surrey, England: Commonwealth Mycological Institute.
- Ellis, M. B. (1976). *More Dematiaceous hyphomycetes*. Kew, Surrey, England: Commonwealth Mycological Institute.
- Farías, C. R. J., Alfonso, A., Pieerobom, C. R., & Ponte, E. M. D. (2011). Regional survey and identificación of *Bipolaris* sp associated with rice seeds in Rio Grande do Sul State. *Brasil, Ciencia Rural*, 141, 369-372.
- Lovato Echeverría, A., Carmona, M., & Gutiérrez, S. A. (2013). Transmisión de *Trichoconiella padwickii* a coleóptilos de arroz. *Trop. plant pathol*, 38(4).
- Mew, T. W., & Gonzales, P. (2002). *A handbook of rice seed-borne fungi*. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute.
- Gutiérrez, S. A., Cúndom, M. A., Cabrera, G., & Lovato, A. D. (2010). Enfermedades foliares del cultivo del arroz. In: *XVII Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas*. Recuperado de: http://www.unne.edu.ar/unnevieja/investigacion/com2010/CA-Web/wCA005_005.pdf.
- Hernandez-Restrepo, M., Groenewald, J. Z., & Crous, P.W. (2016). Taxonomic and phylogenetic re-evaluation of *Microdochium*, *Monographella* and *Idriella*. *Persoonia*, 36, 57-82.
- Zanão Júnior, L. A., Rodrigues, F. A., Fontes, R. L. F., Korndörfer, G. H., & Neves, J. C. L. (2009). Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. *Journal of Phytopathology*, 157, 73-78.



Aplicación de imazetapir en posemergencia temprana del cultivo de soja (*Glycine max* L.) como alternativa para el manejo de *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist y *Richardia brasiliensis* Gomes.

Núñez, R. S.^{1*}, Vera, P. A.¹, Benitez, M. J.¹

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

*rominanunhezinsfran@gmail.com

Introducción

La soja (*Glycine max* L.) es uno de los cultivos con mayor área de siembra y destacada por el importante ingreso económico que genera al país. La problemática que se encuentra actualmente en la soja se debe a la interferencia ocasionada por las malezas, que dependiendo de la especie y el porcentaje de infestación pueden ocasionar reducciones significativas de la productividad cuando no son controladas en el momento oportuno (Valverde, Riches, & Caseley, 2001). Otro problema encontrado en este rubro, constituye la resistencia de malezas a los principales herbicidas utilizados, que resulta del uso repetido de estos productos que comparten el mismo mecanismo de acción y además pueden tener en común un mismo proceso de inactivación dentro de las plantas (Beckie & Reboud, 2009). El control químico de malezas en la soja puede efectuarse de diversas maneras, siendo normalmente realizadas después de la siembra, mediante aplicaciones de herbicidas en preemergencia o en posemergencia (Deuber, 1997). Una alternativa para el manejo de malezas dicotiledóneas, constituye el uso de Imazetapir, que es un herbicida sistémico de posemergencia temprana de la soja, cuyo mecanismo de acción es la inhibición de la enzima cloroplástica acetolactato

sintetasa (ALS) que cataliza la síntesis de aminoácidos esenciales (Burton, 1981). Antecedentes del uso de inhibidores de ALS en el cultivo de soja fueron reportados por Mendes et al. (2019) y Ponsa & Picapietre (2014), como alternativas para el manejo de malezas. En base a lo mencionado, este trabajo tuvo como objetivos determinar el porcentaje de control de malezas con diferentes dosis de Imazetapir y su fitotoxicidad en el cultivo de soja.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en la Finca Campo Ara, localizado en la Ciudad de Guayaibí, en el departamento de San Pedro (24° 33' Sur y 56° 18' Oeste) a una altitud de 283 msnm, entre los meses de octubre y diciembre de 2020. La parcela experimental presenta una textura areno franco; pH 5,7; Materia orgánica 1,45%; Fósforo 9,32 ppm; Potasio 16,3 cmol_c kg⁻¹; Calcio 0,82 cmol_c kg⁻¹; Magnesio 0,34 cmol_c kg⁻¹ y Aluminio 0,36 cmol_c kg⁻¹. Fueron sembradas semillas de soja de la variedad 5909 de ciclo precoz (120 días). Se utilizó el herbicida Imazetapir 30% SL. El experimento fue conducido con un diseño de bloques completos al azar, con ocho tratamientos y cuatro repeticiones totalizando treinta y dos unidades experimentales. Los tratamien-



tos estuvieron constituidos por diferentes dosis del formulado comercial Imazetapir 30% SL (0; 165; 220; 275; 330; 385; 440 y 660 ml ha⁻¹). Las unidades experimentales estuvieron constituidas de ocho hileras de soja de cuatro metros de largo, con separación de 0,45 m entre hileras y una población de 12 plantas por metro. El área útil estuvo constituida por las tres hileras centrales del cultivo, descartando las laterales y 0,5 m de los extremos. La aplicación del herbicida se llevó a cabo 27 días después de la siembra, cuando las plantas de soja presentaban entre uno a tres trifolios desarrollados, mediante un pulverizador presurizado a CO₂ con cuatro boquillas y puntas de tipo plano JFS 110 03, con una presión de 30 psi.

Fueron evaluadas las siguientes variables:

Fitotoxicidad sobre el cultivo de soja: los valores fueron asignados de manera visual en 10 plantas al azar seleccionados de forma aleatoria por cada unidad experimental a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación (DDA), a través de la escala propuesta por la Asociación Latinoamericana de malezas (ALAM, 1974). ND = Ningún Daño (0 %); DL = Daño Leve (10 - 40%); DM = Daño moderado (50 - 70%); DS = Daño Severo (80-90%); MT = Muerte total de plantas (100%).

Porcentaje de control de malezas: fue realizada de manera visual a los 15 y 30 DDA contrastando el nivel de infestación de malezas de las parcelas tratadas con respecto al testigo pareado, mediante la escala de ALAM (1974) (Cuadro 1), considerando las malezas con mayor frecuencia en el área experimental.

Las medias fueron sometidas al análisis de varianza y en las variables con diferencias significativas fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5%.

Cuadro 1. Escala de la Asociación Latinoamericana de malezas (ALAM 1974) utilizada para la evaluación del porcentaje de control de las malezas.

Porcentaje de control	Calificación
0 – 40	Ninguna o Pobre
41 – 60	Regular
61 – 70	Suficiente
71 – 80	Bueno
81 – 90	Muy Bueno
91 – 100	Excelente

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan las medias fitotoxicidad obtenidas en las evaluaciones realizadas a los 15, 30 y 45 DDA. Mediante el análisis de varianza se pudo evidenciar diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, en las tres épocas de evaluación. En la evaluación realizada a los 15 DDA, se pudo verificar que la mayor media de 11,75% se obtuvo con la dosis de 660 ml ha⁻¹ de Imazetapir (T8), con un nivel de fitotoxicidad correspondiente a Daño Leve, superando estadísticamente a los demás dosis estudiadas. En la evaluación efectuada a los 30 DDA, nuevamente la mayor media (6,10%) se observó con la dosis de 660 ml ha⁻¹ (T8), siendo estadísticamente superior a las demás medias. A los 45 DDA, con 660 ml ha⁻¹ (T8), se verificó la mayor media, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. En las dos últimas evaluaciones, a pesar de detectarse diferencias significativas, todos los tratamientos arrojaron valores de fitotoxicidad que corresponde a Ningún Daño.



Conforme a Matte, Cavalieri, Pereira, Ikeda, & Poltronieri (2018), la aplicación de glifosato + Imazetapir en preemergencia del cultivo de soja no ocasionó daños en ninguna de las variables de productividad,

aun cuando fue aplicada con el doble de la dosis recomendada en el cultivo, coincidiendo con los resultados obtenidos en este experimento.

Tabla 1. Niveles de fitotoxicidad visual observado mediante la escala de ALAM (1974) a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de soja. San Pedro, 2020.

Imazetapir 30% SL (ml ha ⁻¹)	Fitotoxicidad sobre el cultivo (%)		
	15 DDA	30 DDA	45 DDA
T1 Testigo	0,00 ND d	0,00 ND c	0,00 ND b
T2 165	0,00 ND d	0,00 ND c	0,00 ND b
T3 220	0,00 ND d	0,00 ND c	0,00 ND b
T4 275	0,53 ND d	0,00 ND c	0,00 ND b
T5 330	5,70 ND c	0,00 ND c	0,00 ND b
T6 385	7,68 ND b	3,58 ND b	0,13 ND b
T7 440	8,28 ND b	3,95 ND b	0,65 ND b
T8 660	11,75 DL a	6,10 ND a	1,68 ND a
Media general	4,24	1,70	0,30
Fc	142,62*	111,82*	17,51*
DMS	1,86	1,10	0,67
Coefficiente de variación	18,54	27,33	93,14

Medias con una letra minúscula común no son significativamente diferentes (Tukey $p < 0,05$). Escala de ALAM (1974).

Fc = Fisher calculada. *significativo al 5%.

ND = Ningún Daño (0 %);

DL = Daño Leve (10 - 40%);

DM = Daño moderado (50 - 70%);

DS = Daño Severo (80-90%);

MT = Muerte total de plantas (100%).

DDA: Días después de la aplicación.

Las malezas con mayor frecuencia en el área experimental fueron *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist y *Richardia brasiliensis* Gomes, que fueron utilizadas para evaluar la eficacia de las dosis del herbicida en estudio.

Los porcentajes de control de *C. bonariensis* y *R. brasiliensis* se presentan en la Tabla 2. Según el análisis de varianza, se encontraron diferencias significativas en las evaluaciones realizadas.



En la evaluación realizada a los 15 DDA, se verificó que el mayor porcentaje de control de *C. bonariensis* se logró con la dosis de 660 ml ha⁻¹ (T8), considerando la escala de ALAM. A los 30 DDA, las mayores medias se obtuvieron con la aplicación de Imazetapir, respecto al testigo, sin embargo, es importante destacar el nivel de control con las diferentes dosis fue Pobre, debido a que en esta época se han observado rebrotes de la maleza en estudio (Tabla 2).

Con respecto *R. brasiliensis*, en la evaluación realizada a los 15 DDA, se pudo verificar que con 660 ml ha⁻¹ de Imazetapir (T8),

se obtuvo el mayor nivel de control de esta malezas (85%), pero sin diferir estadísticamente de las medias obtenidas con las dosis de 330 (T5); 385 (T6) y 440 (T7) ml ha⁻¹.

En la evaluación efectuada a los 30 DDA, las mayores medias de control fueron observadas con la aplicación de dosis de Imazetapir, superando estadísticamente a la media obtenida con el testigo. De acuerdo a la escala de ALAM, con las dosis de 440 y 660 ml de Imazetapir, se lograron controles que corresponden a Bueno y Muy Bueno, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje y nivel de control de *C. bonariensis* y *R. brasiliensis* a los 15 y 30 DDA. San Pedro, 2020.

Tratamientos/Momentos de evaluación	Porcentaje de control			
	<i>C. bonariensis</i>		<i>R. brasiliensis</i>	
	15	30	15	30
	DDA			
T1*	0 P	0 P b	0 P e	0 P b
T2	0 P	23 P a	30 P d	50 R a
T3	0 P	28 P a	40 P cd	41 R a
T4	0 P	31 P a	50 R bcd	50 R a
T5	35 P	24 P a	55 R abc	55 R a
T6	60 R	32 P a	70 S abc	70 S a
T7	60 R	32 P a	80 B ab	80 B a
T8	71 B	38 P a	85 MB a	85 MB a
Media general	28,25	36,37	45,5	53,87
Fc	**	10,15*	32,41*	19,90*
DMS	**	17,23	5,69	8,11
Coefficiente de variación	**	27,86	15,82	19,05



Medias con una letra minúscula común no son significativamente diferentes (Tukey $p < 0,05$). Fc = Fisher calculada. *significativo al 5%.

Escala de ALAM (1974). Pobre (0-40%); Regular (41-60%); Suficiente (61 – 70%); Bueno (71-80%); Muy bueno (81-90%); Excelente (91-100%). *Testigo con carpida y sin aplicación. **No cumplen con los supuestos para ser sometidos al ANAVA.

Resultados similares obtenidos en esta investigación, fueron reportados por Paiola et al. (2020), quienes mencionan es factible la utilización de herbicidas ALS como Imazetapir, por ser capaz de reducir la materia seca de malezas.

Conclusión

En base a los objetivos propuestos y las condiciones experimentales se concluyen los siguientes:

Todas las dosis de Imazetapir estudiadas no ocasionan fitotoxicidad a los 30 DDA. La dosis de 660 ml ha⁻¹ de imazetapir, ocasiona un daño leve a los 15 DDA en el cultivo de soja.

A los 15 DDA, la maleza *Conyza bonariensis* es controlada con un nivel bueno con la dosis de 660 ml ha⁻¹ de Imazetapir.

En las evaluaciones realizadas a los 15 y 30 DDA, con la dosis de 660 ml ha⁻¹ de Imazetapir se obtienen niveles de control de *Richardia brasiliensis* correspondientes a muy bueno.

Referencias bibliográficas

Beckie H.J., & Reboud X. (2009). Selección de resistencia a las malas hierbas: Rotación y mezcla de herbicidas. *Weed Technology*, 23(3), 363-370.

Burton, J. W., & Brim, C.A. (1981). Elección recurrente en soja: Selección de mayor porcentaje de aceite en sedes. *Crop Science*, 21, 31-34.

Deuber, R. (1997). *Ciência das plantas infestantes: Manejo*. Campinas, Brasil: Funep.

Gallon, M., Trezzi, M.M., Pagnoncelli JR, F.B., Pasini, R., Viecelli, M., & Cavalheiro, B.M. (2019). Manejo químico de Butonweed de hoja ancha y Pusley brasileño en diferentes métodos de aplicación. *Planta Daninha*, 37, e019185625. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/s0100-83582019370100098>

Matte, W.D., Cavalieri, S.D., Pereira, C.S., Ikeda, F.S., & Poltronieri, F. (2018). Actividad residual de [imazapic+imazapyr] aplicado sucesivamente a la soja resistente a imidazolinonas sobre algodón. *Planta Daninha*, 36, e018181240.

Paiola, A. A. J., Pereira, V. G. C., Souza, C. N. Z. de., Zobiolo, L. H. S., Paiola, A. L., & Adegas, F. S. (2020). Multiple resistencia de *Conyza sumatrensis* en tres mecanismos de acción de herbicidas. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 42, e42485. Recuperado de <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v42i1.42485>

Valverde, B. E., Riches, C. R., & Caseley, J. (2000). *Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz: Experiencias de América Central con Echinochloa colona*. San Jose, Costa Rica: Camara de Insumos Agropecuarios.



Control de la contaminación de explantes en la micropropagación de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos

Díaz Lezcano, M.I.^{1*}, Vera Arza, D. M.¹

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

*maura.diaz@agr.una.py

Introducción

El lapacho negro, tajá, corresponde al género *Handroanthus*, familia Bignoniaceae, el nombre científico es *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (Jiménez, Knapp, Marín & Peña-Chocarro, 2000). Se destaca su importancia ecológica y sus propiedades medicinales. Su madera de alta calidad es utilizada para la construcción civil y naval. Es bastante común en proyectos de paisajismo y arborización urbana, debido a su intensa floración de color rosa (Carvalho 2003). Según Levitus, Echenique, Runishtein, Hopp & Mroginski (2010), el cultivo de tejidos puede ser definido como un conjunto heterogéneo de técnicas que presentan en común el hecho que una parte separada del vegetal, que pueden ser protoplastos, células desprovistas de pared celular, células, tejidos u órganos de una planta madre (explante), se cultiva asépticamente en medio artificial de composición definida e incubada en condiciones controladas. La micropropagación a partir segmentos nodales consiste en separar una parte del tallo, de la raíz o de la hoja de la planta madre y colocarla bajo condiciones ambientales favorables, induciéndolo a formar raíces y tallos, produciendo así una nueva planta independiente, idéntica a la planta de la cual procede. La propagación clonal o vegetativa de segmentos nodales es una producción a partir de partes vegetativas. Se utilizan tejidos vegetales que conserven la potencialidad de multiplicación y diferenciación celular para generar nuevos tallos

y raíces a partir de cúmulos celulares presentes en diversos órganos (Osuna, Osuna & Fierro, 2016). Esta investigación contó con el patrocinio del Programa Universitario para Becas para la Investigación Andrés Borgognon y tuvo como objetivo establecer un protocolo para el control de la contaminación de explantes de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos.

Metodología

El experimento estuvo compuesto de explantes de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos. Los segmentos nodales de longitudes aproximadas a 1 cm, con 1 nudo desprovisto de hojas que fueron extraídos de plántulas jóvenes para asegurar el vigor de los materiales. Los segmentos nodales fueron cultivados en 20 ml de medio de cultivo compuesto por agar y agua. Cada repetición representó una unidad experimental, en su totalidad fueron empleadas 60 unidades experimentales para la determinación del mejor tratamiento de desinfección. Los explantes de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos fueron sometidos a un pre lavado con detergente comercial y agua. La desinfección de los segmentos nodales se realizó bajo cámara de flujo laminar y en condiciones de asepsia. Los materiales fueron expuestos a tratamientos de desinfección con base a la combinación de alcohol etílico (C₂H₅OH) e hipoclorito de sodio (NaClO) en diferentes concentraciones y tiempos de exposición detallados en



el Cuadro 1. Los segmentos nodales fueron cultivados en 20 ml de medio de cultivo compuesto por agar y agua (T1 al T4). Posterior a eso, se utilizó un medio de cultivo MS (Murashige y Skoog, 1962), adicionando 2 g/l de C.A. Para el control de la contaminación se delimitaron los siguientes tratamientos: T1 (C₂H₅OH 70% por 3 minutos; NaClO 5% por 1 minutos), T2 (C₂H₅OH 70% por 5 min; NaClO 5% por 30 seg), T3 (C₂H₅OH 70% por 5 min; NaClO 4% por 5 min), T5 (C₂H₅OH 70% por 5 min; NaClO 4% por 5 min).

Cuadro 1. Tratamientos de desinfección.

Tratamiento	Desinfectante	Tiempo (min)	Medio
T1	C ₂ H ₅ OH (70%)	3	Agar/Agua
	NaClO (5%)	1	
T2	C ₂ H ₅ OH (70%)	5	Agar/Agua
	NaClO (5%)	0,5	
T3	C ₂ H ₅ OH (70%)	5	Agar/Agua
	NaClO (5%)	5	
T4	C ₂ H ₅ OH (70%)	3	Agar/Agua
	NaClO (5%)	3	
T5	C ₂ H ₅ OH (70%)	3	MS
	NaClO (5%)	3	

La identificación de los agentes contaminantes se llevó a cabo con la observación de los explantes con lupa estereoscópica y luego en microscopio, donde se pudo diferenciar estructuras vegetativas propias de reino fungí, tales como conidios e hifas. Estas estructuras fueron comparadas posteriormente recurriendo a Tortora, Funke & Case (2007). El ensayo fue sometido a una prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov (K-S), prueba no paramétrica que determina la bondad de ajuste de dos distribuciones de probabilidad entre sí.

Resultados y discusión

Uno de los principales problemas que se presentan al intentar establecer cultivos *in vitro* es la contaminación, puede ser causado por diversos tipos de microorganismos (hongos, levaduras, bacterias, fitoplasmas, virus) (Sharry, Adema & Abedini, 2015). La primera fase del experimento se llevó a cabo en medio de cultivo en donde el T4 (C₂H₅OH 70% por 3 min; NaClO 5% por 3 min) presentó un control de la contaminación del 84% y se consideró el más efectivo para el control de la contaminación en medio de cultivo agar/agua (ver Figura 1). La siguiente fase del ensayo se desarrolló en medio de cultivo nutritivo (MS), con base en el tratamiento de mejor respuesta en medio Agar/Agua, se parte del tratamiento T5 (C₂H₅OH 70% por 3 min; NaClO 5% por 3 min), el cual presentó un 87% de explantes asépticos hasta 10 días después de su siembra y muestran signos de desarrollo meristemático. El tratamiento de concentración y tiempo de inmersión C₂H₅OH (70%) y NaClO (5%) por 3 minutos resultó efectivo para el control de la contaminación en medio Agar/Agua tanto como en medio de cultivo MS en igualdad de condiciones, el cual presentó diferencias significativas sobre los demás tratamientos aplicados. Se logró la identificación de los hongos principalmente de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*.



Figura 1. Control de la contaminación de explantes en diferentes medios.



Conclusión

Se logró establecer un protocolo para el control de la contaminación de explantes de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Matos que consistió en un tratamiento de concentración y tiempo de inmersión C_2H_5OH (70%) y $NaClO$ (5%) por 3 minutos para el control de hongos principalmente de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*.

Referencias bibliográficas

- Carvalho, P. E. R. (2003). *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília, BR Embrapa Informação Tecnológica.
- Jiménez, B., Knapp, S., Marín, G., & Peña-Chocarro, M. C. (2000). Listado preliminar de plantas vasculares de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, Paraguay. *Revista Rojasiana*, 5, 141-277.
- Levitus, G., Echenique, V., Runistein, C., Hopp, E., & Mroginski, L. (2010). *Biotecnología y mejoramiento vegetal II*. Buenos Aires, Argentina: INTA.
- Osuna, H., Osuna, A., & Fierro, A. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores*. México, D. F., México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Sharry, S., Adema, M., & Abedini, W. (2015). *Plantas en probeta: Manual para la propagación de plantas por cultivos in vitro*. Buenos Aires, Argentina: EDULP.
- Tortora, G., Funke, B., & Case, C. (2007). *Introducción a la Microbiología*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.



Evaluación de factores de patogenicidad secretados por aislados nativos de *Macrophomina phaseolina*

Pineda, A.¹, Vaceque, J.¹, Flores Giubi M. E.¹, Barúa, J. E.¹, Romero Rodríguez M.C.^{1*}

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Química Biológica

*rromero@qui.una.py

Introducción

Macrophomina phaseolina es un hongo fitopatógeno, necrotrófico con una gran variedad de hospederos, es el agente causal de la pudrición carbonosa de la raíz y el tallo, que puede afectar a las plantas en cualquier estadio fenológico, ocasionando una disminución de la altura del vástago, densidad de la raíz y peso que generalmente culmina con la muerte de las plantas afectadas (Kaur et al., 2012). La pudrición carbonosa ha ocasionado grandes pérdidas en los cultivos de importancia económica en Paraguay y en la Región (Muñoz-Cabañas, Hernández-Delgado & Mayek-Pérez, 2005).

Algunas medidas existentes de manejo integrado del hongo son el riego, la fertilización química y el control biológico o químico (Abawi GS, 1990). Estas, sin embargo, no son tan eficaces debido a los mecanismos de amplia adaptabilidad al ambiente cambiante que presenta este hongo (Tijerina-Ramírez, Lira-Méndez, Moreno-Medina, González-Prieto & Netzahualcoyotl, 2014).

Las interacciones moleculares constituyen pasos críticos de las interacciones planta-patógeno, *M. phaseolina* secreta proteínas y toxinas involucradas en el proceso de infección, conocidos como factores de patogenicidad, sin embargo, aún se sabe poco sobre el mecanismo molecular de patogénesis. El análisis de las proteínas se-

cretadas de hongos fitopatógenos es una herramienta clave para comprender su estrategia de infección y de esta manera diseñar estrategias de control (Espino et al., 2010; Kubicek, Starr & Glass, 2014). Es por ello que hemos planteado evaluar el perfil de proteínas secretadas por diferentes aislados nativos de *M. phaseolina*, así como evaluar la fitotoxicidad de las moléculas secretadas mediante la estimación del porcentaje de pérdida de electrolitos de plántulas de soja.

Metodología

Cultivo *in vitro* de *Macrophomina phaseolina*

Los aislados de *M. phaseolina* fueron obtenidos de cultivos de soja, sésamo y stevia de diferentes regiones geográficas del país. Se mantuvieron en discos de micelio sumergidos en una solución acuosa de glicerol al 80% a una temperatura de -20 °C en el cepario micológico del Departamento de Química Biológica de Facultad de Ciencias Químicas. Los discos fueron inoculados en placas Petri que contenían PDA (Papa-Dextrosa-Agar) como medio de cultivo e incubadas a 30 °C hasta que el micelio cubrió toda la placa. A partir del cultivo en PDA se inoculó el micelio del hongo en 200 mL de medio de cultivo líquido PDB (Papa-Dextrosa-Broth), se realizaron tres replicas biológicas por cada aislado. Se utilizaron como controles negativos medios



de cultivo sin inocular que fueron mantenidos en las mismas condiciones. Luego del crecimiento se procedió a la separación del micelio y el medio líquido mediante filtración. El filtrado obtenido fue congelado a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para su posterior liofilizado.

Extracción, cuantificación y análisis del perfil de proteínas

Se pesaron 200 mg de cada liofilizado y fueron resuspendidos en medio de solubilización (MS) que contenía urea 7 M, tiourea 2 M, CHAPS 4 %, Tritón X-100 2 % y β -mercaptoetanol 100 mM. A continuación, se procedió a la extracción por el método de precipitación con ácido tricloro acético (TCA)-acetona-fenol (Wang, 2006). Finalmente, el precipitado fue solubilizado en medio de solubilización y el extracto proteico fue mantenido a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta el momento del uso. La cuantificación de proteínas se realizó mediante el protocolo descrito por Bradford (Bradford, 1976). Las proteínas obtenidas fueron separadas por medio de una electroforesis discontinua unidireccional siguiendo la metodología descrita por Laemmli (1970). Fueron separados 20 μg de proteína, para estimar el peso molecular (PM) de las bandas resueltas, se separó un marcador de PM de amplio rango (Broad Range, BioRad®). Los geles fueron teñidos con el reactivo de Coomassie R-250 (Simpson, 2007) y digitalizados. La imagen fue analizada mediante el software ImageLab de BioRad® para la comparación de los perfiles proteicos, el análisis de imagen dio como resultado valores arbitrarios de intensidad para cada banda detectada en cada carril. Estos valores fueron sometidos a un proceso de normalización y posteriormente fueron analizados mediante análisis

de componentes principales (PCA) para detectar bandas diferenciales, utilizando solo las bandas consistentes, es decir, a aquellas bandas presentes en las tres réplicas biológicas analizadas (Ringnér, 2008; Shlens & View, 2014).

Ensayo en plántulas de soja

Se realizó en plántulas de sojas en estadio fenológico cotiledonar, las plántulas de soja fueron expuestas a los distintos liofilizados obtenidos de *M. phaseolina*; los cuales se disolvieron con agua desionizada hasta obtener una concentración de $0,25\text{ mg}/\mu\text{L}$ para los liofilizados. Se evaluó el daño de membrana mediante el ensayo de fuga de electrolitos (Zwiazek & Blake, 1990). Se emplearon como control plántulas que no fueron expuestas a los liofilizados.

Resultados y discusión

Se evaluó la diferencia en la secreción de proteínas totales entre diferentes aislados mediante el rendimiento de extracción de proteínas sin embargo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

El perfil diferencial de proteínas secretadas por los distintos aislados de *M. phaseolina* analizados se muestra en la **Figura 1**. Se observa que existe una gran diferencia entre los perfiles de cada aislado, sin embargo, existen bandas comunes entre ellos. El control que corresponde a medio de cultivo sin crecimiento del hongo no presenta ninguna banda, lo que nos permite decir que las bandas observadas en los diferentes carriles corresponden a proteínas secretadas por los hongos en estudio.

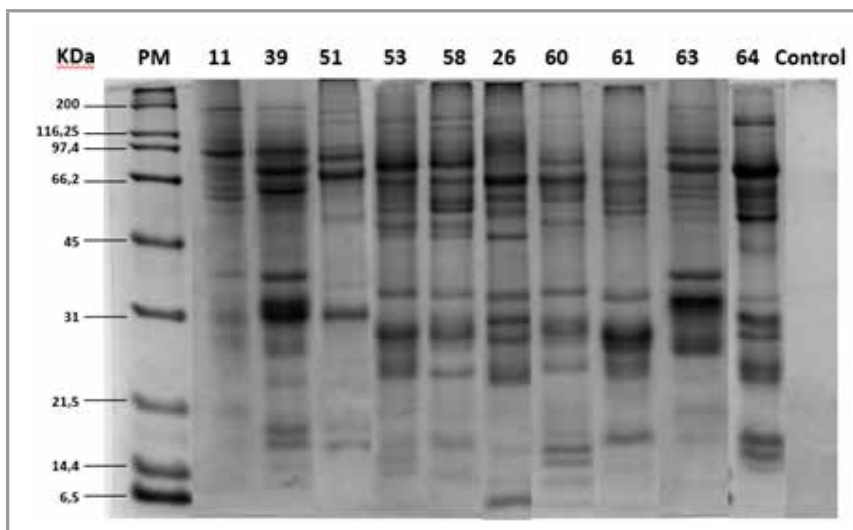


Figura 1: Perfil diferencial de proteínas secretadas por *M. phaseolina* purificados mediante el método TCA-Acetona-Fenol. En cada carril fueron separadas 20 μ g de proteínas. Las proteínas fueron evaluadas en geles de poliacrilamida al 12 %, posteriormente fueron teñidas con azul de Coomassie R250 PM: Marcador de peso molecular de amplio rango, los valores de PM se expresan en kDa (Broad Range, BioRad).

El análisis comparativo de los perfiles proteicos mediante PCA no permitió realizar una agrupación clara de los aislados (**Fig. 2**). Se observa que los aislados FCQ39 y FCQ63 son los que presentan mayor similitud, mientras que los aislados FCQ51,

FCQ58, FCQ60 y FCQ63 son los aislados con mayor diferencia en sus perfiles proteicos. Esta diferencia podría deberse al contexto geográfico de los aislados así también como su variabilidad génica los cuales deben ser demostrados experimentalmente.

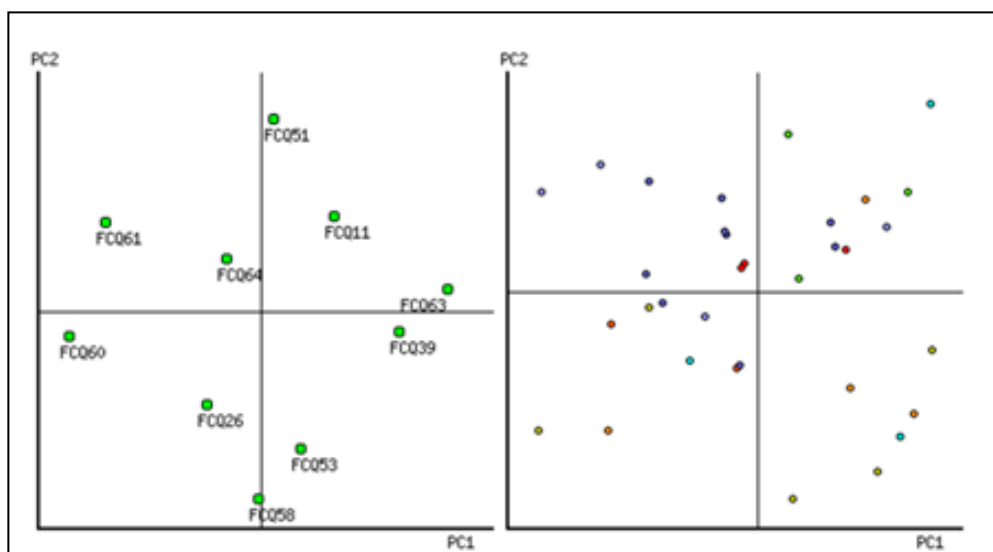


Figura 2: Análisis de componentes principales (PCA). **A** Gráfico bidimensional de la componente principal 1 y 2 (PC1 y PC2) indicando la distribución de los aislados de *M. phaseolina* analizados. **B** Distribución de las bandas analizadas.



El porcentaje de fuga de electrolitos en plántulas de soja expuesta a moléculas secretadas obtenidas a partir del filtrado liofilizado a una concentración de 0,25 mg/μl se muestra en la **Figura 3**, las moléculas evaluadas presentan distinta naturaleza química, entre los que se encuentran metabolitos y proteínas. Los aislados FCQ39, FCQ26, FCQ60, FCQ61 y FCQ63 presentan una liberación de electrolitos significativamente

mayor al control en las plántulas de soja, esto supone que existe una mayor pérdida de la integridad de la membrana asociado a una mayor fitotoxicidad de las moléculas, uno de los primeros síntomas que se manifiesta en un estado de estrés es la disrupción de la permeabilidad de las membranas celulares, eliminando la capacidad de las células de retener solutos (Restrepo, Gómez, Garzón, Alzate & López, 2013).

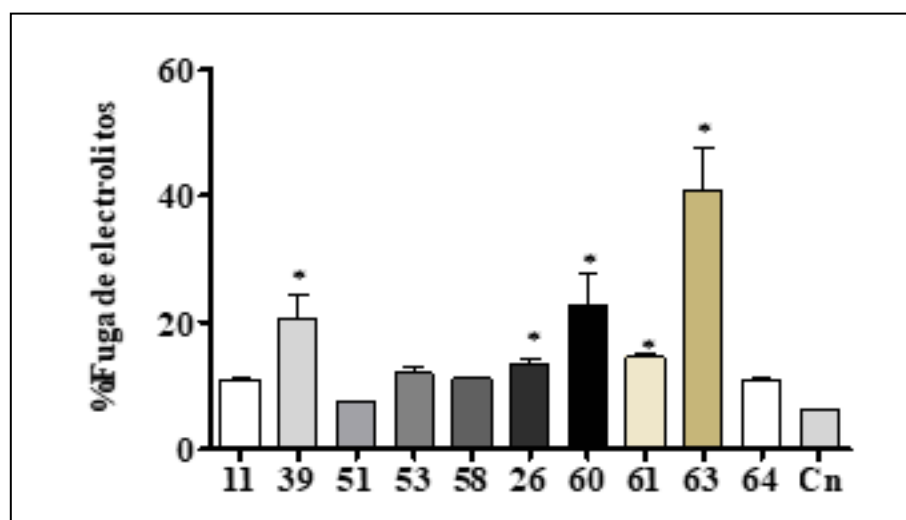


Figura 3: Efecto de liofilizados en la liberación de electrolitos de plántulas de soja. Plántulas expuestas a 0,25 mg/μL de liofilizado de *Macrophomina phaseolina* obtenidos a partir de cultivos de soja (FCQ11, FCQ39, FCQ51, FCQ53, FCQ58), sésamo (FCQ26, FCQ60, FCQ61, FCQ63), estevia (FCQ64); Grupo control plántulas expuestas a agua medidos a las 24 hs de exposición. N=2, *p<0,05 ANOVA, Post Test de Tukey.

Conclusión

El análisis del perfil diferencial de proteínas demostró la diversidad de proteínas secretadas por los aislados de *M. phaseolina* que podrían estar implicadas en el proceso de patogénesis, sin embargo, no existe una agrupación clara de los aislados que pueda asociarse al hospedero o región geográfica de la cual fue aislado el fitopatógeno. En cuanto a la evaluación de la fitotoxicidad de las moléculas secretadas se

encontró que cuatro aislados presentaron un mayor efecto en la permeabilidad de la membrana. A futuro se debería identificar el factor molecular que determina el mayor efecto en la permeabilidad de la membrana integrando y profundizando los resultados proteómicos en estos aislados prometedores que podrían tener un rol clave en la patogenicidad del hongo y de esta manera buscar estrategias en el desarrollo de nuevos métodos de control de la enfermedad.



Referencias bibliográficas

- Abawi GS, P. C. M. (1990). *Root rots of beans in Latin America and Africa: Diagnosis, research methodologies, and management strategies*. Cali, Colombia.
- Bradford, M. M. (1976). A Rapid and sensitive method for the quantitation microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1-2), 248–254.
- Espino, J. J., Gutiérrez-Sánchez, G., Brito, N., Shah, P., Orlando, R., & González, C. (2010). The Botrytis cinerea early secretome. *Proteomics*, 10(16), 3020–3034. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/pmic.201000037>
- Kaur, S., Dhillon, G. S., Brar, S. K., Edward, G., Chand, R., Chauhan, V. B., & Vallad, G. E. (2012). Emerging phytopathogen *Macrophomina phaseolina*: Biology, economic importance and current diagnostic trends. *Critical Reviews in Microbiology*, 38(2), 136–151. Recuperado de <https://doi.org/10.3109/1040841X.2011.640977>
- Kubicek, C. P., Starr, T. L., & Glass, N. L. (2014). Plant cell wall: Degrading enzymes and their secretion in plant-pathogenic fungi. *Annual Review of Phytopathology*, 52, 427–451. Recuperado de <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-102313-045831>
- Laemmli, UK. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227, 680–685. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/227680a0>
- Muñoz-Cabañas, R. M., Hernández-Delgado, S., & Mayek-Pérez, N. (2005). Análisis patogénico y genético de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. en diferentes hospedantes. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 23(1), 11–18.
- Restrepo, H., Gómez, M. I., Garzón, A., Alzate, F., & López, J. (2013). Respuesta bioquímica de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) a diferentes condiciones de temperaturas nocturnas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 7(2), 252–262.
- Simpson, R. (2007). *Staining proteins in gels with coomassie blue: CSH Protoc.* Recuperado de <https://doi.org/10.1101/pdb.prot4719>.
- Tijerina Ramírez, N., Lira Méndez, K., Moreno Medina, V. R., González Prieto, J. M., & Netzahualcoyotl, P. N. (2014). Efecto del estrés osmótico *in vitro* en el crecimiento, patogenicidad y producción de osmolitos en *Macrophomina phaseolina*. *Revista Mexicana de Micología*, 39, 31–39.
- Wang, W. (2006). Short communication a universal and rapid protocol for protein extraction from recalcitrant plant tissues for proteomic analysis. *Electrophoresis*, 27, 2782–2786. <https://doi.org/10.1002/elps.200500722>
- Zwiazek, J. J., & Blake, T. J. (1990). Effects of preconditioning on electrolyte leakage and lipid composition in black spruce (*Picea marian*) stressed with polyethylene glycol. *Physiologia Plantarum*, 79(1), 71–77. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1990.tb05868.x>



Velocidad de crecimiento de hongos fitopatógenos en diferentes medios de cultivo

Sotomayor, N.^{1*}, Morinigo, K.¹, Vigo, R.¹

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

*ingnilsasoto@gmail.com

Introducción

En la naturaleza los hongos crecen sobre cualquier sustrato orgánico, pero en el laboratorio se les debe proveer de un medio nutritivo especial. Los cultivos para identificación se suelen hacer sobre medios gelificados y los experimentos fisiológicos en sustratos líquidos, a veces agitados para proveer de oxígeno a las colonias sumergidas (Universidad Nacional de Jujui [UNJu], 2015).

En los estudios que se realizan para el crecimiento de los hongos bajo condiciones controladas, es necesario contar con información acerca de los medios de cultivos específicos en el que se promuevan el crecimiento mical y la formación de estructuras reproductivas.

Los medios de cultivo ya sean preparaciones sólidas, semisólidas o líquidas, constituyen el micromundo de los microorganismos en condiciones de laboratorio, intentando ser un reflejo de su hábitat natural en relación con la satisfacción de sus más vitales y principales necesidades como ser vivo. La composición del medio de cultivo puede influir sobre diferentes aspectos en la fisiología del microorganismo: su nutrición y multiplicación (Bernal, 2004 citado por Nápoles, Martínez, Costales, Gómez & Somers, 2006).

En Paraguay el conocimiento del comportamiento de crecimiento de hongos

fitopatógenos aislados en condiciones agroecológicas en medios de cultivo naturales es mínimas, por lo que es necesaria la realización de evaluaciones que ayuden a conocer parte de la cinética de su crecimiento. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la velocidad de crecimiento de hongos fitopatógenos en diferentes medios de cultivo.

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 6 tratamientos y tres repeticiones. Las unidades experimentales consistieron en placas de Petri, empleando 3 unidades para cada unidad experimental totalizando 18 unidades experimentales. Los tratamientos consistieron en 3 hongos fitopatógenos (*Curvularia* sp., *Alternaria* sp. y *Bipolaris* sp.), y 3 medios de cultivo semisintéticos (agar papa dextrosa, agar poroto (*Phaseolus vulgaris*) y agar avena).

Para la preparación del medio de cultivo con poroto (*Phaseolus vulgaris*) se utilizó el jugo de 30 gramos de poroto hervido, 20 gramos de agar y se enraso con agua hasta obtener un litro de solución. Posteriormente se llevó a autoclave a una temperatura de 121° C a 1 atm de presión durante 15 minutos.



El medio papa- dextrosa-agar se preparó, con 200 gramos de papas hervidas donde se le agregó 20 gramos de dextrosa y 20 gramos se enraso con agua hasta obtener un litro de solución. Posteriormente se llevó a autoclave a una temperatura de 121°C a 1 atm de presión durante 15 minutos. El medio agar- avena se realizó, pesando 30 gramos de avena, 20 gramos de agar, 20 gramos de sacarosa se enraso con agua hasta obtener un litro de solución. Posteriormente se llevó a autoclave a una temperatura de 121°C a 1 atm de presión durante 15 minutos.

El medio esterilizado se dejó enfriar y luego se vertió en cajas de Petri de 9 cm de diámetro, a razón de 15 ml por caja. Se inocularon los tres medios de cultivo con una porción de inóculo de las especies identificadas y se incubaron durante 7 días a temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, la lectura de velocidad de crecimiento de las especies fúngicas se realizó a los 5 y 7 días según manual de laboratorio para manejo de hongos entomopatógenos (Cañedo y Ames 2004), midiendo el tamaño de la colonia en centímetros y, posteriormente se calculó el promedio de las tres repeticiones.

Con los datos obtenidos se construyó un cuadro de promedio de crecimiento de cada una las cepas en los diferentes medios de cultivo registrados en planillas Excel y luego fueron analizadas con el análisis estadístico ANAVA de acuerdo al diseño utilizado, usando el Programa InfoStat,(2018).

Para las variables que resultaron con diferencias significativas se efectuó la comparación de medias aplicando la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

En el cuadro 1 se observa valores promedios de crecimiento de los diferentes hongos en diferentes medios de cultivo, obteniéndose resultados con diferencia significativa entre los tratamientos en las evaluaciones realizadas, con la medición del crecimiento del hongo.

De manera general se observó que *Curvularia* sp., *Alternaria* sp. y *Bipolaris* sp., son capaces de crecer satisfactoriamente en los diferentes medios de cultivo a temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y este valor varió en dependencia de los nutrientes presentes en cada uno de los medios utilizados.

En la evaluación realizada en los medios de PDA, se observó que la velocidad de crecimiento de los hongos *Alternaria* sp y *Curvularia* sp., fueron las superiores alcanzando los 9 cm a los 5 días, presentándose los demás medios con una velocidad de crecimiento más lento (ver cuadro 1).

En el caso de Agar Avena el hongo *Bipolaris* sp tuvo mejor crecimiento, alcanzando 9 cm a los 7 días, seguido esto por el medio agar papa dextrosa donde su crecimiento a los 7 días fue de 7 cm, siendo el medio agar poroto (*Phaseolus vulgaris*) el de menor crecimiento.



Cuadro 1. Promedio de velocidad de crecimiento en cm de hongo fitopatógeno en diferentes medios de cultivo.

Hongos fitopatógenos	Medios de cultivos	Medias de crecimiento (cm) 5 días	Medias de crecimiento (cm) 7 días
<i>Alternaria sp</i>	PDA	9G	9F
<i>Alternaria sp</i>	Agar Avena	3,8C	4,7C
<i>Alternaria sp</i>	Agar Poroto	3B	3,5B
<i>Bipolaris sp.</i>	PDA	5,5E	7E
<i>Bipolaris sp.</i>	Agar Avena	6,4F	9F
<i>Bipolaris sp.</i>	Agar Poroto	2,4A	3,5B
<i>Curvularia sp.</i>	PDA	9G	9F
<i>Curvularia sp.</i>	Agar Avena	5,2D	6,5D
<i>Curvularia sp.</i>	Agar Poroto	2,4A	3A

FC

5684,71**

4305,22**

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Gutiérrez, et.al. (2015), evaluaron medios de cultivos para el crecimiento de *Alternaria padwickii* los cuales fueron Agar agua, Agar papa zanahoria, Agar zanahoria, Agar jugo de tomate, Agar grano hoja de arroz, Agar papa glucosado, Agar jugo vegetal, Agar poroto, Agar arroz y Agar extracto de malta, donde los mejores crecimiento del patógeno fueron en Agar extracto de malta, Agar arroz y Agar poroto no coincidiendo así con este trabajo, en el que el Agar poroto (*Phaseolus vulgaris*) fue el que demostró menor crecimiento del hongo *Alternaria sp*

Por otro lado los resultados obtenidos con el hongo *Bipolaris sp* no coinciden con lo que menciona Delgado (2016) en el afirma que el mejor medio de cultivo para el crecimiento de dicho hongo es el extracto de hoja de maíz, el mismo había evaluado cinco tipo de medios de cultivos.

Según Hernández y Roson (2005) quienes expresaron que los mejores resultados en el crecimiento de patógenos corresponden con agar papa dextrosa donde mencionan que existe buenas posibilidades para su utilización en ceparios de conservación y

bancos de cepas, coincidiendo así con los resultados obtenidos en el crecimiento de los patógenos *Alternaria sp* y *Curvularia sp.* Así también Zurita y Urcia (2017), en su manual de procedimientos técnicos para diagnósticos micológicos sugieren al medio de cultivo agar harina de avena para el crecimiento de los hongos *Curvularia sp* y *Alternaria sp* difiriendo con los resultados obtenidos en esta investigación donde el comportamiento de estos 2 hongos obtuvieron mejor crecimiento en PDA.

Conclusión

Bajo condiciones del Laboratorio a temperatura controlada de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ las colonias de *Curvularia sp* y *Alternaria sp*, demostraron mejor crecimiento en el medio de cultivo agar papa dextrosa ante los demás medios evaluados. En cuanto al hongo *Bipolaris sp.* el mejor crecimiento de la colonia correspondió al medio de cultivo Agar Avena abarcando toda la placa de Petri a los 7 días de incubación.



Referencias bibliográficas

- Cañedo, V., & Ames, T. (2004). *Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos*. Lima, Perú.
- Corrales, D. (2008). *Manual de prácticas de micología 84*. México: Departamento de Parasitología Rama de Fitopatología Universidad Autónoma de Sinaloa Escuela Superior de Agricultura.
- Curvelo, L., & Rojas, J. (2010). Revisión preliminar de medios de cultivos empleados en estudios de microorganismo de los Phylums Ascomycetes, Deuteromycetes y Oomycetes como agentes causantes de enfermedades en plantas. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8741/tesis680.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Delgado, S. (2016). Identificación del agente causal y control químico de la mancha foliar en Maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) a nivel in vitro en el distrito de Santa Ana-La Convención-Cusco. Recuperado de http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/1864/253T20160251_TC.pdf?sequence=3&isAllowed=y&fbclid=IwAR33DU7iQmbCeL_zoTbzMby4r7X8VND4wKgG_X9qhBJonp7Lzo0UFpb63U
- Hernández, A., & Rosón, C. (2005). Evaluación preliminar del crecimiento y la esporulación de *Aschersonia aleyrodis* Webber en medios de cultivo convencionales. *Revista FITOSANIDAD*, 9(3).
- UNJu (Universidad Nacional de Jujui). (2015). Microbiota: Micología general. Recuperado de <http://www.microbiota.com.ar/>
- Lovato Echeverría, A. D., Gutiérrez, S., Carmona, M. (2015). Evaluación de medios de cultivos en el crecimiento de *Alternaria padwickii*. *Fitosanidad*, 60-71.
- Nápoles, M., Martínez, J., Costales, D., Gómez, G., & Somers, E. (2006). Efecto de diferentes medios de cultivo en la multiplicación celular de *Bradyrhizobium elkanii*. *Cultivos Tropicales*, 35-38. Recuperado de <https://www.reidalyc.org/pdf/1932/193215885006.pdf>
- Ríos, J., Quintero, J., Apodaca, M., Loredo, J., Corrales, D. (2008). *Manual de prácticas de micología*. México: Departamento de Parasitología Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Zurita, S., & Urcia, F. (2017). *Manual de procedimientos técnicos para el diagnóstico micológico*. Perú: Biblioteca Nacional del Perú.



Parasitoides de larvas del Orden Lepidoptera en cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Kim, S.^{1*}, Cabral Antúnez, C.¹, Ramírez de López, M.¹, Garcete Barret, B. R.¹

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

*sorakimhan@gmail.com

Introducción

Las larvas del Orden Lepidoptera son consideradas importantes plagas en el cultivo de tomate ya que pueden llegar a defoliar completamente la planta y también se alimentan de los frutos, por consiguiente, la pérdida puede llegar a ser total. Los lepidópteros que más daño ocasionan a la producción nacional de tomate son *Tuta absoluta*, *Neoleucinodes elegantalis*, *Chrysodeixis (=Pseudoplusia) includens*, *Manduca sexta paphus* y *Spodoptera* sp. (Ramírez de López, 2010; Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG] & Agencia de Cooperación Internacional del Japón [JICA], 2002; Cardozo & Yasuda, 1995). Actualmente el control químico predomina en el manejo de estas plagas. Esto no se proyecta como un método eficiente a largo plazo ya que generará presión de selección de plagas resistentes, aumentará el costo de producción por los plaguicidas, y repercutirá sobre el ambiente (Barrera, Toledo & Infante, 2008). Por tanto, es necesario implementar un manejo integrado de plagas, en donde se utiliza todos los recursos disponibles antes de recurrir a los productos químicos para una producción sustentable. Uno de esos recursos son los enemigos naturales de las plagas, entre los cuales se encuentran los parasitoides. En Paraguay, se encuentran pocos registros de parasitoides en cultivos hortícolas. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue identificar los parasitoides de larvas de lepidópteros en el cultivo de tomate, y determinar el porcentaje de parasitismo en cada especie de lepidóptero.

Metodología

Los muestreos de larvas del orden Lepidoptera en cultivos de tomate de manejo convencional se realizaron en los meses de mayo y octubre en intervalos de 14 días en el Centro Fruti-hortícola de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA). Las larvas se recolectaron manualmente en frascos de plástico de forma individual y fueron trasladadas al Laboratorio de la División de Entomología del Área de Protección Vegetal FCA-UNA. Luego todas las larvas fueron criadas individualmente en frascos de plástico en condiciones controladas de 25±5°C de temperatura, 70±10% de humedad relativa y 12 horas de fotofase. Las larvas fueron alimentadas diariamente con hojas frescas de tomate hasta la emergencia del parasitoide o de la plaga. Los parasitoides emergidos de las larvas fueron registrados, conservados, y luego enviados al Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay para su identificación. Posteriormente fue calculada el porcentaje de parasitismo. El porcentaje de parasitismo se obtuvo por la fórmula de Bahena Juárez & Velázquez García (2012): % de parasitismo = (n° de larvas parasitadas / n° de larvas útiles) x 100. El número de larvas útiles es la diferencia entre el total de larvas colectadas y las muertas por manejo, enfermedad, o escape, mientras que las larvas parasitadas fueron cuantificadas solamente a partir de las larvas útiles.



Resultados y discusión

Las larvas del orden Lepidoptera recolectadas en el cultivo de tomate fueron las de la Sub Familia Plusiinae (falsas medidoras), complejo de Spodoptera y *Tuta absoluta* (palomilla del tomate), en todas ellas se observaron emergencia de parasitoides. Los representantes de la Sub Familia Plusiinae fueron los más parasitados siendo los mismos *Copidosoma* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae), *Euplectrus* sp. (Hymenopte-

ra: Eulophidae) y dos especies del género Glytapanteles (Hymenoptera: Braconidae). La especie de *Copidosoma* encontrada en este trabajo podría ser *C. floridanum*, la misma que encontró Cuevas (2020) con mayor número de individuos en el mismo cultivo de tomate. Representantes del complejo Spodoptera fueron parasitados por *Chelonus* sp. (Hymenoptera: Braconidae) y *T. absoluta* fue parasitada por *Pseudapanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae). El porcentaje de parasitismo total en el cultivo de tomate fue 57,75%.

Cuadro 1. Larvas útiles, larvas parasitadas y porcentaje de parasitismo por especie de Lepidoptera. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2020.

Lepidoptera	Larvas recolectadas	Larvas útiles	Larvas parasitadas	% de parasitismo
Plusiinae	124	95	61	64,21
Spodoptera	65	14	5	35,71
<i>T. absoluta</i>	46	33	16	48,48
Total	235	142	82	57,75

El porcentaje de parasitismo en los representantes de la Sub Familia Plusiinae presentó el mayor valor de 64,21%, seguido por el de *T. absoluta* (48,48%) y el complejo de Spodoptera (35,71%). Se puede observar que en esta zona de producción de tomate convencional los parasitoides controlan más del 20% de cada grupo de lepidópteros. El mayor porcentaje de parasitismo en las larvas de la Sub Familia Plusiinae podría ser por la mayor diversidad de parasitoides que presentó este grupo en comparación a los otros grupos de plagas lepidópteros, y a su vez por la eficiencia de parasitismo de *Copidosoma* sp., lo cual, presentó 57,89% de parasitismo. La tasa alta de reproducción y la alta especificidad de hospedero son algunos atributos que posee *Copidosoma* sp. que lo hace un parasitoide eficiente (Infante, 2008). *Copidosoma floridanum* es conocido por ser un endoparasitoide poliembrionario específico

a larvas de la Sub Familia Plusiinae que puede emerger hasta 2000 individuos a partir de un huevo (Grbic, Nagy & Strand, 1996; Noyes, 1988).

Sin embargo, el porcentaje de parasitismo en las falsas medidoras fue mayor en comparación a los resultados de otros muestreos realizados en el cultivo de tomate. Murillo, Hunt y Vanlaerhoven (2012) obtuvieron 20,1% y 43,3% en los dos años de muestreos, respectivamente, mientras que Gallardo-Covas (2005) arrojó un valor de 23,89%. Esta diferencia se pudo dar por la composición del complejo de parasitoides hallados en cada trabajo. En este trabajo *Copidosoma* sp. fue el parasitoide que más emergió de las falsas medidoras (90,16% de los parasitoides). En cambio, *Campoplex sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae), un endoparasitoide solitario, fue el parasitoide más abundante en el trabajo



de Murillo et al. (2012). Una tasa alta de reproducción es uno de los atributos de la eficiencia de una especie de parasitoide (Infante, 2008).

Por otro lado, el manejo del cultivo específicamente en la intensidad del uso de plaguicida también habrá influenciado los resultados. Ya que los muestreos de los otros trabajos fueron realizados en campos comerciales, tal fue el caso de Gallardo-Covas (2005) en donde se aplicaba plaguicida al menos una vez a la semana. En cambio, en las parcelas muestreadas las aplicaciones de insecticidas no eran periódicas, más bien se basaban en los daños y también eran complementadas con aplicaciones con productos a base de *Bacillus thuringiensis*. Se observó un caso semejante a este en los cultivos de tomate de Nueva Zelanda, en donde el número de aplicación de insecticidas se redujo gradualmente de ocho a uno desde 1990 hasta 1994, y por consiguiente se observó que el porcentaje de parasitismo de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) superó más del 60% a partir de 1990, contrastando con los porcentajes de parasitismo de años anteriores que oscilaban entre 27% y 53% (Cameron, Walker, Hodson, Kale & Herman, 2009). Por tanto, la composición de las poblaciones de parasitoides, las características intrínsecas de los mismos y el manejo agronómico habrán influenciado en el porcentaje de parasitismo.

En cambio, el porcentaje de parasitismo de la palomilla de tomate fue semejante al de Estigarribia (2018) quien obtuvo 46% de parasitismo, aunque tuvo mayor número de especies de parasitoides, los cuales, fueron *Promicrogaster* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Bracon* sp. (Hymenoptera: Braconidae) y *Conura* sp. (Hymenoptera: Chalcididae). Cabe destacar que en las parcelas en donde Estigarribia (2018) realizó los muestreos no se aplicaba insecticida.

Altieri, Cure & Garcia (1993) propusieron que la diversidad de los parasitoides aumenta cuando se reduce la mortalidad de los mismos mediante el mantenimiento de resto de cultivo y el nulo uso de insecticidas o el descarte de los insecticidas no selectivos. Sin embargo, Cuevas (2020) encontró *Conura* sp. en los muestreos Moericke realizados en el cultivo de tomate convencional de la misma huerta. Por tanto, se podría encontrar más especies de parasitoides de *Tuta absoluta*. Altieri et al., (1993) también mencionaron que el establecimiento de los parasitoides está correlacionado con el desarrollo del cultivo en donde con el tiempo la comunidad de los artrópodos, incluyendo los parasitoides, se vuelve más diversa y compleja, formando nichos dentro del agroecosistema. Las larvas de *Tuta absoluta* de este trabajo fueron recolectadas en octubre en dos parcelas en donde la primera estaba abandonada después de la cosecha y la otra era de un mes después del trasplante. Por ende, se puede inducir que aún no era oportuno para observar una mayor diversidad de parasitoides de la palomilla de tomate en el cultivo. Incluso, Estigarribia (2018) observó la diferencia entre la primera y la penúltima colecta, en las cuales, se distinguió un aumento de número de especies de parasitoides de *Tuta absoluta* y del porcentaje de parasitismo.

Conclusión

En el cultivo de tomate, las larvas de la Sub Familia Plusiinae presentan mayor porcentaje de parasitismo y son parasitadas por *Copidosoma* sp., *Glyptapanteles* sp. y *Euplectrus* sp. Mientras que el complejo Spodoptera es parasitado por *Chelonus* sp., y *Tuta absoluta* por *Pseudapanteles* sp. Los parasitoides pueden contribuir al manejo de plagas del orden Lepidoptera en cultivo de tomate.



Referencias bibliográficas

- Altieri, M. A., Cure, J. R., & Garcia, M. A. (1993). The role and enhancement of parasitic hymenoptera biodiversity in agroecosystems. En J. LaSalle, I. D. Gauld (ed.), *Hymenoptera and Biodiversity* (pp. 257-275). Recuperado de <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/11/altieri-parasitoid-ecology.pdf>
- Bahena Juárez, F., & Velázquez García, J. (2012). *Manejo agroecológico de plagas en maíz para una agricultura de conservación en el valle de Morelia-Querendaro*. Recuperado de <https://docplayer.es/23665513-Manejo-agroecologico-de-plagas-en-maiz-para-una-agricultura-de-conservacion-en-el-valle-morelia-querendaro-michoacan.html>
- Barrera, J. F., Toledo, J., & Infante, F. (2008). Manejo integrado de plagas: conceptos y estrategias. En J., Toledo, F., Infante (eds.), *Manejo integrado de plagas* (pp. 13-33). México: Trillas.
- Cameron, P. J., Walker, G. P., Hodson, A. J., Kale, A. J., & Herman, T. J. B. (2009). Trends in IPM and insecticide use in processing tomatoes in New Zealand. *Crop Protection*, 28 (5), 421-427. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.01.002>
- Cardozo, R., & Yasuda, S. (1995). *Plagas de cultivos: Su comportamiento y control*. Caacupé, Paraguay: IAN.
- Cuevas, L. C. (2020). *Diversidad de enemigos naturales asociados al cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNA* (Tesis Ing. Agr.). FCA-UNA, San Lorenzo, Paraguay.
- Estigarribia, J. A. (2018). *Parasitoides de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en cultivo de tomate en el departamento Central del Paraguay* (Tesis Ing. Agr.). FCA-UNA, San Lorenzo, Paraguay.
- Gallardo-Covas, F. (2005). Parasitoids of *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae on the South Coast of Puerto Rico. *Journal of Agriculture University of Puerto Rico*, 89 (1-2), 119-122. Recuperado de <https://doi.org/10.46429/jaupr.v89i1-2.1076>
- Grbic, M., Nagy, L., & Strand, M. (1996). Pattern duplications in larvae of the polyembryonic wasp *Copidosoma floridanum*. *Development Genes and Evolution*, 206, 281-287. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s004270050053>
- Infante, F. (2008). Uso de parasitoides y depredadores en el manejo integrado de plagas. En J., Toledo, F., Infante (eds.), *Manejo integrado de plagas* (pp.13-33). México: Trillas.
- MAG/JICA (Ministerio de Agricultura y Ganadería & Agencia de Cooperación Internacional del Japón. (2002). *Manual de técnicas de cultivo de hortalizas de fruta (Tomate, Melón, Fritilla)*. Caacupé, Paraguay: IAN. Proyecto de mejoramiento de la tecnología de producción de hortalizas para pequeños productores en el Paraguay.
- Murillo, H., Hunt, D. W. A., & Vanlaerhoven, S. L. (2012). Larval parasitoids of the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae), in field tomato crops in southwestern Ontario. *Journal of the Entomological Society of Ontario*, 143, 115-119. Recuperado de <https://journal.lib.uoguelph.ca/index.php/eso/article/view/3762/3813>
- Noyes, J. S. (1988). *Copidosoma truncateillum* (Dalman) and *C. floridanum* (Ashmead) (Hymenoptera, Encyrtidae), two frequently misidentified polyembryonic parasitoids of caterpillars (Lepidoptera). *Systematic Entomology*, 13 (2), 197-204. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.1988.tb00241.x>
- Ramírez de López, M. B. (2010). Manejado integrado de insectos - plagas en hortalizas. En R. Ríos (ed.), *Producción de hortalizas* (pp. 45-46). San Lorenzo, Paraguay: FCA-UNA.



Evaluación de resistencia de *Conyza* spp. al glifosato

Vázquez Núñez, M. E.¹, Maidana Ojeda, M.¹, Vázquez Núñez, C. N.¹, Enciso Maldonado, G.A.^{1*}

¹Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción", Tomás Romero Pereira, Itapúa, Paraguay.

*guillermo.enciso@cedit.org.py

Introducción

La *Conyza* (*Conyza* spp.), es una especie nativa de América del sur, principalmente Argentina, Uruguay, Brasil y Paraguay. Es una planta anual que se reproduce por semillas que germinan en otoño/invierno, con el fin de su ciclo en verano. En Paraguay, la *Conyza* radica su importancia en que es una maleza infestante de los cultivos de soja, trigo y maíz. Produce gran cantidad de semillas, que presentan características y estructuras que confieren fácil dispersión, caracterizándose como una especie agresiva (Bajwa et al., 2016).

El glifosato es un herbicida no selectivo utilizado hace más de 20 años en el manejo de malezas. Con la introducción comercial de la soja transgénica resistente al glifosato, el uso de este herbicida aumento, y actualmente son realizadas varias aplicaciones por ciclo de soja. El uso indiscriminado de herbicidas provocó la evolución de muchos casos de resistencia por diversas especies de malezas (Heap, 2014).

En los últimos años se reportaron la reducción del control de *Conyza* con aplicaciones de glifosato en zonas donde era utilizado principalmente en la desecación de pre-siembra, con control eficiente, incluso en estadios avanzados de desarrollo vegetativo. El control deficiente de *Conyza* provocó la sospecha de la

adquisición de resistencias por parte de esa especie a ese tipo de herbicidas. Por resistencia debe entenderse la capacidad poblacional o de un biotipo que les permite a sus individuos sobrevivir y dejar descendencia ante la aplicación de una dosis letal de herbicida para la cual su filial original era susceptible, las poblaciones resistentes suelen sobrevivir no solo a las dosis de aplicación agrícola del herbicida sino a otras bastante superiores (Fisher, 2013).

El objetivo general de este trabajo evaluar la respuesta de una población de plantas de *Conyza* spp., con sospecha de resistencia al glifosato.

Metodología

El ensayo se realizó en el distrito de Tomás Romero Pereira, Itapúa, Paraguay (26°52'06" S, 55°26'78" O), entre los meses de febrero y marzo de 2019.

Los tratamientos fueron dosis de glifosato (ingrediente activo), de 0, 2, 4, 8, 16 y 32 L ha⁻¹. El producto comercial utilizado fue un herbicida derivado de glicina como concentrado soluble, con un amplio espectro de control de manera post-emergente, compuesto en un 48% de Glifosato (N-fosfometil glicina).

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con 7 tratamientos y 3 repeticiones. La unidad experimental



estuvo constituida por 3 plantas de *Conyza* spp. con sospecha de resistencia al glifosato, obtenidas de parcelas con cultivo de soja de la localidad de María Auxiliadora. La identificación de la maleza se realizó mediante la apreciación visual con ayuda del manual de identificación de malezas en el cultivo de soja de Gazziero, Lollato, Brighenti, Pitelli & Voll (2015). Las plántulas fueron replantadas en macetas de 500 mL con un sustrato constituido por suelo: arena, en una proporción de 2:1. Se colocaron una plántula por maceta, siendo regadas con regularidad.

El momento de aplicación se llevó a cabo cuando las plántulas de *Conyza* presentaron entre ocho a diez hojas verdaderas. Las aplicaciones fueron realizadas con una pulverizadora con pico tipo cónico a presión constante de 275,8 kPa manual con un volumen de la mezcla de 200 L ha⁻¹.

Las variables evaluadas fueron la eficacia de control, la cual se realizó a los 14 días después de la aplicación, adoptando la escala de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) (1974), utilizada para la evaluación de eficacia de control de malezas, donde, la ausencia de respuesta corresponde al valor de control de 0% en la escala y la muerte de la planta corresponde al valor de control del 100%; y la dosis letal media (DL₅₀), obtenida mediante la fórmula $y = A + (B - A) / (1 + \exp((x - DL_{50})/D))$, donde A es la representación de la mayor dosis donde no presentó fitotoxicidad; B, la menor dosis causante de daños absolutos; D, la declividad; y CL₅₀, la dosis de herbicida necesaria para causar el 50% de lesión en las plantas (adaptado de Seefeldt, Jensen & Fuerst, 1995).

Para eficacia de control, los resultados fueron sometidos al análisis de varianza y cuando se encontraron diferencias significativas, se realizó la prueba de

comparación de medias de Tukey al 5 %. Posteriormente, se propuso una ecuación de regresión para determinar los efectos de las distintas dosis de glifosato y su efecto sobre el control de *Conyza* spp.

Resultados y discusión

Para el porcentaje de control, según el análisis de varianza se observaron diferencias altamente significativas entre los distintos tratamientos ($p < 0,0001$). El tratamiento que presentó mayor porcentaje de control sobre *Conyza* spp. fue el de 32 L ha⁻¹, seguido de las dosis de 16 L ha⁻¹ y 8 L ha⁻¹, entre los cuales no hubo diferencias significativas. En cambio, el tratamiento de 2 L ha⁻¹ no presentó diferencias significativas ante el testigo. Entre el tratamiento de 2 L ha⁻¹ y 4 L ha⁻¹, tampoco se observó diferencias significativas. Con esto se pudo comprobar que para el biotipo evaluado a partir de 8 L ha⁻¹, el aumento de la respuesta en el control de la *Conyza*, por más que se siga aumentando la dosis.

Se comprobó que a partir de la dosis de 8 L ha⁻¹ ya no se observa el aumento del daño de la aplicación del glifosato no presentando de diferencia entre las dosis de 16 y 32 L ha⁻¹ (Figura 1), además de haber un inexistente control de la maleza con dosis muy superiores a las recomendadas, no coincidiendo con los valores obtenidos por Martínez y Urbano (2007), en donde se obtuvo un control eficaz con dosis de 0,58 kg ha⁻¹.

En la Figura 1 se observa que la curva responde al aumento de la dosis hasta llegar a un pico máximo donde se mantiene esto implica que al llegar a ese punto a pesar del aumento de la dosis no se obtendrá mayor respuesta. La dosis máxima donde aún se halla respuesta del glifosato sobre *Conyza* spp. es de 23,86 L ha⁻¹.

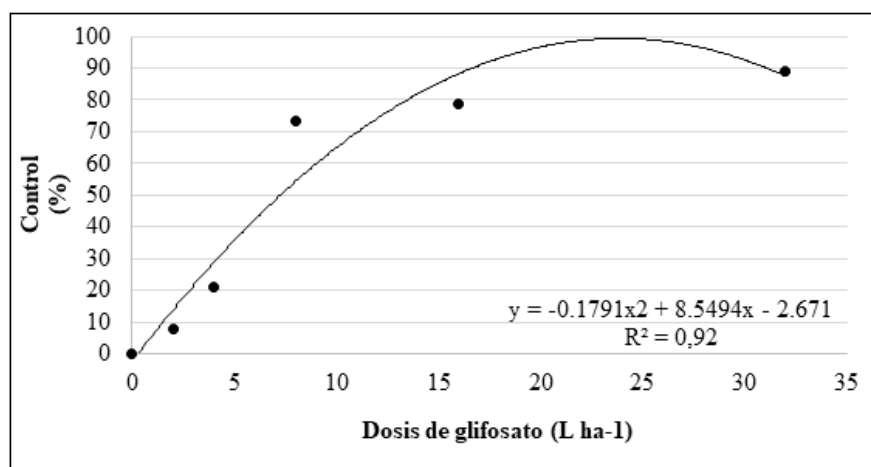


Figura 1. Regresión entre dosis de glifosato y porcentaje de control de *Conyza* spp. María Auxiliadora, 2019.

Según el resultado de la ecuación desarrollada se determina que la dosis letal media (DL50) es de 12,15 L ha⁻¹, en comparación a los resultados obtenidos por Lamego & Vidal (2008) donde la dosis necesaria para promover el 50% de daño de *C. canadensis* (DL₅₀) fue de 0,705 L ha⁻¹, demostrando además una decreciente eficacia de control del glifosato sobre *Conyza* spp. con el continuo uso de la molécula del herbicida durante los años.

Conclusión

A partir de la dosis de 8,54 L ha⁻¹, siendo esta 4 veces mayor a la dosis recomendada ya no se observa aumento del daño de glifosato aplicado en *Conyza* spp, evidenciando la confirmación de resistencia al glifosato en el biotipo recolectado.

Referencias bibliográficas

ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas). (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, Colombia. 12 p.

- Bajwa, A. A., Sadia, S., Ali, H. H., Jabran, K., Peerzada, A. M., & Chauhan, B. S. (2016). Biology and management of two important *Conyza* weeds: A global review. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(24), 24694-24710.
- Fisher, A. J. (2013). Resistencia a herbicidas: Mecanismos y mitigación. *Revista Especial de Malezas*, 29, 13-19.
- Gazziero, D. L. P., Lollato, R. P., Brighenti, A. M., Pitelli, R. A., & Voll, E. (2015). Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja. Londrina, Brasil: Embrapa Soja.
- Heap, I. (2014). Global perspective of herbicide resistant weeds. *Pest Management Science*, 70(9), 1306-1315.
- Lamego, P. F., & Vidal, R. A. (2008). Resistência ao glyphosate em biótipos de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Planta Daninha*, 26 (2).
- Martinez, A., & Urbano, J. M. (2007). Nivel de resistencia a glifosato en poblaciones de *Conyza canadensis* de Andalucía. In *Actas del XI Congreso de la Sociedad Española de Malherbología* (pp. 349-353).
- Seefeldt, S. S., Jensen, J. E., & Fuerst, E. P. (1995). Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technology*, 218-227.



Reacción de distintas variedades de soja a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid

Goncalves, D.¹, Maidana, M.¹, Fernández, M.¹, Fin, M.^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica Nuestra Señora De La Asunción. María Auxiliadora, Paraguay.

*marianafin1996@gmail.com

Introducción

El hongo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, es causante de la enfermedad conocida como la pudrición carbonosa de la soja, una de las más importantes del cultivo (Ahmadi, et al., 2018). Se trata de un Ascomycota polífago y cosmopólita que posee más de 500 especies de plantas hospederas incluyendo soja, maíz y trigo (Gupta, Sharma, & Ramteke, 2012). Su incidencia es de mayor frecuencia con altas temperaturas y deficiencias hídricas que pueden ocurrir a lo largo del periodo del cultivo (Almeida, et al., 2014).

A causa de su difícil control, el uso de variedades con cierta tolerancia a la enfermedad es la alternativa más conveniente para evitar los daños que ocasiona al cultivo (Coser, et al., 2017). Debido a que no han reportado variedades completamente resistentes a la *M. phaseolina* (Pawlowski, Hill, & Hartman, 2015), es conveniente seguir con estudios para determinar la capacidad de tolerancia de las variedades sembradas por los productores, como una medida para disminuir las pérdidas de rendimiento del cultivo ocasionado por esta problemática.

Se planteó como objetivo evaluar la incidencia y severidad a *M. phaseolina* en distintas variedades de soja.

Metodología

El experimento se realizó en la localidad de Edelira, Itapúa, Paraguay, en el ciclo agrícola 2019-2020. Se utilizó un diseño completamente al azar con 16 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos fueron las variedades Dm 5958 I, TMG 7260, 4910, BAUP 6500, Cz 6205, Soja Par R 34, Ns 6909, M 6410 I, Igra 616, Ns 5909, Dm 65R63, Ns 6483, TMG 7062, SOJA PAR R 19, SYN 1163. Las unidades experimentales fueron macetas de 0,02 m³, con sustrato consistente en 50% de tierra, 30% arena y 20% de humus de lombriz. Se sembraron 10 semillas por macetas, luego de 10 días de la emergencia se realizó el raleo dejando 5 plantas uniformes.

Las plantas fueron mantenidas bajo un invernáculo, y el riego se realizó de forma diaria hasta el momento de la evaluación que fue V8 según Fehr, Caviness, Burmood, & Pennington (1977). Como inóculo se tomó el aislado identificado como A13 a partir de estudios previos de caracterización morfológica de Chávez, (2020).

Este aislado se incrementó en medio de cultivo PDA con palillos de dientes de madera durante una semana a temperatura de 23°C a 25°C en laboratorio. Los palillos de diente con micelio y microesclerocios fueron retirados del medio de cultivo, y se



clavó en el medio del primer nudo de la planta de soja cuando estas se encontraban en V3.

Durante V8, 40 días después de la emergencia (DDE) para la variable incidencia se verificaron las plantas de cada unidad experimental y se cuantificaron la cantidad de plantas que presentaban microesclerocios. Se expresó en porcentaje a partir de la siguiente fórmula: Incidencia (%): (N° de plantas enfermas/ N° total de plantas evaluadas) *100.

Para la variable severidad, las plantas fueron cortadas longitudinalmente para observar la intensidad de la decoloración, así como la cantidad de microesclerocios que cubre el tejido vascular y cortical, utilizando la escala de Mengistu, Ray, Smith, & Paris (2007), con valores que van de 1 a 5.

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los resultados de incidencia y severidad de *M. phaseolina* en distintas variedades de soja. Para la variable incidencia según el análisis de varianza los resultados presentaron diferencias estadísticas significativas entre las variedades, con promedios que fueron desde 25 (%) hasta 100 (%), sin embargo, para severidad no se observó diferencias estadísticas significativas entre las variedades.

La menor incidencia de *M. phaseolina* se observó la variedad Dm 5958 i, mientras que la mayor incidencia se observó en las variedades Sojapar R19 y Syn 1163, los cuales tuvieron un 100% de incidencia. Las demás variedades no presentaron diferencias estadísticas significativas con la variedad Dm 5958 i y las variedades Sojapar R19 y Syn 1163.

Tabla 1. Incidencia de *M. phaseolina* en distintas variedades de soja. Edelira 2020.

Variedades	Incidencia (%)	Severidad (%)	Grupo de madurez
Dm 5958 i	25,0 A	4,0	5
TMG 7260	30,6 AB	4,0	6
Cz 6205	38,9 AB	6,6	5
Ns 4910	41,7 AB	5,3	4
Baup 6500	47,2 AB	5,3	6,3
Sojapar R 34	47,2 AB	6,6	5,6
Ns 6909	50,0 AB	6,6	5,9
M 6410 i	58,3 AB	8,0	6,4
Ns 6248	61,1 AB	9,3	6
Igra 616	69,4 AB	8,0	6,3
Ns 5909	72,2 AB	8,0	5,9
Ns 6843	75,0 AB	10,7	6,6
Ns 62R63	80,5 AB	9,3	6,3
TMG 7062	91,7 AB	12,0	6,2
Syn 1163	100 B	13,3	6,3
Sojapar R 19	100 B	13,3	6
Promedio	64,25	8,16	
Fc	2,45*	3,74Ns	
Cv (%)	40,99	0,57	



*Significativo al 5%. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Ns: no significativo.

Todas las variedades evaluadas presentaron infección por parte del patógeno, comprobándose que no existe genotipo inmune para este patógeno, tal como ya lo había confirmado Mengistu et al., (2011) y Reis, Boaretto, & Danelli (2014), al evaluar cultivares de distintos grupos de maduración. Sin embargo, en este estudio la severidad máxima observada fue del 13,3%, que puede deberse al riego diario suministrado, considerando que la *M. phaseolina* es un hongo que además de altas temperaturas requiere de baja humedad en el suelo para su buen desarrollo y abundante producción de microesclerocios (Babu, Babu, & Sharma, 2013; Sarr, Ndiaye, Groenewald, & Crous, 2014; Torrealba, Pineda, Ulacio, Escalante, & Hernández, 2015).

Por otra parte, también se pudo comprobar que aun en condiciones de riego favorable para la planta, en el cultivo de soja se presenta alta incidencia de *M. phaseolina* desde el estadio vegetativo (Short, Wyllie, & Ammon, 1978; Reis et al., 2014), lo cual, dependiendo de la susceptibilidad de la variedad, podrá ser causante de reducción de rendimiento (Paris, 2006; Mengistu et al., 2007).

Conclusión

Todas las variedades evaluadas fueron susceptibles a la *Macrophomina phaseolina*.

La severidad máxima observada fue del 13,3% en las variedades Syn 1163 y Sojapar R19.

Referencias bibliográficas

- Ahmadi, K., Razavi, B. S., Maharjan, M., Kuzyakov, Y., Kostka, S. J., Carminati, A., ... Zarebanadkouki, M. (2018). Effects of rhizosphere wettability on microbial biomass, enzyme activities and localization. *Rhizosphere*, 7, 35-42.
- Almeida, A., Santos, C., Bouças, J., Neves, M., Franchini, J., Debasi, H., ... Almeida, C. (2014). *Macrophomina phaseolina* en soja. Brasil: EMBRAPA.
- Babu, B. K., Babu, T. K., & Sharma, R. (2013). Molecular identification of microbes: I. *Macrophomina phaseolina*. En D. K. Arora, S. Das, M. Sukumar (Eds.) *Analyzing microbes*. New York, Estados Unidos: Springer.
- Chávez, C. (2020). Caracterización morfológica de aislados de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid obtenidos de suelos con cultivo de soja. (Tesis). Tomás Romero Pereira, Paraguay: Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Campus María Auxiliadora.
- Coser, S. M., Chowda Reddy, R. V., Zhang, J., Mueller, D. S., Mengistu, A., Wise, K. A., ... & Singh, A. K. (2017). Genetic architecture of charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) resistance in soybean revealed using a diverse panel. *Frontiers in plant science*, 8, 1626.
- Fehr, W. R., Caviness, C. E. Burmood, D. T., & Pennington, J. S. (1977). Stage of development descriptions for soybeans *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop science*, 11(6), 929-931.



- Gupta, G. K., Sharma, S. K., & 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.
- Mengistu, A., Ray, J., Smith, J., & Paris, R. (2007). Charcoal Rot Disease Assessment of Soybean Genotypes Using a Colony-Forming Unit Index. *Crop Science*, 47(6), 2453-2461.
- Mengistu, A., Wrather, A., Little, C. R., Bond, J. B., Rupe, J. C., Shannon, J. G., ... Newman, M. A. (2011). Evaluation of soybean genotypes for resistance to charcoal rot. *Plant Health Progress*, 12(1), 6.
- Pawlowski, M. L., Hill, C. B., & Hartman, G. L. (2015). Resistance to charcoal rot identified in ancestral soybean germplasm. *Crop Science*, 55(3), 1230-1235.
- Reis, E. M., Boaretto, C., & Danelli, A. L. D. (2014). *Macrophomina phaseolina*: Density and longevity of microsclerotia in soybean root tissues and free on the soil, and competitive saprophytic ability. *Summa Phytopathologica*, 40(2), 128-133.
- Sarr, M. P., Ndiaye, M. B., Groenewald, J. Z., & Crous, P. W. (2014). Genetic diversity in *Macrophomina phaseolina*, the causal agent of charcoal rot. *Phytopathol Mediterr*, 53(2), 250-268.
- Short, G. E., Wyllie, T. D., & Ammon, V. D. (1978). Quantitative enumeration of *Macrophomina phaseolina* in soybean tissues. *Phytopathology*, 68(5), 736-741
- Torrealba, J. A., Pineda, J., Ulacio, D., Escalante, H., & Hernández, A. (2015). La pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*) en soya y su manejo mediante aplicaciones de *Trichoderma* spp. y *Rhizobium* sp. *Bioagro*, 27(3), 159-166.



Respuesta de la aplicación del herbicida glifosato en estado de desarrollo del maíz (*Zea mays* L.) transgénico RR en el Departamento de Concepción

Cano Gamarra, Y.R.¹, Ayala Aguilera, L.¹, Pistilli de Franco, R.E.^{1*}, López Ávalos, D.F.¹, Lugo Pereira, W.D.¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay.

*ruthpistilli@hotmail.com

Introducción

La introducción de cultivos genéticamente modificados para la resistencia a herbicidas ha cambiado drásticamente el control de las malezas en los sistemas de producción de los cultivos agrícolas. La expansión del cultivo del maíz y la paulatina sustitución del maíz convencional por variedades transgénicas, exige un cambio en el sistema tradicional de producción. El empleo de semillas de maíz transgénico resistente al herbicida glifosato es una plena realidad en el Departamento de Concepción.

El control eficiente y oportuno de malezas es la clave para la aplicación exitosa del sistema de siembra directa o labranza cero: se puede llevar a cabo de forma manual o mediante herbicidas, así como a través de la utilización de rotaciones de cultivos adecuadas que también incluyen los abonos verdes y cultivos de cobertura. Por lo expuesto, el uso de herbicidas como el glifosato en la pos emergencia, contribuye a tener mejores respuestas en el rendimiento.

Cerrudo, Page, Tollenaar, Stewart y Swanton (2012) comprobaron que los controles tardíos con glifosato en V_7-V_{10} produjeron disminuciones en la materia

seca de un 52,6% en tres años de evaluación, en donde se puede afirmar que la primera fase del maíz corresponde a la fase vegetativa, es la más lenta y va hasta los 45 a 50 días luego de la emergencia, y es período tradicionalmente considerado como el período crítico de competencia. Esto es concordante con Dogan, citado por Chihoye, Udensi, Udensi y Fontem (2009) debiendo cuidarse bastante este punto para el buen desarrollo foliar, ya que una vez dañado por competencia, un control tardío es irreversible en cuanto a los efectos que el mismo provocará.

Para las condiciones del Departamento de Concepción, una de las principales limitantes de rendimiento es el manejo de las malezas incidentes, de hecho cuando más precoz y eficiente sea el control de malezas mejores rendimientos son esperados; sin embargo, el estado fenológico crítico para la aplicación del herbicida no está estudiado, y no existen antecedentes que evalúen que efecto tiene la aplicación en la fase vegetativa del herbicida en el maíz transgénico para las condiciones edafoclimáticas de Concepción. Es necesario comparar resultados del crecimiento y desarrollo considerando los posibles efectos fitotóxicos en la planta de la aplicación precoz del herbicida de forma



tal a poder combatir tempranamente las malezas incidentes. Los objetivos del trabajo fueron determinar la fitotoxicidad a los 20 días posteriores a la aplicación del herbicida glifosato y evaluar la altura e índice de área foliar del cultivo de maíz a los 50 días luego de la emergencia.

Metodología

El experimento fue implantado en el campus de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción. El diseño experimental que se utilizó fue el de Bloques completos al azar (DBCA), compuesto por 5 tratamientos consistentes en la aplicación del herbicida glifosato en diferentes estados fenológicos de la planta de maíz (V_1 -Emergencia, V_2 -dos hojas, V_4 -cuatro hojas, V_6 -seis hojas y V_8 -ocho

hojas) con 4 repeticiones. Cada unidad experimental (UE) consistió en un recipiente con capacidad de 5 L conteniendo 5 plántulas de maíz transgénico Dekalb 390 VT TRIPLE PRO, las cuales recibieron la dosis recomendada del herbicida de 15 ml L⁻¹, de 48% de concentración, aplicado con pulverizador a mochila de 20 L, pico abanico, con un volumen de caldo de 80 L ha⁻¹.

La determinación del porcentaje de fitotoxicidad fue evaluada a los 20 días posteriores a la aplicación del herbicida en cada tratamiento, se estimó utilizando una escala subjetiva ALAM, mediante la observación de síntomas en las plantas como: amarillamiento de hojas, necrosis o deformación de las mismas en cada tratamiento, donde 0= correspondía al resultado sin ningún efecto y 100= plantas muertas, como se puede apreciar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Escala para evaluación de daños al cultivo de maíz por efecto del herbicida

Índice	Denominación	Descripción del daño
0	Ningún daño	Ningún efecto, apariencia similar al testigo
10		Leve clorosis retardo en el crecimiento
20	Daño leve	Leve clorosis retardo en el crecimiento
30		Clorosis más pronunciada, manchas necróticas, malformaciones
40	Daño moderado	Clorosis intensa, necrosis y malformaciones más pronunciadas, el cultivo por lo general se recupera
50		Los síntomas son más marcados; el cultivo se recupera, lo hace con dificultad
60		La fitotoxicidad se manifiesta; el cultivo por lo general no desarrolla bien
70	Daño severo	Severo daño al cultivo, pérdida de plantas
80		Significativa muerte de las plantas, pocas logran sobrevivir
90		Muerte casi total de las plantas
100	Muerte total	Destrucción del cultivo

Fuente: ALAM (1994)



Los datos evaluados fueron analizados mediante análisis de varianza (ANAVA) y aquellas variables que presentaron diferencias estadísticas significativas fueron comparadas mediante la prueba de Duncan al 5%.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos de fitotoxicidad demostraron la existencia de diferencia

significativa entre los tratamientos (Cuadro 2).

Para el estado fisiológico T_1 hubo efectos fitotóxicos evidentes, obteniendo un porcentaje de 68%; en el estado T_2 el porcentaje de plántulas afectadas es muy alto de 44%; solamente a partir del estado T_3 y sucesivamente T_4 y T_5 , el porcentaje de plántulas no afectadas es de 100% no demostrándose efectos fitotóxicos.

Cuadro 2. Fitotoxicidad (%) observada en plantas de maíz transgénico tolerante a glifosato sometidas a pulverización en cinco diferentes estados de crecimiento. Concepción, Paraguay.

Momentos de aplicación	Fitotoxicidad (%)	C.V. (%)
$T_1 V_1$ (emergencia)	68 a*	28,28
$T_2 V_2$ (dos hojas)	44 a	54,16
$T_3 V_4$ (cuatro hojas)	0 b	0,00
$T_4 V_6$ (seis hojas)	0 b	0,00
$T_5 V_8$ (ocho hojas)	0 b	0,00

*Medias seguidas por misma letra no difieren entre sí por la prueba de Duncan al 5%.

Estos resultados evidencian que el uso del herbicida glifosato en los primeros estadios de crecimiento V_1 y V_2 , produce efectos fitotóxicos en las plantas tratadas, por lo que no es aconsejable el uso de este herbicida en la dosis aplicada en los estados fisiológicos mencionados. Sin embargo, es posible el uso del herbicida glifosato en forma precoz a partir del estado T_3 del maíz Dekalb 390 VT TRIPLE PRO, para el control temprano de malezas incidentes sin causar efectos fitotóxicos evidentes en el maíz, posibilitando un manejo efectivo y mejorando las condiciones para obtener un mejor rendimiento.

Lo que se ha buscado en la presente investigación, es tener un control de malezas en maíz resistente al glifosato durante los primeros estadios de desarrollo, donde el cultivo es sensible en competencia pudiendo afectar el rendimiento. Es así que lo señalan Cepeda y Rossi (2004) que cuando la competencia es ejercida por una comunidad vegetal integrada por especies gramíneas y latifoliadas, el máximo periodo de interferencia tolerado por el cultivo -sin afectar su rendimiento- se produce antes de la 6° u 8° hoja. En caso de predominar gramíneas, el proceso de competencia para especies anuales se



produce con mayor intensidad previamente al desarrollo completo de la 4° hoja, y en el caso de las perennes puede manifestarse con anterioridad. Por lo tanto, es de suma importancia realizar las prácticas de control de malezas antes de los momentos fenológicos mencionados, de lo contrario los daños que se producen son irreversibles. Asimismo, lo señala Villalba (2011) que el periodo crítico de control de malezas se da hasta la 4° hoja del cultivo, siendo el periodo crítico de competencia a partir de la 4° hoja observándose pérdidas importantes de rendimiento.

Britos y Goyeni (2013) al evaluar el control de malezas en posemergencia en maíz resistente al glifosato, a los 7 días post aplicación, verificaron que, entre

los tratamientos empleados, el glifosato había controlado eficientemente a *Digitaria sanguinalis*, con un 100% de control, lo cual indica la sensibilidad de la especie a la dosis de glifosato aplicado. Esto nos indica que el glifosato controla a la maleza, sin causar un efecto fitotóxico en el cultivo de maíz.

Gantoli, Rueda Ayala y Gerhards (2013) determinaron el periodo crítico de competencia de malezas en maíz desde la cuarta hoja hasta floración para un enmalezamiento de gramíneas y latifoliadas, lo cual se prolonga hasta floración en condiciones de sequía, donde el cultivo no obtiene un desarrollo adecuado para ser suficientemente competitivo con las malezas.

Cuadro 3. Altura (cm) de plantas de maíz transgénico tolerante a glifosato, tratadas en diferentes momentos de desarrollo, Concepción, Paraguay.

Momentos de aplicación	Altura de plantas (cm)
T ₅ V ₈ (ocho hojas)	82,31 a*
T ₄ V ₆ (seis hojas)	72,50 b
T ₁ V ₁ (emergencia)	66,92 b
T ₃ V ₄ (cuatro hojas)	65,84 b
T ₂ V ₂ (dos hojas)	50,59 c
Media	67,63
C.V. %	17,24

*Medias seguidas por misma letra no difieren entre sí por la prueba de Duncan al 5%.

El análisis estadístico indicó que existe diferencia estadística entre los tratamientos con relación a la altura (Cuadro 3), observándose en el T₅ menor efecto del herbicida glifosato, donde los tratamientos T₄, T₁ y T₃ formaron un grupo homogéneo y menor a T₅, mostrando en esos estados

el efecto fitotóxico, sin embargo, el mayor efecto del herbicida en cuanto a la altura fue evidenciado en el T₂ con 50,59 cm.

Si bien es observable efectos en la reducción de la altura de plantas, con la aplicación en estados de desarrollo



iniciales (V_4 - V_6 - V_8), es de esperar que esas reducciones no afecten al rendimiento final de plantas, por tanto, el uso de herbicidas contribuye al control de las malezas en forma temprana.

En ese sentido, Lindsey et al. (2012) evaluaron distintos momentos de control de malezas en preemergencia y post emergencia en V_3 (tres hojas), V_5 (cinco hojas) y V_6 (seis hojas) en maíces resistentes a glifosato. Si bien no obtuvieron datos concluyentes estadísticamente, para determinar el periodo crítico de control de las malezas, agrónomicamente concluyeron que la aplicación de glifosato en maíz en post emergencia temprana, V_3 (tres hojas) y V_4 (cuatro hojas) en 3 años de evaluación es muy eficiente y no causa daños relevantes en el rendimiento. Asimismo, en la presente investigación, desde el estado V_4 ha sido evidenciado que la aplicación del glifosato no produce efectos fitotóxicos en las plantas tratadas.

Por su parte, Papa (2004) comenta que el glifosato es una buena herramienta en maíces RR, obteniendo los mejores resultados desde el punto de vista del rendimiento del maíz con aplicaciones tempranas, observando que al utilizar solo glifosato a razón de 750 g.i.a ha^{-1} , el mejor resultado se obtuvo para la aplicación en V_4 .

El mejor resultado obtenido, se explica por el momento de control, porque con la aplicación en V_4 se asegura el control sobre un mayor número de malezas, determinado así un control eficiente. Sikkema, Shropshire, Hamill, Weaver y Cavers (2004), no encontraron daños en el cultivo de maíz por

aplicación de glifosato con dosis de hasta 900 g. eq.ac. ha^{-1} . Es importante señalar que, en muchos casos, el crecimiento está relacionado con el rendimiento, siendo que plantas muy altas no son deseables por ser más susceptibles al tumbamiento.

Los resultados de este experimento mostraron que existe efecto del herbicida glifosato en estados precoces del maíz (V_1 - V_2). Según Britos y Goyeni (2013) el cese de crecimiento es inmediato (48-72 horas post aplicación), aunque los síntomas se empiezan a observarse a partir de los 15-30 días. La situación presentada, pudo haberse dado por varios factores, como ser la dosis, pico, horario de aplicación, entre otros.

Es importantes destacar que la aplicación de este producto fue realizada a la dosis recomendada y dentro de la ventana de aplicación recomendada por el fabricante.

Conclusión

Es posible el uso del herbicida glifosato para control de malezas en cultivo de maíz transgénico tolerantes al mismo, aplicados en forma precoz a partir del estado V_4 , sin causar efectos fitotóxicos evidentes, posibilitando un manejo efectivo y mejorando las condiciones para obtener un mejor rendimiento, evidenciándose efectos de reducción en el crecimiento del cultivo cuando más precoz es la aplicación del herbicida.



Referencias bibliográficas

- ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas). (1994). Resumen de métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. Revista de la Asociación Latinoamericana de malezas. p. 6 – 38.
- Britos Lemes, M. F. & Goyeni Lema, F. (2013). Control de malezas en postemergencia en maíz resistente al Glifosato.
- Cepeda, S. & Rossi, A. (2004). Manejo y control de malezas en maíz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires (Argentina).
- Cerrudo, D., Page, E. R., Tollenaar, M., Stewart, G. & Swanton, C. J. (2012). Mechanisms of yield loss in maize caused by weed competition. Weed Science. 60 (2): 225-232
- Chihoye, D., Udensi, E., Udensi, A. & Fontem, L. (2009). Evaluation of a new formulation of atrazine and metolachlor mixture for weed control in maize in Nigeria. Crop Protection. 24: 1016–1020 p.
- Gantoli, G.; Rueda Ayala, V. & Gerhards, R. (2013). Determination of the critical period for weed control in corn. Weed Technology. 27:23-61.
- Lindsey, L., Everman, W., Chomas, A. & Kells, J. (2012). Evaluation of application program and timing in herbicide-resistant corn. Weed Technology. 26:617-621.
- Papa, J. C. M. (2004). Malezas tolerantes y resistentes a herbicidas. Santa Fé, AR: INTA Oliveros. 7 p.
- Sikkema, P. H., Shropshire, C., Hamill, A. S., Weaver, S. E. & Cavers, P.B. 2004. Response of common lambsquarters (*Chenopodium album*) to glyphosate application timing and rate in glyphosate-resistant corn. Weed Technology. 18(4): 908-916.
- Villalba, J. (2011). Curso de cereales y cultivos industriales EEMAC.



Predadores asociados al cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) de la huerta de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNA

Cuevas Aquino, L. C.^{1*}, Cabral Antúnez, C. C.¹, Ramírez, M. B.¹, Garcete Barrett, B. R.¹

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

*lcuevasaquino@gmail.com

Introducción

El tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) es una de las principales hortalizas producidas en el Paraguay y es utilizada por los productores en la diversificación de cultivos. Existe una creciente demanda con el consecuente aumento de la superficie cultivada en los últimos años. Según registros de la Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias [DCEA] (2019), dependencia técnica del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en la zafra 2018/19 el cultivo de tomate constituyó unas 1.360 ha de siembra, la producción fue de 50.984 t y el rendimiento de 38.959 Kg/ha. En el cultivo de tomate, como en otras hortalizas, existe una interacción entre los factores abióticos y bióticos del sistema, que buscan como todo ecosistema modificado llegar al punto de equilibrio. El conocimiento de los componentes bióticos, principalmente de los insectos benéficos, es básico siendo que forman una parte importante del agroecosistema. Además, la entomofauna benéfica es muchas veces ignorada por los productores, y resulta dañada por la eliminación indiscriminada de estas, por ello es importante la identificación y conocer la biología para posteriores tomas de decisiones correctas en el uso de plaguicidas. Considerando la limitada información referente a la entomofauna benéfica asociada a los vegetales, esta investigación tiene como objetivo general obtener información sobre la biodiversidad de especímenes predadores asociados al cultivo del tomate de la huerta

de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (UNA). Los objetivos específicos son identificar a nivel de género y/o especie, los individuos colectados y cuantificarlos.

Metodología

El levantamiento de insectos se llevó a cabo en el Centro Horti-Frutícola del Área de Producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay. El muestreo fue realizado de abril a junio, se realizó en cultivo de tomate ya instalado, utilizándose un área de 532 m² de la parcela. Se utilizaron trampas amarillas de agua tipo Moericke de forma rectangular, con dimensiones de 29 cm de largo, 17 cm de ancho y 12 cm de altura aproximadamente. Cerca del borde superior, a cada costado, se perforaron (orificios de 4 cm de largo y 2 cm de ancho) y se recubrieron con tela organza para facilitar la salida de agua en caso de lluvias y evitar la caída de insectos ya capturados (Figura 1). En el recipiente se colocó agua hasta 2 cm antes del borde y se agregaron 100 ml de detergente para romper la tensión superficial y facilitar la captura de insectos (Meneses y Amador, citado por Ramírez de López, González Segnana & Arias Ruíz Díaz, 2012). El levantamiento de datos se realizó cada ocho días y el agua de las trampas se cambiaron luego de cada colecta.



Figura 1. Trampa Moericke utilizada en la colecta de insectos. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2021.

Las trampas estuvieron ubicadas en el centro de la parcela entre hileras, y además dos trampas en dos esquinas de la parcela a una altura de 80 cm aprox. En el momento de la colecta, los especímenes fueron colocados en frascos con alcohol al 70%, etiquetados y transportados para su identificación al laboratorio de Entomología

del Área de Protección Vegetal y al laboratorio entomológico del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay. Para las variables de identificación y cuantificación los datos de los muestreos fueron registrados en una planilla detallándose orden, familia y género, también se registró la especie en los casos que fueron posibles. Para la identificación se realizaron consultas a especialistas del área y a claves taxonómicas propuestas por Carpenter & Garcete Barret (2003), González Olazo & Reguilón (2008), Lara & Freitas (2002), Oswald (1993) y Owain Westmacott (1978).

Resultados y discusión

Se cuantificaron 919 ejemplares, registrándose 9 géneros, 5 familias y 4 órdenes, de los cuales 7 fueron identificados a nivel de especie.

Cuadro 1. Orden, familia, género y especie de insectos predadores colectados en la parcela de tomate durante los meses de abril a junio del 2019. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2021.

Orden	Familia	Género y/o Especie	Cantidad
Hymenoptera	Vespidae	<i>Polybia sericea</i>	2
Hymenoptera	Vespidae	<i>Polybia ignobilis</i>	1
Hymenoptera	Vespidae	<i>Polybia occidentalis</i>	8
Hymenoptera	Vespidae	<i>Hypancistrocerus advena</i>	1
Diptera	Syrphidae	<i>Toxomerus</i> sp.	1
Diptera	Dolichopodidae	<i>Condylostylus</i> sp.	902
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Harmonia axyridis</i>	2
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>	1
Neuroptera	Hemerobiidae	<i>Nusalala tessellata</i>	1

Cabe destacar la familia Vespidae, donde se identificaron tres especies del género *Polybia* y la familia Dolichopodidae, este último fue mayor el número de ejemplares

colectados en el trabajo siendo conocidos por preda insectos de cuerpos blandos, entre ellos insectos plagas como thrips, moscas blancas, pulgones, ácaros, etc. (Bickel, 2009).



Figura 2. Especímenes predadores identificados *Polybia sericea* (A), *P. ignobilis* (B), *P. occidentalis* (C), *Hypancistrocerus advena* (D), *Toxomerus* sp. (E), *Condylostylus* sp. (F), *Harmonia axyridis* (G), *Cycloneda sanguinea* (H) y *Nusalala tessellata* (I). FCA-UNA. San Lorenzo-Paraguay. 2021.



Meza (2019), trabajando con el mismo cultivo y parcela de producción de esta investigación, realizó levantamiento de insectos benéficos durante los meses de agosto a noviembre del 2018, coincidió con los registros de las familias Dolichopodidae y Vespidae, no reportando la presencia de las familias Reduviidae, Carabidae y Nabidae. El menor número de familias identificadas en este trabajo podría deberse a la menor actividad insectil en épocas no estivales. Esta investigación se ajusta a la de Ramírez de López *et al.* (2014) quienes realizaron colectas de insectos benéficos en el Departamento Central (Paraguay), entre los meses de mayo a octubre del 2012, identificando en cultivos de tomate a insectos predadores la familia Dolichopodidae (*Condylostylus* sp.). *Condylostylus*, fue el género con mayor número de ejemplares cuantificado en esta investigación, esto se ajusta con lo citado por Harterreiten Souza, Brum Togni, Soares Pires & Ryoiti Sujii (2014) quienes mencionan que los ejemplares de esta familia son abundantes y comunes en sistemas agrícolas en comparación a otros grupos de insectos.

Conclusión

Los insectos predadores asociados al cultivo de tomate en el huerto de la FCA-UNA son *Polybia sericea*, *Polybia ignobilis*, *Polybia occidentalis*, *Hypancistrocerus advena*, *Toxomerus* sp., *Condylostylus* sp., *Harmobia axyridis*, *Cycloneda sanguinea* y *Nusalala tessellata*.

Referencias bibliográficas

- Bickel, D. J. (2009). Dolichopodidae (long-legged flies). En Brown, B. V., Borkent, A., Cumming, J. H., Wood, D. M., Woodley, N. E., Zumbado, M. A. (Eds). *Manual of Central American Diptera* (pp. 671-694). Ottawa, CA: NRC Research Press. Recuperado de <https://translate.google.com/translate?hl=es419&sl=en&u=https://www.nrcresearchpress.com/doi/book/10.1139/9780660198330&prev=search&pto=aue>
- Carpenter, J. M., & Garcete Barrett, B. R. (2003). A key to the Neotropical genera of Eumeninae (Hymenoptera: Vespidae). *Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay*, 14(1-2), 52-73.
- Ramírez de López, MB; Arias Ruíz Díaz, O; Gaona, E. (2014). Ocurrencia de insectos plagas y benéficos en cultivo de tomate. En Causarano, H. J., & Leguizamón, C. A. (Eds). Congreso Nacional de Ciencias Agrarias: Producción sostenible de alimentos para el desarrollo del Paraguay (3ra, 2014, San Lorenzo-Paraguay). San Lorenzo, Paraguay, FCA-UNA.
- DCEA (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias). (2019). Síntesis estadística. Asunción, Paraguay. Recuperado de http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%202018_2019_vers._final_04.12.2019%20mod.pdf



- González Olazo, E; Reguilón, C. (2008). Neuroptera. En Claps, L. C., Debandi, G., Roig-Juñent, S. *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos* (pp. 235-248). Buenos Aires, Argentina.
- Harterreiten Souza, É. S., Brum Togni, P. H., Soares Pires, C. S., & Ryoiti Sujii, E. (2014). The role of integrating agroforestry and vegetable planting in structuring communities of herbivorous insects and their natural enemies in the Neotropical region. *Agroforest Syst*, 88, 205-219. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/259633972_The_role_of_integrating_agroforestry_and_vegetable_planting_in_structuring_communities_of_herbivorous_insects_and_their_natural_enemies_in_the_Neotropical_region
- Lara, R. I., & Freitas, S (2002). Caracterización morfológica de adultos de *Nusalala tessellata* (Gerstaecker, 1888) (Neuroptera, Hemerobiidae). *Revista Brasileira de Entomología*, 46(4), 521-528.
- Meza Insfrán, P. A. (2019). Análisis faunístico en parcelas de investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias (Tesis Ing. Agr.). Facultad de Ciencias Agrarias-UNA, San Lorenzo, Paraguay.
- Oswald, J. D. (1993). Revision and cladistic analysis of the world genera of the family Hemerobiidae (Insecta: Neuroptera). *Journal New York Entomological Society*, 101(2), 143-299.
- Owain Westmacott, R. (1978). *The social wasp of the Americas excluding the Vespinae*. Londres, UK: BMNH.
- Ramírez de López, M. B., González Segnana, L. R., Arias Ruíz Díaz, O. R. (2012). Presencia del pulgón *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) en cultivo de sésamo en la localidad de San Pedro. En González Segnana, L. R., Ramírez de López, M. B., Gonzáles Espinola, D. D., Arias Ruíz Díaz, O. R. *Epidemiología y control del virus del sesámo* (pp. 35-44). San Lorenzo, Paraguay. Grupo Álamo.



DetECCIÓN DE TOSPOVIRUS EN EL CULTIVO DE MANÍ

Macchi Leite, G.^{1*}, Esquivel Fariña, A.^{2*}, González Segnana, L.¹, Resquín-Romero, G.¹, Santacruz Oviedo, V.R.¹, Seijo, J.G.³

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

²Ministerio de Agricultura y ganadería. Asunción, Paraguay.

³Instituto de Botánica del Nordeste (UNNE-CONICET) y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.

*guille.macchi.gml@gmail.com

*arnaldo.esquivel@gmail.com

Introducción

El maní (*Arachis hypogaea* L.), es una leguminosa originaria de América del Sur, cultivada en diversos ambientes debido a su gran adaptabilidad. Aprovechado en todos los estratos socioeconómicos, tanto en agricultura familiar como extensiva, en el año 2019, en el Paraguay se sembraron 25 mil ha obteniendo una producción de 21 mil toneladas aproximadamente (FAO, 2020).

Entre las limitaciones fitosanitarias que afectan el cultivo se encuentran las enfermedades causadas por virus. Debido a su difícil control en variedades susceptibles, es necesario llevar a cabo estudios que permitan desarrollar estrategias de manejo adecuadas que puedan minimizar el daño en las condiciones locales de cultivo.

Entre las especies virales que infectan las plantas de maní en los países limítrofes, se encuentra principalmente el Groundnut ringspot virus (GRSV) del género tospovirus (Michelotto et al., 2019; De Breuil et al., 2015). Este grupo de virus se caracteriza por poseer un genoma de ARN de sentido negativo monocatenario, organizado en partículas esféricas de 80 a 120 nm de

diámetro, envueltas por una membrana de glicoproteína (King, Lefkowitz, Adams, & Carstens, 2012). Los Tospovirus son transmitidos naturalmente por varias especies de trips (orden Thysanoptera, familia Thripidae y subfamilia Thripinae) de forma circulatoria propagativa (Whitfield, Ullman & German, 2005).

En Brasil, el GRSV fue citado por primera vez en la década de 1990 infectando plantas de tomate (Resende et al., 1996). Más recientemente, fue encontrado en alta incidencia (alrededor del 70%) en cultivos de maní de la localidad de Itápolis en el Estado de São Paulo (BR) (Camelo-García et al., 2014). Las pérdidas medias causadas por el GRSV en cultivos de maní en las localidades de Santa Adélia y Cândido Rodrigues del estado de Sao Paulo fueron estimadas en 38% en el año 2014/15 (Michelotto et al., 2019).

En Argentina, el GRSV fue detectado también en la década del 1990 infectando tomate y tabaco (Dewey, Semorile, & Grau, 1996). Más recientemente fue encontrado infectando plantas de maní en la región centro-norte del área manisera de Córdoba durante las campañas agrícolas 2003/2004



y 2015/2016 (De Breuil et al., 2015). Según De Breuil et al. (2011) el rendimiento en grano de un lote de maní sano podría estimarse en 4.046 kg/ha, mientras que el de un lote infectado con GRSV sería sólo de 350 kg/ha.

Otras virosis de menor importancia identificadas en estos países son las causadas por: Peanut mottle virus (PeMoV), Cowpea aphid-borne mosaic virus (CABMV) y Cucumber mosaic virus (CMV) (De Breuil & Lenardon, 2007).

En el Paraguay, sólo existen relatos de infecciones en maní causados por los virus CABMV (González-Segnana et al., 2013) y CMV (González-Segnana, comunicación personal, 2020). Recientemente, el GRSV fue reportado infectando plantas de tomate y petunia, en parcelas experimentales de la

UNA y de viveros comerciales de la ciudad de Luque, respectivamente (Esquivel et al., 2019).

En diciembre de 2019 se observaron plantas de maní, en parcelas experimentales en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo (Figura 1), con síntomas similares a los producidos por tospovirus como el GRSV descritos por Camelo-García et al. (2014) y De Breuil, Giolitti, Bejerman, Trucco & Lenardon (2015), como mosaico, manchas cloróticas, manchas anilladas, necrosis, deformación foliar y retraso del crecimiento. Por este motivo, el objetivo de este trabajo es confirmar por serología la presencia del virus GRSV en muestras de maní y establecer la incidencia de la enfermedad en dichas parcelas experimentales.



Figura 1. Síntomas de *Groundnut ringspot tospovirus* en plantas de maní (*Arachis hypogaea*) naturalmente infectadas. FCA, UNA. 2019-2020.



Metodología

Los trabajos de detección del virus se realizaron en plantas de maní provenientes de un lote de incremento de semillas correspondientes al periodo agrícola 2019/2020, sembradas en octubre de 2019 en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Departamento Central (25°19'33,3"S 57°31'16,9"W).

Para la detección del patógeno, en diciembre de 2019 se realizó la colecta de muestras foliares de maní con síntomas de tospovirus similares a GRSV, que fueron analizadas por medio del Test PTA-ELISA (plate-trapped antigen-enzyme linked immunosorbent assay) (Koenig, 1981), utilizando anticuerpos policlonales producidos contra la proteína de la cápside del virus GRSV por la Dr. Alice K. Inoue-Nagata, Embrapa, CNPH, DF (BR) y gentilmente cedidos por el Dr. Jorge Alberto Marques Rezende, Esalq, USP, SP (BR). Los mismos anticuerpos fueron utilizados anteriormente para detección de GRSV en tomate y petunia por Esquivel et al. (2019).

Cada muestra foliar fue macerada individualmente en presencia de tampón carbonato (pH 9,6). Seguidamente, 100 µl de cada muestra fueron transferidos a cada pocillo (2 por muestra) de la placa de ELISA, de acuerdo al croquis previamente establecido. Se procedió a incubar la placa por 15 minutos a 37°C seguido de su lavado 3 veces consecutivas con PBS-T. Seguidamente fueron adicionados 100 µl del antisuero diluido 1:1000 en PBS-TPB en cada pocillo y la placa fue incubada por 2 horas a 37°C. En seguida se realizó el

lavado 3 veces consecutivas con PBS-T. A continuación, en cada pocillo fueron adicionados 100 µl de inmunoglobulina G conjugada con Fosfatasa alcalina, diluida de acuerdo a la recomendación de Sigma, en PBS-TPB (1:7000) y la placa fue incubada por 2 horas a 37°C. Seguidamente, la placa fue lavada 3 veces consecutivas con PBS-T. Finalmente, fueron adicionados 100 µl de p-fosfato de nitrofenil diluido en dietanolamina (0,6 mg/ml), en cada pocillo. Luego de su incubación a temperatura ambiente, en la oscuridad por 30 a 60 minutos, se procedió a realizar la lectura de resultados en un espectrofotómetro ELISA Perlong modelo DNM 9602. La reacción se consideró positiva cuando la lectura de OD_{405nm} fue al menos tres veces mayor que la de la muestra control negativa (no infectada).

Para la evaluación de la incidencia del virus se procedió a contabilizar la cantidad total de plantas en el lote de incremento de semillas de maní. A partir de la manifestación de síntomas característico de infección viral similares al GRSV, se realizó el registro de cantidad de plantas enfermas hasta enero de 2020. Con estos datos se procedió al cálculo de incidencia del virus, dado por el número de plantas infectadas en función al número total de plantas evaluadas en campo.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presentan los valores medios de absorbancias resultantes en el test de ELISA, obtenidos en el espectrofotómetro. Todas las muestras foliares de maní sintomáticas analizadas se consideraron positivas al antisuero para GRSV.



Cuadro 1. Síntomas y valores medios de absorbancia obtenidos en el test PTA-ELISA con plantas de maní infectadas por el Groundnut ringspot virus, San Lorenzo, Paraguay.

Muestras	Síntomas	Valor medio (OD _{405nm})	Resultado
Planta 1	CL, DF, M	0,92	+
Planta 2	M, MA	1,12	+
Planta 3	CL, DF, MA	0,82	+
Planta 4	CL, M, MA	0,93	+
Planta 5	CL, DF, M, MA	0,98	+
Planta 6	M, MC	1,13	+
Planta 7	M, MC	0,87	+
Planta 8	CL, M, MA	0,92	+
Control -	SS	0,13	-
Control -	SS	0,11	-

M: mosaico; MC: manchas cloróticas; MA: manchas anilladas; N: necrosis; DF: deformación foliar; SS: sin síntomas.

La identificación del GRSV como agente causal de virosis en más de un cultivo comercial en Paraguay (tomate, petunia y maní) en los últimos años (Esquivel et al., 2019), es una alerta importante para monitorear la ocurrencia del virus en áreas de experimentación y producción de estos cultivos, buscando anticipar y/o prevenir posibles epidemias, especialmente en áreas de alta densidad de cultivo. De la misma forma, merecen especial atención otros cultivos citados como susceptibles al GRSV en otros países, como locote (*Capsicum annuum*) (Spadotti, Leão, Rocha, Pavan & Krause-Sakate, 2014), berenjena (*Solanum melongena*) (Cruciol et al., 2019) lechuga (*Lactuca sativa*) (Webster et al., 2015), achicoria (*Cichorium endivia*) (Jorge, Lima, Boiteux, Fonseca & Kitajima, 2020), cilantro (*Coriandrum sativum*) (Lima et al., 1999), sandía (*Citrullus lanatus*) (Leão et al., 2015), pepino (*Cucumis sativus*) (Spadotti et al., 2014), tabaco (*Nicotiana tabacum*) (Dewey et al., 1996), arveja (*Pisum sativum*)

(Fontes, Lima, Fonseca & Boiteux, 2018) y soja (*Glycine max*) (Pietersen & Morris, 2002; Fontes et al., 2019).

En el lote de incremento de semillas de maní se observó que la enfermedad causada por GRSV alcanzó una incidencia del 10,6%, donde las plantas enfermas presentaron los síntomas típicos del patógeno.

La incidencia del tospovirus en plantas de maní puede estar en función a la abundancia de trips virulíferos y hospederos alternativos del virus en la región, así como de la susceptibilidad de variedades utilizadas. Por ejemplo, en distintas localidades de Córdoba, Argentina, se observaron diferentes niveles de porcentaje de la enfermedad siendo aproximadamente del 2%, 10%, 12% y 48% en General Cabrera, Manfredi, Va. Reducción y El Crispín, respectivamente (De Breuil, Giolitti, Bejerman, Trucco, & Lenardon, 2016). Este punto aún queda por comprobarse en los ensayos locales.



Conclusión

En base a la sintomatología observada en plantas de maní y los resultados de análisis serológicos se confirmó la presencia del GRSV. Estos resultados evidencian la necesidad de establecer sistemas de monitoreo de la incidencia de este virus en lotes comerciales e incrementar el estudio de esta patología para mitigar posibles brotes epidémicos en el país.

Referencias bibliográficas

- Camelo-García, V. M., Lima, E. F. B., Mansilla-Córdova, P. J., Rezende, J. A. M., Kitajima, E. W., & Barreto, M. (2014). Occurrence of Groundnut ringspot virus on Brazilian peanut crops. *Journal of General Plant Pathology*, 80(3), 282-286.
- Cruciol, G. C. D., Moura, M. F., Ribeiro-Junior, M. R., Egawa, V. Y., de Souza, E. P., Pavan, M. A., & Krause-Sakate, R. (2019). First report of groundnut ringspot virus in scarlet eggplant in Brazil. *Journal of Plant Pathology*, 101(2), 399-399.
- De Breuil, S., & Lenardon, S. (2007). Aspectos epidemiológicos de las virosis en maní. En *XXII Jornada Nacional de Maní. 1er Simposio del Maní en el Mercosur*, 20 de septiembre de 2007. General Cabrera, Córdoba, AR: CIA, INTA.
- de Breuil, S.; Giolitti, F.; Bejerman, N.; Rodríguez Pardina, P.; Fiorona, M.; Galarza, C. y Lenardon, S. (2011). Efectos del groundnut ringspot virus en el rendimiento del maní. INTA-PNIND 82511. Fundación Maní Argentino. De Breuil, S., Giolitti, F., Bejerman, N., Trucco, V. y Lenardon, S. (2016). Epifitia causada por groundnut ringspot virus: un patógeno emergente en el cultivo de maní. En *XXXI Jornada Nacional del Maní*, 22 de septiembre de 2016. General Cabrera, Córdoba, AR: CIA, INTA.
- De Breuil, S., Giolitti, F., Bejerman, N., Trucco, V., & Lenardon, S. (2015). Enfoque epidemiológico de las virosis del maní en argentina. *Jornada Nacional de Maní*, 17 de setiembre 2015. General Cabrera, Córdoba. AR.
- Dewey, R. A., Semorile, L. C., & Grau, O. (1996). Detection of Tospovirus species by RT-PCR of the N-gene and restriction enzyme digestions of the products. *Journal of Virological Methods*, 56(1), 19-26.
- Esquivel, A. F., Camelo-García, V. M., Rezende, J. A. M., Kitajima, E. W., González, L. R., & Sarubbi, H. (2019). First report of Groundnut ringspot tospovirus in Paraguay. *Australasian plant disease notes*, 14(1), 5.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020) FAOSTAT Database. Recuperado de <http://faostat3.fao.org/home/E>. Acceso: 19 diciembre 2020.
- Fontes, M. G., Lima, M. F., Fonseca, M. E. N., & Boiteux, L. S. (2018). First Report of Groundnut ringspot orthotospovirus Infecting Field Pea (*Pisum sativum* L.) Crop in Brazil. *Plant Disease*, 102 (2), 457.
- Fontes, M. G., da Silva, G. A., Lima, M. F., Fonseca, M. E. N., Costa, A. F., Silva-Filho, J. G., & Boiteux, L. S. (2019). First report of groundnut ringspot orthotospovirus infecting soybeans



- in Brazil. *Embrapa Hortaliças-Nota Técnica/Nota Científica (ALICE)*.
- González-Segnana, L. R., Esquivel Fariña, A., González, D. D., Mello, A. P. O., Rezende, J. A., & Kitajima, E. W. (2013). Alternative hosts of Cowpea aphid-borne mosaic virus (CABMV) in sesame (*Sesamum indicum*) crops grown in Paraguay. *Tropical Plant Pathology*, 38(6), 539-542.
- Jorge, T. S., Lima, M. F., Boiteux, L. S., Fonseca, M. E. N., & Kitajima, E. W. (2020). First Report of Cichorium endivia (Asteraceae) as a Natural Host of Groundnut ringspot orthotospovirus in Brazil. *Plant Disease*, (ja).
- Kings, A.M.G., Lefkowitz, E., Adams, M. J. & Carstens, E. B. (2012). *Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. London: Elsevier/Academic Press. 2012.
- Koenig, R. (1981). Indirect ELISA Methods for the Broad Specificity Detection of Plant Viruses. *Journal of General Virology*. No. 55, 53-62.
- Leão, E. U., Spadotti, D. M. D. A., Rocha, K. C. G., Pantoja, K. D. F. D. C., Rezende, J. A. M., Pavan, M. A., & Krause Sakate, R. (2015). *Citrullus lanatus* is a new natural host of Groundnut ringspot virus in Brazil. *Journal of Phytopathology*, 163(11-12), 1014-1018.
- Lima, M. F., De Ávila, A. C., da G. Wanderley Jr, L. J., Nagata, T., & Da Gama, L. J. W. (1999). Coriander: a new natural host of Groundnut ring spot virus in Brazil. *Plant disease*, 83(9), 878-878.
- Michelotto, M. D., Carrega, W. C., Lamana, L. E. P., de Souza, T. M., de Godoy, I. J., dos Reis, L. D. N. A., ... & Carvalho, R. D. C. P. (2019). Losses caused by Groundnut ringspot tospovirus in peanut crop in the State of São Paulo. *Semina: Ciências Agrárias*, 40(6Supl3), 3429-3442.
- Pietersen, G., & Morris, J. (2002). Natural occurrence of Groundnut ringspot virus on soybean in South Africa. *Plant disease*, 86(11), 1271-1271.
- Resende, R. D. O., Pozzer, L., Nagata, T., Bezerra, I. C., Lima, M. I., De Brito Giordano, L., ... & De Ávila, A. C. (1996). New tospoviruses found in Brazil. *Tospoviruses and Thrips of Floral and Vegetable Crops* 431, 78-89.
- Spadotti, D. M. D. A., Leão, E. U., Rocha, K. C. G., Pavan, M. A., & Krause-Sakate, R. (2014). First report of Groundnut ringspot virus in cucumber fruits in Brazil. *New Disease Reports*, 29, 25.
- Webster, C. G., Frantz, G., Reitz, S. R., Funderburk, J. E., Mellinger, H. C., McAvoy, E., ... & Daughtrey, M. L. (2015). Emergence of Groundnut ringspot virus and Tomato chlorotic spot virus in vegetables in Florida and the southeastern United States. *Phytopathology*, 105(3), 388-398.
- Whitfield, A. E., Ullman, D. E., & German, T. L. (2005). Tospovirus-thrips interactions. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 43, 459-489.



Propuesta de Ordenamiento Territorial del Distrito de Escobar, del Departamento de Paraguari de la República del Paraguay

Paniagua A.J. R.^{1*}, González, A. L.¹, Sanabria A.¹G. A., Ortíz F.¹F. R., Cabrera P.O. E.¹, Ibáñez B.S.L.¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay.

*paniagualcaraz@gmail.com

Introducción

La demanda por la utilización de tierras para cultivos, pastos, silvicultura, desarrollo urbano, turismo, flora y fauna silvestre para la obtención de alimentos, combustible y empleo, se hace más apremiante cada día en todos los países (Paniagua Alcaraz, s.f.). Las personas que viven de la tierra ven como hechos manifiestos la escasez, la degradación de las tierras de cultivos, del bosque y de los recursos hídricos, pero carecen de los incentivos o recursos necesarios para detenerla (FAO, 2011).

Asimismo, el Municipio de Escobar debe aplicar lo establecido en el título décimo "De la Planificación y ordenamiento territorial del municipio" de la Ley número 3966/2010 "Orgánica Municipal" que en su artículo 224 expresa "Las municipalidades establecerán un sistema de planificación del municipio que constará, como mínimo, de dos instrumentos: el plan de desarrollo sustentable del municipio y el plan del ordenamiento urbano y territorial". En este sentido, este trabajo aporta el ordenamiento territorial del distrito, principalmente de las áreas rurales (Ley nº 3966, 2010).

La misma ley, en su artículo 226 establece que el plan de ordenamiento urbano y territorial tendrá por finalidad orientar el uso y ocupación del territorio en el área urbana y rural del municipio para conciliarlos con su

soporte natural e indica que el plan es un instrumento técnico y de gestión municipal y contiene la delimitación de las áreas urbana y rural, la zonificación del territorio y el sistema vial, entre otros. Este trabajo es la primera aproximación de este ordenamiento y pretende iniciar una serie de estudios conducentes a que el municipio cuente con herramientas para identificar limitaciones y potencialidades de la tierra.

El objetivo del trabajo es planificar el uso de la tierra del Distrito de Escobar y los procesos de adecuación de tierras con fines agropecuarios, a través de la generación de instrumentos y criterios técnicos, que servirán de base en la definición de políticas encaminadas al desarrollo sostenible del territorio.

Metodología

El procesamiento de las informaciones cartográficas y de la base de datos, así como la elaboración de todos los mapas fue realizado en las dependencias del Área de Suelos y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA, en el año 2019. La metodología utilizada para la caracterización de los mapas a nivel de distrito contiene información relacionada a la capacidad de uso de la tierra, ordenamiento territorial y productividad de la tierra.



La metodología utilizada para la caracterización de los mapas a nivel de distrito fue la siguiente:

Para la capacidad del uso de la tierra el método utilizado es el mismo que fue adoptado por el "Proyecto Racionalización del Uso de la Tierra" para la determinación de la capacidad de uso de la tierra de la Re-

gión Oriental del Paraguay (López Gorostiaga, et al., 1995).

Se determinaron las clases, subclases y unidades de capacidad de uso de la tierra siguiendo los indicadores con sus respectivas características que se describen a continuación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Indicadores para la clasificación de las clases de capacidad de uso de la tierra.

Clase	Pendiente (%)	Suelo				Drenaje y Permeabilidad	Riesgo de inundación
		Profundidad (cm)	Textura	Pedregosidad (%)	Fertilidad		
I	0 – 3	> 150	Francosa fina a arcillosa fina	Nula	Alta	Bueno	Nulo
II	3 – 8	100 – 150	Arcillosa muy fina	Nula	Media	Bueno	Nulo
III	8 – 15	50 – 100	Francosa gruesa	Nula	Baja	Regular o excesivo	Nulo
IV	>15	25 – 50	Arenosa	Moderada	Cualquiera	Regular o excesivo	Nulo
V	0 – 3	Cualquiera	Cualquiera	Nula	Cualquiera	Malo	Ocasional
VI	3 – 8	Cualquiera	Cualquiera	Moderada	Cualquiera	Malo	Frecuente
VII	8 – 15	Cualquiera	Cualquiera	Fuerte	Cualquiera	Muy malo	Muy frecuente
VIII	>15	Cualquiera	Cualquiera	Fuerte	Cualquiera	Muy malo	Permanente



Para el ordenamiento territorial del distrito de Escobar se establecieron las siguientes categorías (Cuadro 3).

Cuadro 3. Categorías del ordenamiento territorial.

Categoría	Definición	Capacidad de uso de la tierra
<i>Tierras agrícolas (intensivas y extensivas)</i>	Comprende las tierras aptas para el desarrollo agrícola intensivo de cultivos anuales, con o sin moderadas restricciones, aunque soportan actividades menos intensivas como cultivos perennes, actividades, pecuarias, forestales o de protección.	I II III IV Sf, arcillosa
<i>Tierras pecuarias</i>	Tierras aptas para ganadería, aunque también soportan actividades de protección.	IV Sp IV E, Sp V IV Sp
<i>Tierras forestales de producción</i>	Tierras con pendientes superiores a 15% y/o con alto contenido de piedras o con severos problemas de textura que no permiten el desarrollo de actividades agropecuarias, pero que son aptas para cultivos perennes, reforestación comercial y manejo forestal, así como protección.	IV VI Excepto IV Sp IV E, Sp VI Sp
<i>Tierras forestales de protección</i>	Tierras no aptas para el desarrollo agropecuario o de producción forestal, que deben destinarse solo a protección.	VII Sr VII E, St VIII
<i>Áreas de conservación ecológica o especial</i>	Son áreas de suelos muy frágiles y con severos problemas de drenaje, no aptas para el desarrollo agropecuario intensivo, pero que por su riqueza ecológica deben destinarse a protección.	VI Wi VII Wi
<i>Campos bajos inundados</i>	Áreas cubiertas por agua en forma permanente y natural.	VIII por drenaje
<i>Asentamientos indígenas</i>	Tierras que por la Constitución u otras leyes están asignadas como de patrimonio indígena	
<i>Áreas silvestres protegidas</i>	Tierras designadas como áreas silvestres protegidas por normativa legal específica.	
<i>Áreas urbanas</i>	Tierras ocupadas por núcleo de población rural o urbana.	



La fórmula para la determinación del índice de productividad fue:

$I.P. (\%) = Sp + Sr + St + Wd + Wh + E + Sf + So$; donde I.P. es el índice de productividad, Sp es la profundidad efectiva, Sr es la rocosidad, St es la textura de la sección de control, Wd es el drenaje, Wh es el régimen de humedad, E es la pendiente, Sf es la fertilidad y So es el contenido de materia orgánica del suelo.

Resultados y discusión

En el Distrito de Escobar se han identificado las clases III, IV, V, VI y VIII de capacidad de uso como se puede ver en el Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra. Las principales limitaciones fueron aquellas relacionadas con la declividad del terreno, profundidad efectiva, textura, fertilidad, rocosidad, drenaje y permeabilidad del suelo y riesgo de inundación, las que permitieron diferenciar en subclases y unidades de capacidad de uso (Mapa 1).

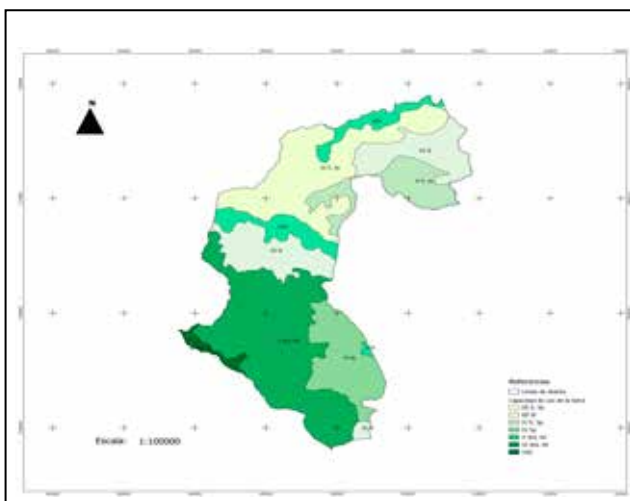


Figura 1. Capacidad de uso de la tierra del Distrito de Escobar, Departamento de Paraguari, República del Paraguay.

Además, se han identificado las categorías de tierras agrícolas, tierras agrícolas, pecuarias, áreas de conservación ecológica y área urbana, tal como se puede ver en el mapa de ordenamiento territorial (Mapa 2).

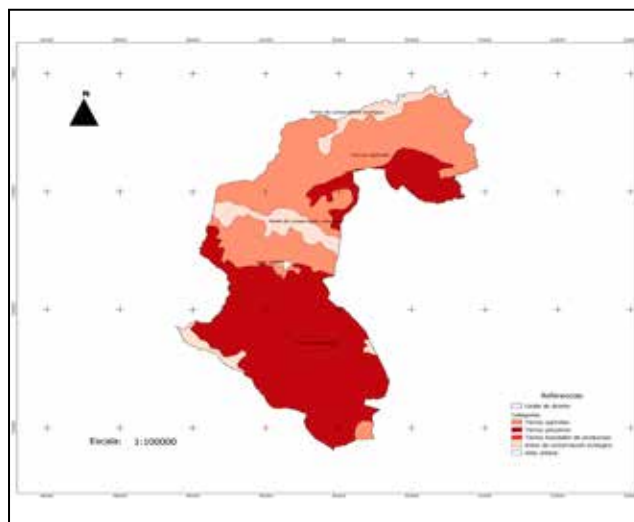


Figura 2. Ordenamiento Territorial del Distrito de Escobar, Departamento de Paraguari, República del Paraguay.

Se puede observar la predominancia de tierras pecuarias (51 % del área total del distrito) sobre las tierras agrícolas (39 %). Las áreas de conservación ecológica ocupan un 9 %.

Las tierras agrícolas se encuentran en el centro y norte del distrito mientras que la mayor parte de las tierras pecuarias se encuentran al sur de este y a la Compañía Cerro Cora Cañada. Las áreas de conservación ecológica corresponden principalmente al paisaje de serranías.

En el Distrito de Escobar se han identificado las clases de productividad media y baja de la tierra, tal como se puede observar en el mapa de productividad de las tierras (Mapa 3).



Se puede observar la predominancia de tierras de clase media de productividad (84 % del área total del distrito) sobre las tierras de clase baja de productividad (16 %).

Las tierras poco productivas se encuentran en las serranías, mientras que las de productividad media ocupan los paisajes de lomadas y llanuras dentro del distrito.

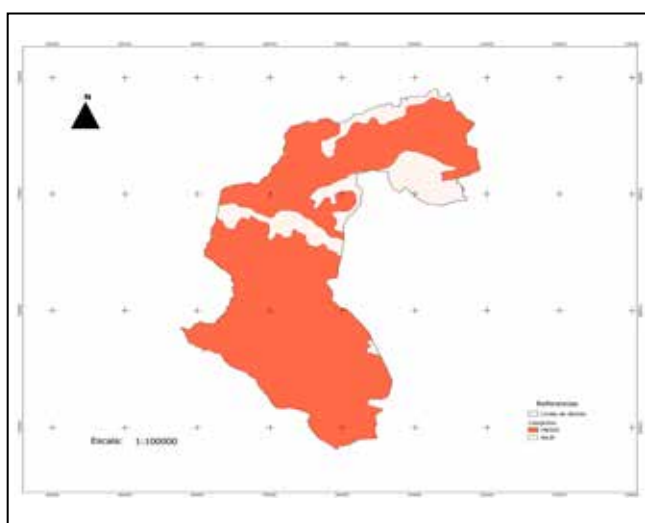


Figura 3. Productividad del Distrito de Escobar, Departamento de Paraguarí, República del Paraguay.

Conclusión

Los resultados de la Planificación del Uso de la Tierra del Distrito de Escobar permiten realizar las siguientes conclusiones: (1) El diagnóstico de la capacidad de uso de la tierra del distrito reveló la existencia de cinco clases de tierra (III, IV, V, VI y VIII), con sus respectivas subclases y unidades de manejo; (2) El ordenamiento territorial del área permitió la identificación de áreas donde no es posible la explotación agropecuaria y el uso indebido de algunas tierras

que deben ser conservadas en su estado natural. En total se tienen 10.859 hectáreas de tierras agrícolas, 14.282 hectáreas de tierras pecuarias, 2.193 hectáreas de áreas de conservación ecológica y 45 hectáreas de área urbana; (3) La productividad de la tierra es baja en el 16 % y media en el 84 % del territorio del distrito.

Referencias bibliográficas

- FAO. (2011). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura: La gestión de los sistemas en situación de riesgo*. Madrid, España: Mundi-Prensa. doi:M-33-360-2012
- López Gorostiaga, O., González Erico, E., De Llamas G., P. A., Molinas M., A. S., Franco S., E. S., García S., S., & Ríos A., E. 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: Banco Mundial. Recuperado de <http://www.geologiadelparaguay.com/Estudio-de-Reconocimiento-de-Suelos-Regi%C3%B3n-Oriental-Paraguay.pdf>
- Paniagua Alcaraz, J. R. (s.f.). *Planificación del uso de la tierra*. Recuperado de <https://sites.google.com/site/juliorenanpaniaguaalcaraz/home/planificacion-del-uso-de-la-tierra>
- Ley n° 3966. (2010). *Orgánica Municipal*. Gaceta Oficial, (28), 72. Asunción, Paraguay. Recuperado de <http://www.gacetaoficial.gov.py/index/get-Documento/12587>



Zonas con conflicto ambiental en el distrito de Altos, Departamento de Cordillera, Paraguay

Paniagua A., J. R.^{1*}, Díaz L., D. R.¹.

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay.

*paniagualcaraz@gmail.com

Introducción

La sobreexplotación y el uso irracional de las tierras rurales, el crecimiento de la población y el incremento desordenado del área industrial próximo a las áreas urbanas, son las principales consecuencias de la falta de implementación de una política de gestión ambiental, que no solo afecta al medio con los impactos ambientales perceptibles, sino al sistema socioeconómico global.

La propuesta de ordenamiento territorial debe definir y delimitar los usos actuales y la capacidad de uso que tienen las tierras, para posteriormente definir el tipo de actividades o usos que pueden soportar, evitar la utilización por encima o debajo de la capacidad de uso de estas y conflictos de usos, de tal manera a apuntar a un sistema sustentable (Jara, 2017). La Región Oriental del Paraguay cuenta con el mapa de reconocimiento de suelos, elaborado por López et al. (1995) y López et al. (2000) y con imágenes de alta resolución que permiten acceder a las informaciones necesarias para este tipo de trabajos.

La legislación paraguaya es rica en cuanto a la reglamentación de conservación de humedales (Ley no 350/94, 1994), de restablecimiento de bosques protectores de cauces hídricos (Ley no 4241/10, 2010), de acceso y permanencia dentro de las áreas

de dominio de líneas del tendido eléctrico (Ley no 976/82, 1982), de prohibición de actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura boscosa (Ley no 2524/04, 2004), de gestión integral de residuos sólidos (Decreto no 9824/17, 2017), entre otras.

Asimismo, se tienen normativas que establecen la forma de delimitar zonas urbanas (SNC, 2012).

El municipio de Altos cuenta con una Ordenanza Municipal que aprueba el Plan de Desarrollo Municipal Sustentable 2016/2021, sin embargo, en la misma no se encuentran definidos los conflictos ambientales (Municipalidad de Altos, 2016).

La finalidad de este trabajo es observar y explicar los conflictos ambientales del distrito de Altos, que consolide las políticas ambientales y genere encadenamientos positivos en el resto de la gestión ambiental del país y eventualmente replicar la experiencia en otros distritos del país.

Metodología

Para la determinación de las zonas con conflictos ambientales se realizó una comparación del uso actual y la capacidad de uso de las tierras del distrito en el año 2017, sobreponiendo ambos mapas, para



determinar y cuantificar las tierras que son utilizadas inadecuadamente (Klingebiel y Montgomery, 1962), ya sean por estar siendo sub o sobre utilizadas. Con el apoyo del SIG (QGIS, 2016), se realizó

la interpolación y se obtuvo una matriz de cruce de atributos que fue exportado a Excel y analizado bajo los criterios definidos en la tabla 1.

Tabla 1. Matriz de conflictos de uso de la tierra del Distrito de Altos.

Uso Actual	Zona POT	
Sobre uso	Sub uso	
Urbana.	De Protección, Zona de ANDE.	
Suburbana.	De Protección, Zona de ANDE.	
Agropecuaria.	De Protección.	
Campo Natural.	Uso Agrícola.	

Resultados y discusión

Uso actual de las tierras

Las categorías de uso actual de la tierra que fueron encontradas en el distrito son: agropecuario, bosques, campo natural, campo bajo inundable o inundado, franja de dominio de las líneas de transmisión de la ANDE, franja de dominio de las rutas interdistritales, relleno sanitario y tratamiento y disposición final de residuos generados en los establecimientos de salud y afines (RGESA) y área urbana. Las diferentes categorías de uso de la tierra ocupan las superficies que se indican en la figura 1.

En comparación con el uso de las tierras con años anteriores, a nivel general se observan pocas alteraciones en el tiempo, pero se detectaron unos cambios en el uso de la tierra, principalmente en zonas boscosas, que no concuerdan con la normativa vigente.

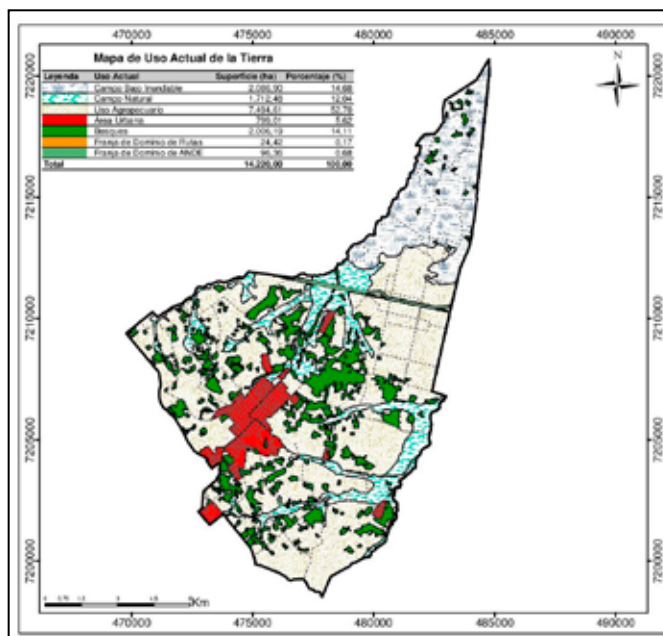


Figura 1. Usos de la tierra identificadas en el distrito de Altos.



Capacidad de uso de las tierras

En cuanto al diagnóstico de la capacidad de uso de las tierras, en Altos se han identificado las clases III, IV y V, como se puede ver en la figura 2. Las principales limitaciones fueron aquellas relacionadas con la profundidad efectiva, rocosidad y pedregosidad, textura, fertilidad del suelo y riesgo de inundación, las que permitieron diferenciar en subclases y unidades de capacidad de uso. La distribución y la superficie ocupada por las clases identificadas se encuentran en la figura 2.

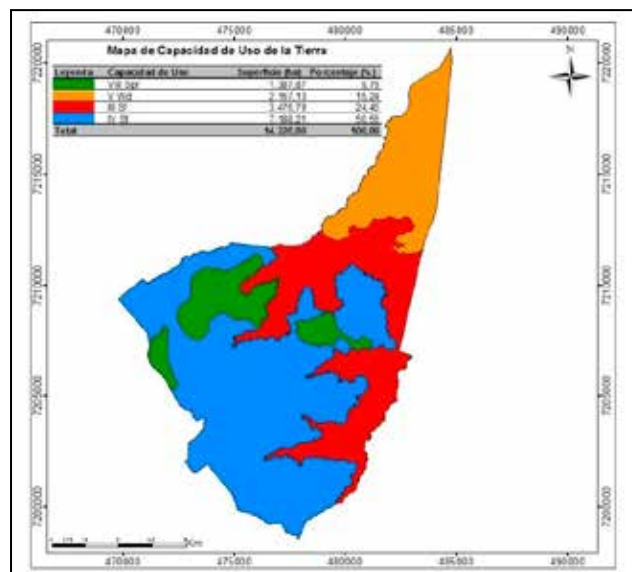


Figura 2. Clases de capacidad de uso de las tierras del distrito de Altos.

Conflictos Ambientales

Como resultado de la evaluación se pudieron determinar y cuantificar las tierras utilizadas en forma inadecuada en función a su capacidad de uso (sub o sobre utilización), como se puede observar en la tabla 2.

En el distrito de Altos se encontraron 2.579 hectáreas de tierras con conflictos ambientales, que representa el 18,1 % de la superficie distrital. Las tierras subutilizadas, constituidas por los campos naturales en

zonas agrícolas, ocupan un área de 1.654 hectáreas, igual al 64,13 % del total de tierras con conflictos ambientales. Las tierras sobre utilizadas ocupan una superficie de 925 hectáreas, correspondiente al 35,87 % de las tierras en conflicto ambiental del distrito, donde las actividades agropecuarias sobre serranías ocupan un área de 855,49 hectáreas y las actividades agropecuarias y urbanas sobre bosques ocupan una superficie de 69,51 hectáreas.

Tabla 2. Zonas de conflictos ambientales del Distrito de Altos.

Sub uso			
Uso Actual	POT	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Campo Natural	A/agr	871,96	33,81
Campo Natural	B/agr	782,04	30,32
Total Subuso		1.654,00	64,13
Sobre uso			
Uso Actual	POT	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Agropecuario/Urbano	B/res	30,04	1,16
Agropecuario/Urbano	A/res	39,47	1,53
Agropecuario	A/ser	800,89	31,05
Agropecuario	C/ser	32,99	1,28
Agropecuario	B/ser	21,61	0,84
Total Sobreuso		925,00	35,87
Total Conflicto		2.579,00	100,00



Conclusión

En el distrito de Altos se encontraron 2.579 hectáreas de tierras con conflictos ambientales, que representa el 18,1 % de la superficie distrital. Las tierras subutilizadas, ocupan un área de 1.654 hectáreas, igual al 64,13 % del total de tierras con conflictos ambientales. Las tierras sobre utilizadas ocupan una superficie de 925 hectáreas, correspondiente al 35,87 % de las tierras en conflicto ambiental del distrito.

Referencias bibliográficas

- Decreto no 9824/17. (2017). Por el cual se reglamenta la Ley 3956/09 De Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay. Asunción, Paraguay. 69 p.
- Jara, C. (2017). Los determinantes ambientales y su efecto en la planificación del territorio. Recuperado de <http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4301/Jaracesar2017.pdf?sequence=1>.
- Klingebiel, A., & Montgomery, H. (1962). Clasificación por capacidad de uso de las tierras. Trad. de F. J. Valencia. México: CRAT. 32 p. (Manual No. 210).
- Ley no 2524/04. (2004). De prohibición en la Región Oriental de las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques. Asunción, Paraguay. 2 p.
- Ley no 350/94. (1994). Que aprueba la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas. Asunción, Paraguay. 6 p.
- Ley no 4241/10. (2010). De restablecimiento de bosques protectores de cauces hídricos dentro del territorio nacional. Asunción, Paraguay. 4 p.
- Ley no 976/82. (1982). Por la cual se amplía la Ley No 966/64 Que crea la Administración Nacional de Electricidad (ANDE). Asunción, Paraguay. 2 p.
- López, O., González, E., De Llamas, A., 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, Paraguay. Proyecto de Racionalización del uso de la tierra. SSERNMA/MAG/Banco Mundial. 245 p.
- López, O., González, E., De Llamas, P., Franco, E., García, S., & Burgos, F. (2000). Suelo, capacidad de uso de la tierra y el ordenamiento territorial: Distrito de Caaguazú. Asunción, Paraguay: IMAGO. 82 p.
- Municipalidad de Altos. (2016). Ordenanza IM no 45/16: Que aprueba el plan de desarrollo municipal sustentable 2016/2021 de la Municipalidad de Altos. Altos, Paraguay. 10 p.
- QGIS 2.14 (Sistema de Información Geográfica Quantum). (2016). Fundación OSGeo: Código abierto licenciado bajo GNU - General Public License. Recuperado de <https://www.qgis.org/es>.
- SNC (Servicio Nacional de Catastro). (2012). Resolución No 49/12: Por la cual se establecen las normas técnicas para la delimitación de las zonas urbanas municipales y las formalidades para su aprobación por parte del Servicio Nacional de Catastro. Asunción, Paraguay. 5 p.



Comparación de las propiedades químicas de tres abonos orgánicos sometidos a fermentación aeróbica tipo bocashi

Báez Arzamendia, M.E.^{1*}, Martínez Cabrera, N.D.¹,
Guerreño, J.O.¹, Torres, A.M.¹, Scappini, C.C.¹

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

*marlenebaezing@gmail.com

Introducción

El uso intensivo de los recursos naturales ha producido impactos negativos en el ambiente y ha afectado la sostenibilidad de los sistemas productivos. La tendencia global del manejo de estos sistemas demanda conocimientos básicos de los recursos, tales como el manejo de los abonos orgánicos aplicados al suelo. Un abono orgánico que ha ganado popularidad en Latinoamérica es el Bocashi. Los beneficios del uso de enmiendas orgánicas como el Bocashi, son ampliamente conocidos a nivel mundial, aunque la literatura científica es poco precisa sobre los contenidos nutricionales y prácticamente no se hace referencia a la carga microbiana existente en estos materiales (Ramos et al., 2014).

Varios autores concuerdan en que las enmiendas orgánicas varían en su composición química de acuerdo al proceso de elaboración, duración del proceso, actividad biológica y tipos de materiales que se utilicen. La calidad de un abono orgánico se determina a partir de su contenido nutricional y de su capacidad de proveer nutrientes a un cultivo; este contenido está directamente relacionado con las concentraciones de esos nutrientes en los materiales utilizados para su elaboración (Ramos et al., 2014; Bertolí et al., 2015; Ramírez-Builes y Naidu, 2010).

Los estiércoles son la principal fuente de nitrógeno en la elaboración de los abonos orgánicos fermentados. Su aporte básico consiste en mejorar las características vitales y la fertilidad del suelo con nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, entre otros elementos. Dependiendo de su origen, puede aportar inóculo microbiológico y otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad, los cuales mejorarán las condiciones biológicas, químicas y físicas del suelo (Ramírez-Builes y Naidu, 2010; Bertolí et al., 2015; FAO, 2011).

A nivel local existen escasas informaciones sobre las propiedades químicas de los bocashi según el tipo de estiércol empleado en su elaboración. La finalidad de esta investigación es contribuir a mejorar la disponibilidad de información respecto al tema y por ende poner a disposición de los agricultores una alternativa útil y beneficiosa para su finca.

El objetivo del trabajo fue evaluar las propiedades químicas de tres abonos orgánicos (estiércol vacuno, ovino y gallinaza) sometidos a una fermentación aeróbica tipo bocashi durante 20 días, para comprobar que el contenido de nutrientes mejora con el proceso de fermentación.



Metodología

El experimento se realizó en la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), Filial Caazapá, ubicada en la Compañía 20 de Julio, distrito de Caazapá, Paraguay; durante los meses de mayo a octubre del 2018. En el trabajo se utilizaron tres tipos de estiércoles (vacuno, ovino y gallinaza) de cuatro localidades diferentes (San Miguel Isla, Caracarai, San Agustín y Corralito San Miguel) constituyendo las muestras de cada localidad un bloque o repetición. El preparado del bocashi se realizó bajo techo, con una proporción de 3:1:1:1 (estiércol, bagacillo, afrecho de trigo, suelo de monte respectivamente). Para la fermentación fue utilizado el MM líquido, preparado con MM sólido (microorganismo de montaña), melaza y agua. El MM sólido fue elaborado a base de suelo de bosque, melaza, afrecho de trigo y agua.

La investigación se realizó según un diseño experimental en bloques completos al azar con arreglo factorial de 3x2, que corresponde a tres tipos de estiércol animal (bovino, ovino y gallinaza), estudiados con y sin fermentación tipo bocashi. La combinación de ambos factores totaliza 6 tratamientos, realizados con 4 repeticiones, definiéndose 24 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en un montículo formado por la mezcla de todos los materiales mencionados en la proporción indicada. Para la elaboración del bocashi, los ingredientes fueron colocados en capas sucesivas iniciándose con el material más grueso, las capas fueron humedecidas con MM líquido y melaza y luego mezclados todos los ingredientes, la humedad debe ser alrededor del 50%, la cual fue controlada a través de la prueba de puño. Las mezclas se dejaron fermentar durante 20 días, considerando lo señalado por Ramos et al. (2014), que el bocashi está listo para ser utilizado a los

21 días. Asimismo, Garro (2016) señala que, en el bocashi, el compostaje es más rápido que en un compost tradicional, y las transformaciones se realizan a menor temperatura (inferior a 50 °C) y en un tiempo más corto (de 1 a 3 semanas). Diariamente fue controlada la temperatura y también volteadas las mezclas para oxigenar y bajar la temperatura, durante los primeros siete días, los volteos fueron realizados a la mañana y a la tarde, luego una vez al día. A los 21 días fueron extraídas las muestras de bocashi para su análisis en el laboratorio. Las variables que se evaluaron fueron contenidos de macronutrientes primarios (N, P, K) y secundarios (Ca, Mg y S). Para el análisis de varianza se empleó el programa estadístico InfoStat. Las medias de las variables que presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza fueron comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error. Este trabajo de investigación se realizó en el marco del Programa de Maestría en Ciencia del Suelo y Ordenamiento Territorial desarrollado en la Facultad de Ciencias Agrarias Filial Caazapá.

Resultados y discusión

El análisis estadístico realizado indicó que hubo interacción significativa entre el factor tipo de estiércol y el factor fermentación para el fósforo, se obtuvo una interacción negativa para el potasio, y no se registró interacción para el nitrógeno. En Cuadro 1 se observa que el contenido de N y K_2O disminuyeron con la fermentación en los tres tipos de estiércol, indicando esto una interferencia del factor fermentación sobre estos nutrientes. En cambio, el contenido de P_2O_5 aumentó significativamente en el bocashi comparado a los estiércoles sin fermentación.

Respecto a la disminución de N registrado en los bocashi de los tres tipos de estiércol



a los 20 días de fermentación cabe mencionar lo reportado por Bertolí et al. (2015) y Ramos et al. (2014), quienes obtuvieron mayor contenido de N a los 120

días de elaborado el abono, lo que permite plantear que todavía durante ese tiempo se mantiene el proceso de mineralización de este elemento.

Cuadro 1. Contenido de macronutrientes primarios de bocashi según tipo de estiércol.

Fermentación	Tipo de estiércol			
	Estiércol vacuno	Estiércol ovino	Gallinaza	Promedio
N (%)				
Sin Fermentación	1,55	2,25	1,53	1,78 a
Con Fermentación	1,35	1,73	1,08	1,38 b
Promedio	1,45 b	1,99 a	1,30 b	
Interacción A*B = 0,2103^{ns}				
CV = 11,58%				
P₂O₅ (%)				
Sin Fermentación	2,18 d	2,45 d	7,10 b	3,91 b
Con Fermentación	2,33 d	4,03 c	9,78 a	5,38 a
Promedio	2,25 c	3,24 b	8,44 a	
Interacción A*B = 0,0009^{**}				
CV = 11,30%				
K₂O (%)				
Sin Fermentación	1,75 b	3,30 a	1,25 b	2,10 a
Con Fermentación	1,18 b	1,78 b	0,90 b	1,28 b
Promedio	1,46 b	2,54 a	1,08 b	
Interacción A*B = 0,0280*				
CV = 24,36%				

ns= no significativo; *= significativo al 5%; **= significativo al 1%.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes por la prueba de Tukey al 5%. Las medias sin letras indican que no hubo interacción entre los factores tipo de estiércol y fermentación.

En cuanto al contenido de N, P₂O₅ y K₂O de los estiércoles simples, se observa que el N y K₂O se encuentran en mayor proporción en el estiércol ovino y la gallinaza posee mayor contenido de P₂O₅.

Según Bertolí et al. (2015), la composición química del bocashi varía según los materiales utilizados en su elaboración. El mismo autor menciona que el contenido de nutrimentos de diferentes tipos de bocashi (en porcentaje) oscilan de la siguiente manera: N (1,18 a 2,18); P (0,19 a 0,83); K (0,50 a 5,30); Ca (0,54 a 2,41); Mg (0,15 a 0,70). Los resultados de N y K son comparables a los encontrados en esta investigación.



Ramírez-Builes y Naidú (2010) encontraron en un estudio sobre la respuesta del lulo La Selva (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos

tipo bocaschi y fertilizante químico, que los bocashi a base de gallinaza y pulpa de café descompuesta tuvieron los mayores efectos residuales de fósforo en el suelo.

Cuadro 2. Contenido de macronutrientes secundarios de bocashi según tipo de estiércol.

Fermentación	Tipo de estiércol			
	Estiércol vacuno	Estiércol ovino	Gallinaza	Promedio
Ca (%)				
Sin Fermentación	6,83 c	6,58 c	20,23 b	11,21 b
Con Fermentación	5,93 c	9,60 c	25,75 a	13,75 a
Promedio	6,38 b	8,09 b	22,98 a	
Interacción A*B = 0,0099**				
CV = 14,49%				
Mg (%)				
Sin Fermentación	5,95 cd	6,25 cd	10,63 b	7,61 b
Con Fermentación	4,20 d	7,30 c	15,95 a	9,15 a
Promedio	5,08 c	6,78 b	13,29 a	
Interacción A*B = 0,0002**				
CV = 14,96%				
S (%)				
Sin Fermentación	0,48	0,6	0,53	0,53
Con Fermentación	0,5	0,58	0,58	0,55
Promedio	0,49	0,59	0,55	
Interacción A*B = 0,6581^{ns}				
CV = 15,20%				

ns= no significativo; *= significativo al 5%; **= significativo al 1%.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes por la prueba de Tukey al 5%. Las medias sin letras indican que no hubo interacción entre los factores tipo de estiércol y fermentación.

El análisis estadístico detectó también interacción significativa entre el factor tipo de estiércol y la fermentación tipo bocashi para el Ca y el Mg. En el Cuadro 2 se observa que la fermentación tuvo efecto significativo sobre el contenido de Ca y Mg en el estiércol

ovino y gallinaza, presentando el bocashi de gallinaza mejores comportamientos respecto a los bocashi de estiércol ovino y vacuno.

Según Ortega (2012) y Restrepo (2001), la gallinaza es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de los abonos fermentados. Su principal aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo con algunos nutrientes, especialmente con el fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro,



manganeso, zinc, cobre y boro. Al respecto cabe mencionar lo reportado por Bertolí et al. (2015), que la experiencia desarrollada por muchos agricultores en toda Latinoamérica viene demostrando que el mejor estiércol para la elaboración de los abonos orgánicos es el que se origina de la explotación de gallinas ponedoras bajo techo y con piso de cemento cubierto con materiales secos mezclados con harina de rocas.

Conclusión

La fermentación tipo bocashi mejoró el contenido de P_2O_5 , Ca, y Mg de la gallinaza. Los estiércoles vacuno y ovino no mejoraron sus propiedades químicas con la fermentación. El contenido de N disminuyó en los tres tipos de combinaciones de bocashi. El tiempo de maduración puede ser un factor clave para la estabilización de la composición química del bocashi, por lo que se recomienda un estudio de seguimiento a las propiedades químicas durante un tiempo después de su preparación.

Referencias bibliográficas

- Bertolí, M., Terry, E., y Ramos, D. (2015). *Producción y uso del abono orgánico tipo Bocashi: una alternativa para la nutrición de los cultivos y la calidad de los suelos*. Recuperado de <http://ediciones.inca.edu.cu/files/folletos/abonoorganico.pdf>
- Garro, J. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2011). *Elaboración y uso del bocashi*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>

Ortega, P. (2012). *Producción de Bokashi sólido y líquido* (Monografía de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3347/1/TESIS.pdf>

Ramírez-Builes, V., y Naidu, N. (2010). Respuesta del lulo La Selva (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos tipo bocashi y fertilizante químico. *Acta Agronómica*, 59 (2), pp. 155-161. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v59n2/v59n2a04.pdf>

Ramos, D., Terry, E., Soto, F., y Cabrera, J. (2014). Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*, 35(2), pp. 90-97. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000200012

Restrepo, J. (2001). *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares: experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil*. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7936e/A7936e.pdf>



Disponibilidad de micronutrientes en suelos del Departamento Central

Rolón Galeano, M.P.^{1*}, Rasche, J. W.¹, Fatecha, D. A.¹, Rolón, G. A.¹

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

*paorolon2@gmail.com

Introducción

Los micronutrientes son elementos necesarios en pequeñas cantidades por las plantas. Barbieri et al., (2015) mencionan una disponibilidad esencial de estos para las plantas, suma importancia para el crecimiento y desarrollo de estas. La deficiencia de uno o algunos de estos nutrientes esenciales en las plantas puede convertirse en un factor limitante, sobre todo en la producción.

La baja disponibilidad de micronutrientes en el suelo puede deberse a la naturaleza del material parental o de origen, la baja capacidad del suelo de reponer nutrientes disponibles por cosechas sucesivas, acompañadas de prácticas agrícolas poco sostenibles como labranzas convencionales, lixiviación de nutrientes y procesos de erosión acelerada, así como la utilización de fertilizantes enfocados directamente en nutrientes como NPK (Torri, Urricariet, Ferraris & Lavado, 2010; Ortigoza, López & González, 2019).

Existe escasa información generada y actualizada sobre la disponibilidad de micronutrientes en suelos del departamento Central, por lo que el objetivo de este trabajo fue clasificar los niveles de micronutrientes cobre (Cu), zinc (Zn), hierro (Fe) y manganeso (Mn) de los suelos del Departamento Central.

Metodología

Los niveles de disponibilidad de los micronutrientes fueron evaluados a partir de la sistematización de 136 resultados de análisis de suelos para los elementos de cobre (Cu), 151 muestras para zinc (Zn), 153 muestras para hierro (Fe) y manganeso (Mn), analizadas entre los años 2006 a 2017. Los resultados de los análisis de suelo provinieron de los archivos de la base de datos de los laboratorios del Centro de Investigación Hernando Bertoni – CIHB dependiente del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), ubicado en el distrito de Caacupé, Cordillera y de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA) situada en la ciudad de San Lorenzo, Central. Los distritos de Fernando de la Mora, San Antonio, Villa Elisa y Guarambaré, no fueron clasificados por la ausencia de muestras de suelos.

La clasificación de los niveles de los micronutrientes fue realizada en base a la propuesta de Raij, Cantarella, Quaggio & Furlani, (1996) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Interpretación de micronutrientes a partir de resultados de análisis de suelos.

Nivel	Cu	Zn	Fe	Mn	B
..... mg dm ⁻³					
Alto	> 0,8	> 1,2	> 12	> 5	> 0,6
Medio	0,21 - 0,8	0,61 – 1,2	4,1 – 12	1,21 – 5	0,21 – 0,6
Bajo	< 0,2	< 0,6	< 4	< 1,2	< 0,2



Resultados y discusión

El Cu en la mayoría de los distritos del Departamento Central fue clasificado con nivel "alto", representando el 70 % de las muestras (Cuadro 2), así también cabe resaltar que el 22 % de las mismas fue clasificado con nivel "medio". Este elemento puede quedar retenido en las fracciones orgánicas del suelo. Siendo así, no siempre se encuentra disponible para las plantas, quedando libre una vez descompuesta la fracción orgánica (Bonadeo, Moreno, Bongiovanni, Marzari, & Ganum Gorriz, 2017).

El Zn posee valores clasificados como "alto" en un 71 % a nivel departamental, a nivel distrital la mayoría presenta más del 50 % de sus muestras dentro de este nivel, a excepción de Itaugua que posee el 52 % de sus muestras clasificadas con un nivel bajo. Estos suelos con baja disponibilidad podrían mostrar una respuesta positiva a la

fertilización con Zn en cultivos exigentes en este nutriente, como es el caso del maíz (Espósito, Balboa, Castillo & Balboa, 2010).

Respecto al Fe, a nivel departamental el 85 % de las muestras fue clasificado con nivel "alto". A nivel de distritos la mayoría presenta más del 80 % de sus muestras en este nivel, solo Itá presenta un porcentaje menor (63 %) en comparación a los demás, y con el 13 % en el nivel clasificado como "bajo".

El Mn constituye el elemento con mayor porcentaje (96 %) de muestras clasificadas con nivel "alto" en comparación a los demás micronutrientes. De manera el nivel de Mn es similar a lo que ocurre en otros departamentos como Alto Paraná, Itapúa y Caaguazú, donde se presentan niveles "alto" de Mn (Rasche et al., 2017; Rasche & Ortiz, 2018; Rolón, Rasche, Cabral & Fatecha, 2019).

Cuadro 2. Clasificación de los niveles de micronutrientes Cu, Zn, Fe y Mn en "alto", "medio" y "bajo", a nivel de distrito, en el departamento Central.

Municipios	Total	Cu			Zn			Fe			Mn		
.....%													
*A	M	B	A	M	B	A	M	B	A	M	B		
Aregua	18	54	46	0	83	6	11	83	11	0	100	0	0
Capiatá	5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Itá	16	80	13	7	69	13	19	63	25	13	88	6	6
Itaugua	17	88	12	0	24	24	52	88	6	6	94	0	6
J.A. Saldivar	1	0	100	0	100	0	0	0	100	0	100	0	0
Lambaré	2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Limpio	33	55	45	0	70	18	12	85	15	0	100	0	0
Luque	15	86	7	7	83	8	8	86	14	0	100	0	0
M. R. Alonso	1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Nueva Italia	14	86	7	7	57	14	29	93	7	0	93	7	0
Ñemby	3	67	0	33	67	0	33	67	33	0	100	0	0
San Lorenzo	17	76	12	12	94	0	6	82	12	6	94	6	0
Villeta	9	33	44	22	56	22	22	100	0	0	89	11	0
Ypane	3	33	0	67	100	0	0	100	0	0	100	0	0
-	154	70	22	8	71	12	18	85	12	3	96	3	1

* A: "alto"; M: "medio"; B: "bajo"



Conclusión

Los suelos agrícolas del Departamento Central presentan niveles altos a medios de micronutrientes, de forma general buenas condiciones desde el punto de vista de fertilidad química.

Referencias bibliográficas

- Espósito, G. P., Balboa, G., Castillo, C. A., & Balboa, R. (2010). Disponibilidad de zinc y respuesta a la fertilización del maíz en el sur de Córdoba. *XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Rosario. Santa Fe. Argentina.
- Barbieri, P., Echeverria, H., Sainz, H., Martínez, J., Velasco, J., Reussi, N. (2015). Fertilización en trigo: ¿Es necesario fertilizar con zinc y cobre en Balcarce?. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, (18): 9-16.
- Bonadeo, E., Moreno, I., Bongiovanni, M., Marzari, R., & Ganum Gorriz, M. J. (2017). El sistema suelo planta. Recuperado de <https://www.unrc.edu.ar/unrc/comunicacion/editorial/repositorio/978-987-688-204-0.pdf>
- Ortigoza, J., López, C., & González, J. (2019). Cultivo de maíz: Guía técnica. Recuperado de https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf
- Raij, B., Cantarella, H., Quaggio, J. A., & Furlani, A. M. C. (1996). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas, SP, Brasil: Instituto Agronómico. Boletim Técnico, 100.
- Rasche, J., Ortiz, C., Cabral, N., Fatecha, D., González, A., & Quiñónez, L. (2017). Disponibilidad de micronutrientes en suelos del Departamento de Itapúa. En *II Congreso Paraguayo de Ciencia del Suelo. V Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos*. Encarnación, Paraguay.
- Rasche, J., & Ortiz, C. (2018). Disponibilidad de micronutrientes en suelos del Departamento de Alto Paraná. En *I Congreso de Suelos del Departamento Alto Paraná*. Paraguay.
- Rolón, M., Rasche, J., Cabral, N., & Fatecha, D. (2019). Disponibilidad de micronutrientes en suelos del Departamento de Itapúa. En *III Congreso Paraguayo de Ciencia del Suelo. VI Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos*. Caaguazú, Paraguay.
- Torri, S., Urricarriet, S., Ferraris, G. N., & Lavado, R. S. (2010). Micronutrientes en agrosistemas: *Fertilidad de suelos, caracterización y manejo en la región pampeana*. Buenos Aires, Argentina.



Plantas de servicio de invierno y su efecto sobre la productividad de soja en el distrito de Yguazú

Frutos, A.^{1*}, Dominguez, J.¹, Seki, A.¹, Verón, A.¹

¹Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay. Colonia Yguazú, Paraguay.

*arturfrutos17@gmail.com

Introducción

El cultivo de la soja (*Glycine max* L.), constituye el principal producto agrícola de importancia económica del Paraguay. En la campaña agrícola 2018-2019 la superficie total sembrada fue de 3.544.245 ha, con un rendimiento promedio de 2.401 kg.ha⁻¹ (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas [CAPECO], 2019). A pesar del aumento consecutivo en la producción, el monocultivo de soja viene generando un proceso de degradación en los suelos y una consecuente reducción de las propiedades productiva de estas áreas. Por ello es necesario cambiar ese proceso con el uso de prácticas conservacionistas de cultivo, ayudando así a preservar los recursos del suelo y favoreciendo al cultivo sucesor. El uso de cobertura verde es capaz de ayudar en la recuperación de suelos por las mejoras que proporcionan en cuanto a las propiedades físicas, químicas y biológicas, permitiendo que el cultivo sucesor presente un buen desarrollo (Casali et al., 2016). Los beneficios de uso de plantas de servicio pueden ser atribuidos principalmente al aumento de la materia orgánica en el sistema productivo, pues esta protege el suelo del impacto directo de las gotas de lluvia, disminuyendo el riesgo de erosión y aumentando la capacidad de infiltración de agua, favoreciendo la reducción de la densidad del suelo y mejorando la aireación (Dias et al., 2011). Los agregados del suelo son sensibles al uso intensivo y sin cobertura vegetal, lo que lleva a una pérdida

tanto de las propiedades químicas y físicas que causará deficiencia y restricción en el crecimiento de la planta, un factor limitante para el desarrollo y los rendimientos de los cultivos. En base a lo mencionado, este trabajo tuvo como objetivo evaluar la productividad de soja en sucesión de las plantas de servicio de invierno.

Metodología

El ensayo se realizó en el campo experimental de la Fundación Nikkei CETAPAR, ubicado en Yguazú departamento de Alto Paraná. El ensayo se ejecutó sobre un terreno donde anteriormente estuvo implantado con soja de segunda zafra. Los abonos verdes utilizados fueron; (Nabo (*Raphanus sativus*) 5 kg.ha⁻¹ + Centeno (*Secale sereale*) 20 kg.ha⁻¹); (Avena IAPAR 61 (*Avena strigosa*) 40 kg.ha⁻¹ + Vicia (*Vicia villosa*) 20 kg.ha⁻¹ + Trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) 15 kg.ha⁻¹); (Canola (*Brassica napus*) 5kg.ha⁻¹); (Avena IRP Afrodite) (*Avena sativa*)); (Trigo IRP Potyporã) (*Triticum* spp.) 60 kg.ha⁻¹). La siembra fue de manera mecanizada. No se realizó fertilización de base para los cultivos de cobertura. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con 3 repeticiones. La unidad experimental fue de 15 m de largo por 7 m de ancho, totalizando 105 m². Posterior a los 120 días de sembrado se procedió a pasar un rolo cuchillo mecanizado a fin de acamar las plantas de servicio, dos semanas después se desecó la parcela con glifosato (3.2 l.ha⁻¹). Una



semana después de la desecación se procedió a la siembra de soja de la variedad 5909 NA, con un espaciamiento de 0,45 m a una densidad de 14 plantas por metro lineal. Conjunto con la siembra se aplicó fertilización de base 4-30-10 a razón de 200 kg.ha⁻¹. Una vez que el cultivo alcanza el estadio fenológico R9 se procedió a la cosecha de las parcelas. Las muestras fueron trilladas, ventiladas y pesadas en una balanza de precisión **d=0,1g**. Posterior al pesaje, los granos pasaron al humidímetro de semilla, a fin de homogenizar el % de humedad del grano (H° de grano de campo). Este procedimiento se repitió 2 veces para garantizar la precisión de los resultados. Los resultados fueron expresados en kg.ha⁻¹ al 13% de humedad. De los granos

cosechados de cada tratamiento se extrajo una muestra para determinar el peso de mil semillas, los datos fueron expresados en gramos. Las variables evaluadas fueron sometidas a análisis de varianza al 5% de probabilidad y las variables con diferencias significativas, fueron comparadas por la prueba de Scott-Knott ($\alpha = 0,05$). Para el análisis se utilizó en programa estadístico *infostat 2018*.

Resultados y discusión

El en cuadro 1 se observan los resultados para los componentes de producción en sucesión con los diferentes abonos verdes, consorciados como no consorciados.

Cuadro 1. Resultados medios para las variables de productividad de soja. CETAPAR. Yguazu. Paraguay. 2020

Plantas de servicio	Peso de 1000 semillas (g)	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)
Testigo (sin cobertura)	119,6 a	2665 ab
Nabo + Centeno	125,5 a	3078ab
Avena IAPAR 61 + Vicia + Trigo sarraceno	126,2 a	3630 a
Canola	118,5 a	2767 ab
Avena IRP Afrodite	119,6 a	2368 b
Trigo IRP Potyporã	122,1 a	3235 ab
DMS	17,09	1044
CV (%)	4,94	12,45

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Hubo efecto de los rastrojos sobre la variable rendimiento, no así para la variable peso de 1000 semillas. El consorcio de (Avena IAPAR 61 + Vicia + Trigo sarraceno) (3630 kg.ha⁻¹) en la variable rendimiento registró valores medios similares a los demás trata-

mientos incluyendo al testigo a excepción del tratamiento con Avena IRP afrodite de la cual difirió estadísticamente representando un 34,7 % más de productividad. Así pues, la mezcla de (Nabo + Centeno) registró un aumento en la productividad de 15,2 %, 3078 kg.ha⁻¹, evidenciando así valores mayores de productividad en los cuales se mezclaron diferentes especies de plantas



de servicios, posiblemente por la adición de materia orgánica y exudados, mejorando así las propiedades químicas y físicas del suelo. En trabajo semejante, Nicoloso et al., (2008) demostraron el aumento de la cobertura del suelo es obtenida a partir del uso de abonos verdes, obteniendo un mayor rendimiento de soja, cuando este fue sembrada sobre mezcla de nabo y avena. Caetano, Anschau, Seidl, Rosset & Motin (2018), en un ensayo similar verificaron diferencias estadísticas para las variables peso de 1000 semilla y rendimiento (13% más que el testigo), para los consorcios de (avena + nabo) y (avena + vicia). Debiasi, Levien, Trein, Conte & Kamimura., (2010) no encontró diferencia de rendimiento de soja en sucesión con plantas de cobertura comparado con la siembra sobre suelo sin cobertura.

De acuerdo con Cunha et al., (2011), el aumento sucesivo de materia orgánica en el suelo, por medio de los abonos verdes, favorece su agregación, manteniendo así una estructura estable y adecuada para que haya un buen desarrollo del cultivo.

Por lo tanto, el uso de plantas de cobertura posibilita ventajas estructurales, reflejándose así en el rendimiento de posteriores cultivos, lo que garantiza la sustentabilidad de los sistemas agrícolas en el transcurso del tiempo (Llanillo, Richart, Filho, Guimarães & Ferreira, 2006).

Conclusión

La siembra de soja sobre rastrojos de diferentes plantas de servicios mostró tener efectos en el rendimiento del cultivo de la soja.

Referencias bibliográficas

Caetano, J., Anschau, K., Seidl, E., Rosset, J., & Motin, M. (2018). Productividade da soja em sucessão a plantas de cobertura. XII Reunião Sul Brasileira de Ciência do Solo.



- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas). (2019). Situación de la cosecha, producción de soja de la campaña 2018-2019 y sus implicancias. Recuperado de <http://capeco.org.py/wp-content/uploads/2019/05/Estimacion-de-produccion-de-soja-campa%C3%B1a-2018-2019-Capeco-UGP.pdf>
- Casali, C., Tiecher, T., Kaminski, J., Rheinheimer dos Santos, D., Calegari, A., & Piccin, R. (2016). Benefícios do uso de plantas de cobertura de solo na ciclagem de fósforo. In: Tiecher, T. (Ed.) *Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: Práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água* (23-33). Porto Alegre, RS: UFRGS.
- Debiasi, H., Levien, R., Trein, C., Conte, O., & Kamimura, K. (2010). Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo. *P Agrop Bras*, 45, 603-612.
- Cunha, E., Stone, L., Moreira, J., Ferreira, E., Didonet, A., & Leandro, W. (2011). Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. *R Bras Ci Solo*, 35, 589-602.
- Dias, M., Maciel, A., & Anunciação, G. (2011). Avaliação da fertilidade do solo cultivado com cafeeiro cv. Rubi em consórcio com leguminosas na região sul de Minas Gerais. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Araxá – MG.
- Llanillo, R., Richart, A., Filho, J., Guimarães, M., & Ferreira, R. (2006). Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. *Semina Ci Agr*, 2006; 27, 205-220.
- Nicoloso, R., Amado, T., Schneider, S., LanzaNova, M., Girardello, V., & Bragagnolo, J. (2008). Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. *R Bras Ci Solo*, 32, 1735-1742.



Fertilización nitrogenada en el rendimiento y la concentración de nitrógeno del sorgo forrajero sembrado en un Ultisol

Villalba, C. J.^{1*}, Oroa Pfefferkorn¹, Escandriolo, A.¹

¹Universidad Nacional de Caaguazú, Paraguay

*villalba.javierdgi@gmail.com

Introducción

La producción de biomasa de buena calidad para la nutrición de bovinos, es una de las estrategias para llegar al éxito en toda empresa ganadera, pudiendo ser dividida en dos épocas dentro del año agrícola, las estivales y las invernales. La primera con alta precipitación y temperatura, que permite obtener altos rendimientos si fue planificada de forma adecuada, la segunda con bajas temperaturas y disminución de horas luz, dificultando el aseguramiento del forraje; la siembra de gramíneas en tiempos estivales para su posterior conservación en forma silaje, permite la alimentación animal garantizada en épocas de baja producción. El sorgo es una planta nativa del Noreste Africano, presenta más de 7.000 genotipos con diferentes aptitudes (Kangama & Rumei, 2005). Los biotipos de sorgos son clasificados por su taxonomía en (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), subespecie bicolor, constituidos por genotipos diploide de 20 cromosomas, difiriendo por fenotipos de acuerdo al origen y funcionalidad (Kimber, Dahlberg & Kresovich, 2013). Se caracteriza por una alta capacidad fotosintética, es del grupo C4, requiriendo temperaturas por encima de 21°C para su máximo desarrollo (Magalhães, Duraes & Schaffert, 2003). Es una especie que nutricionalmente y agrónomicamente similar al maíz, presentando condiciones que favorecen su utilización en áreas de baja fertilidad y es resistente a condiciones de déficit hídrico (Borba et al., 2012), este presenta un crecimiento su-

perior a los 2.5 metros de altura y un gran volumen de biomasa. El requerimiento del sorgo es de 30 kg N t⁻¹ de grano producido (Ciampitti & García, 2007). Se ha visto incrementos significativos en el rendimiento del sorgo con aplicaciones de fertilizantes (De Battista, Alaluf, Arias & Castellá, 2010; Fontanetto, Keller, Belotti, Negro & Giailevra, 2010; Zamora, Melin & Balda, 2010). El nitrógeno es el nutriente que no presenta reservas inorgánicas en el suelo, y su complemento es fundamental para las gramíneas, ya que aumentan el tenor de proteína y aumentan el rendimiento de la planta. Por lo mencionado anteriormente este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en el cultivo del sorgo Forrajero y su relación hoja/tallo en un suelo Ultisol en el Distrito de Coronel Oviedo.

Metodología

La investigación se desarrolló en un suelo caracterizado como Ultisol (López et al., 1995), el periodo del ensayo comprendió los meses de noviembre 2019 a marzo 2020, con precipitación acumulada de 350 mm y una temperatura máxima de 43°C y la mínima de 26°C. Se realizó una doble pasada de arado de disco y se extrajo una muestra de suelo a una profundidad de 30 cm, el análisis se realizó en el laboratorio Agronómico Paraná Centro Comercial Paraná Country Club Hernandarias – Paraguay), arrojando los siguientes resultados:



Tabla 1. Análisis de suelos, realizado en el laboratorio Soluciones Agronómicas.

pH	P	Mo	Al	Ca	Mg	K	Fe	Cu	Zn	Mn
	ppm	%		Cmolc kg ⁻¹			ppm			
5,2	14,	2,2	0,4	1,8	0,7	0,11	314	1,5	2,8	10

La siembra se realizó con máquina sembradora a surco corrido, impulsada por un tractor y calibrada previamente, con un distanciamiento de 60 cm entre hileras y 10 cm entre plantas, se utilizó una fertilización de base a razón de 200 kg.ha⁻¹ de 12-12-17-2 (mezcla química), el control de malezas se realizó en forma manual, se observaron ataques de gusanos cogolleros *Spodoptera frugiperda* y fueron controlados por medio de aplicaciones insecticidas. Se optó por un diseño experimental de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, cada unidad experimental con una dimensión de 25 m².

Tabla 2. Descripción de tratamientos

Tratamiento	Nitrógeno kg ha ⁻¹
T1	0
T2	50
T3	100
T4	150
T5	200

La fuente de nitrógeno utilizada fue la urea al 46 % y aplicada en un solo momento a los 30 días después de la siembra, las evaluaciones se realizaron 150 días posterior-

res a la siembra. Las variables evaluadas fueron, materia verde y seca para ello se tomó una muestra de cada tratamiento y se colocó en una estufa a 70°C durante 48 horas, y concentración de nitrógeno (Kjeldahl) en el tallo y las hojas. Se realizaron análisis estadísticos y comparaciones de medias por medio del test de Duncan por medio del programa estadístico SAS.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se presentan los resultados obtenidos del rendimiento de biomasa y materia seca total.

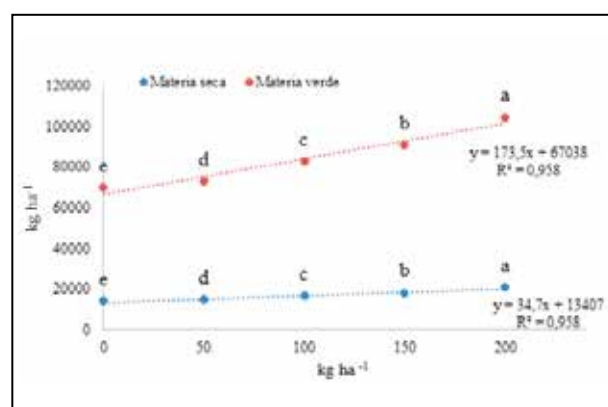


Figura 1. Efecto del nitrógeno en el rendimiento de materia seca y materia verde



En la Figura 1 se observa incremento lineal significativo (p -valor 0.001), con aumento de rendimiento por cada 50 kg de nitrógeno incorporado, siendo la aplicación de 200 kg de nitrógeno superior a los demás tratamientos, superando en 67 % al testigo (sin aplicación), en cuanto a la relación hoja/tallo no se observaron diferencias significativas estadísticas, así como numéricas, presentando una relación 1/3 en todos los tratamientos. Estos resultados coinciden con los reportados por Fontanetto et al. (2010), donde encontraron los más altos rendimientos con la aplicación de 178 kg de N ha⁻¹, igualmente Ferrari et al. (2012), menciona que los rendimientos relativos más altos fueron encontrados con la aplicación de 200 kg de N. En la tabla 3 se presenta la concentración de proteína en las hojas y el tallo.

Tabla 4. Concentración de nitrógeno en tallos y hojas.

Tratamientos	tallo	Hojas
Kg/N/ha	%	
200	7,22a	11,67a
150	6,91a	11,33a
100	6,43b	10,67b
50	6,34b	10,33b
0	6,12b	10,33b

En la tabla 3 se observa que los resultados de la concentración de N, donde el T5 con 200 kg de nitrógeno, fue superior a los demás estudiados, la concentración promedio en hojas fue de 10 % y en tallos de (6 – 7 %), estos resultados son similares a los repostados por Díaz Franco, Ortiz Cháirez, Grageda Cabrera & Fernández Cruz (2018), donde evaluaron la concentración de N en sorgo.

Conclusión

La fertilización nitrogenada incrementa la producción materia seca y verde, como también la concentración de N en hojas y tallos.

Referencias bibliográficas

- Borba, L. F. P., Ferreira, M. A., Guim, A., Tabosa, J. N., Gomes, L. H. S., Santos, V. L. F. (2012). Nutritive value of different silage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivars. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 4(2), 123-129.
- Ciampitti, I. A., & García, F. O. (2007). Requerimientos nutricionales: Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios I. Cereales, oleaginosos e industriales. *Archivo Agronómico No. 11. Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 33:13-16.
- Díaz Franco, A., Ortiz Cháirez, F. E., Grageda Cabrera, O. A., & Fernández Cruz, E. (2018). Nutrición mineral y rendimiento de sorgo inoculado con cepas microbianas en dos agroambientes. *Terra Latinoamericana*, 36, 229-238. doi: <https://doi.org/10.28940/terra.v36i3.295>
- De Battista, J. J., Alaluf, A. C., Arias, N. M., & Castellá, M. (2010). Efecto del nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento de sorgo granífero *Sorghum bicolor* (L.) Moench. En *Actas IX Congreso Nacional de Maíz y I Simposio Nacional de Sorgo* (pp. 408-410). Rosario, Santa Fe, 17-19 de noviembre de 2010. AIANBA, Pergamino, Argentina.



- Ferrari, M. C., Ostojic, J. J., Ventimiglia, L. A., Carta, H. G., Ferraris, G. N., Rillo, S. N., de Galetto, M. L. R., & Rimatori, F.M. (2001). Assessing soil and plant nitrogen tests for corn in the Humid Pampas (Argentina). En Annual Meetings Abstracts, Charlotte, North Carolina, USA, October 2001. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI. (en CD).
- Fontanetto, H., Keller, O., Belotti, L., Negro, C., & Giailevra, D. (2010). Efecto de diferentes combinaciones de nitrógeno y azufre sobre el cultivo de sorgo granífero (campaña 2008/09). *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 46, 21-23.
- Kangama, C. O., & Rumei, X. (2005). Introduction of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) into China. *African Journal Biotechnology*, 4, 575-579.
- Kimber, C. T., Dahlberg, J. A., & Kresovich, S. (2013). The gene pool of *Sorghum bicolor* and its improvement. *Genomics of the Saccharinae*, 23-41.
- Magalhaes, P. C., Duraes, F. O. M., & Schaffert, R. E. (2003). Fisiología da planta de sorgo. Sete Lagoas: MG. EMBRAPA CNPMS. (Boletim técnico-86).
- Zamora, M., Melin, A., & Balda, S. (2010). Fertilización con nitrógeno y azufre en sorgo granífero en el centro de Buenos Aires. En Actas IX Congreso Nacional de Maíz y I Simposio Nacional de Sorgo, pp. 444-446. Rosario, Santa Fe, 17-19 de noviembre de 2010. AIANBA, Pergamino, Argentina.



Disponibilidad de micronutrientes en suelos agrícolas del Departamento de Cordillera

Rolón Galeano, M.P.^{1*}, Rasche, J. W.¹, Fatecha, D. A.¹, Rolón, G. A.¹

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

*paorolon2@gmail.com

Introducción

La producción de cultivos en el departamento de Cordillera se caracteriza principalmente, por la agricultura familiar, asentado en mayor parte sobre suelos de textura arenosa, aunque con pendiente plana a semi plana (inferior a 3%) en más de 70% de sus áreas, encontrándose bastante deteriorada en cuanto a su fertilidad por el sistema de agricultura implementada (Bogarín, 2005). La información generada sobre la fertilidad de dichos suelos se ve orientada a un diagnóstico de acuerdo a los valores de pH, necesidad de cal agrícola, contenido de materia orgánica y macronutrientes (Hahn, 2017; Arce, 2017; Bataglia, 2016), pero no acerca de la disponibilidad de micronutrientes.

Los micronutrientes son elementos requeridos en pequeñas cantidades por las plantas, con vital importancia para el crecimiento y desarrollo de las mismas cuya deficiencia de uno o algunos de estos nutrientes esenciales puede convertirse en un factor limitante en la producción (Barbieri et al., 2015)

La baja disponibilidad de micronutrientes en el suelo puede deberse a la naturaleza del material parental o de origen, por la baja capacidad del suelo de reponer nutrientes disponibles por cosechas sucesivas, acompañadas de prácticas agrícolas poco sostenibles como las labranzas convencionales, que provocan lixiviación de nutrientes y procesos de erosión acelerada, así como la utilización de fertilizantes

enfocados directamente en los nutrientes primarios (NPK). (Torri, Urricariet, Ferraris & Lavado, 2010; Ortigoza, López & González, 2019).

El objetivo de este trabajo fue clasificar los niveles de los micronutrientes cobre (Cu), zinc (Zn), hierro (Fe) y manganeso (Mn) en suelos agrícolas de los distritos del Departamento de Cordillera.

Metodología

Los niveles de disponibilidad de los micronutrientes fueron evaluados a partir de la sistematización de 476 resultados de análisis de suelos para los elementos de cobre (Cu), 452 muestras para zinc (Zn), 448 muestras para hierro (Fe) y 475 para manganeso (Mn), analizadas entre los años 2006 a 2017. Los resultados de los análisis de suelo provinieron de los archivos de la base de datos de los laboratorios del Centro de Investigación Hernando Bertoni – CIHB dependiente del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), ubicado en el distrito de Caacupé, Departamento de Cordillera y de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA) situada en la ciudad de San Lorenzo, Departamento Central.

La clasificación de los niveles de los micronutrientes fue realizada en base a la propuesta de Raij, Cantarella, Quaggio & Furlani, (1996) (Cuadro 1).



Cuadro 1. Interpretación de niveles micronutrientes a partir de resultados de análisis de suelos.

Nivel	Cu	Zn	Fe	Mn	B
..... mg dm ⁻³					
Alto	> 0,8	> 1,2	> 12	> 5	> 0,6
Medio	0,21-0,8	0,61 – 1,2	4,1 – 12	1,21 – 5	0,21 – 0,6
Bajo	< 0,2	< 0,6	< 4	< 1,2	< 0,2

Para la elaboración del mapa del Departamento de Cordillera se utilizó como unidad cartográfica el mapa con la división política a nivel distrital, provista por la Dirección General de Encuestas Estadísticas y Censos - DGEEC de la Secretaría Técnica de Planificación (STP). Se empleó el Sistema de Información Geográfica (SIG) del Área de Suelos y Ordenamiento Territorial de la FCA-UNA, con la utilización del software ArcGIS, en el cual fueron introducidos los resultados de la clasificación de los niveles de micronutrientes con la generación de los mapas correspondientes.

Resultados y discusión

Los tenores de Cu en suelos del Departamento de Cordillera fueron clasificados como nivel alto en la mayoría de los distritos a excepción de Loma Grande que presentó nivel medio, y Arroyos

y Esteros, San Bernardino y Valenzuela presentaron niveles bajos (Figura 1.1a). Con relación al Zn, la mayoría de los distritos presenta niveles altos, excepto Emboscada, Piribebuy y Valenzuela que presentan nivel medio y Caacupé, Santa Elena, Tobatí con nivel bajo y nivel medio de Mn (Figura 1,1b). El contenido de Fe fue clasificado como de nivel alto en gran parte los distritos, solo Emboscada e Itacurubí de la Cordillera presentan nivel medio, mientras que Valenzuela posee nivel bajo (Figura 1. 1c). Arroyos y Esteros, Valenzuela presentan nivel bajo de Mn, Tobatí nivel medio y el resto de los distritos niveles altos de dicho micronutriente (Figura 1. 1d).

Los distritos de Juan de Mena, Mbocayaty del Yaguay, Nueva Colombia, Primero de Marzo y San José Obrero no fueron clasificados por no contar con resultados de análisis de suelos.

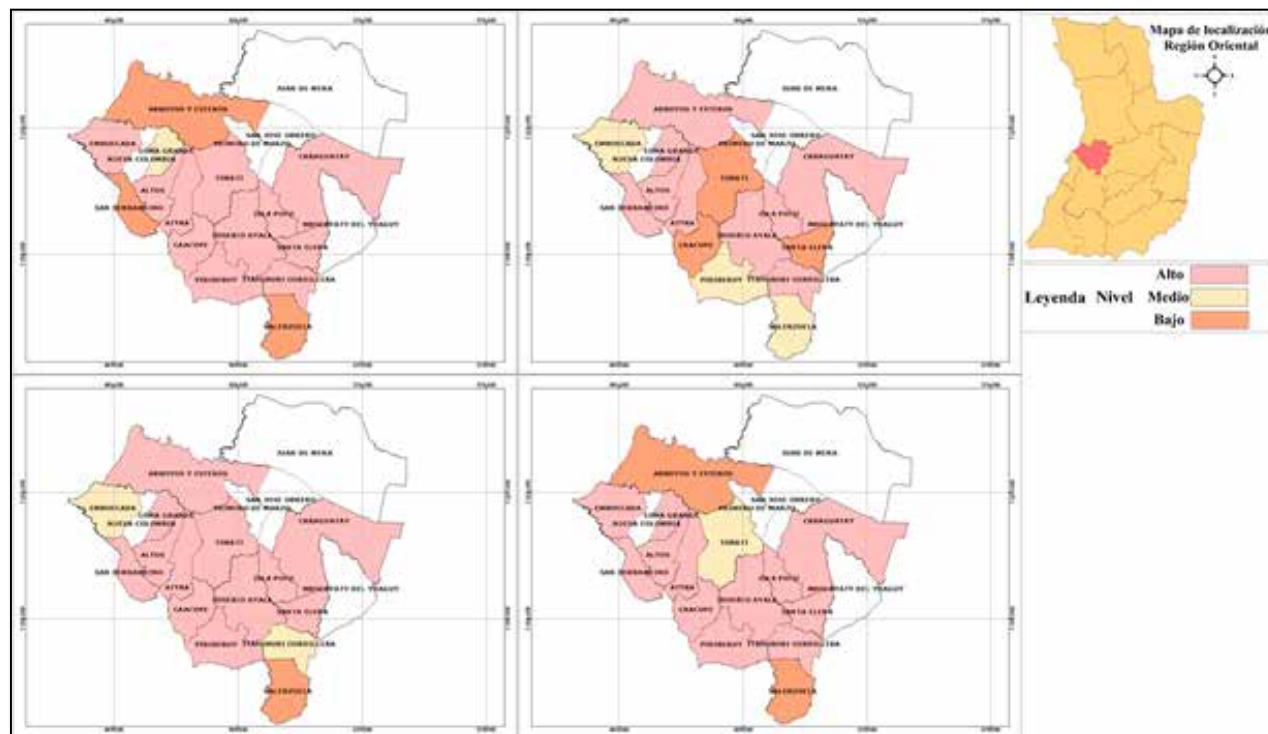


Figura 1. Mapa de clasificación de micronutrientes de los suelos del departamento de Cordillera a nivel de distrito: 1a) cobre; 1b) zinc; 1c) hierro, 1d) manganeso

Los contenidos de Cu en suelos de los distritos presentan niveles clasificados como alto en gran parte de los mismos, donde la mayoría posee más de 50% de sus muestras clasificadas en este nivel (Cuadro 2). Loma Grande presenta el 50% de sus muestras tanto en nivel medio como en nivel alto. Los distritos de San Bernardino y Valenzuela presentan valores clasificados como "bajo" en más del 33% de sus muestras.

Con relación al Zn, el 62% de las muestras a nivel departamental presentaron un nivel clasificado como alto, donde cada distrito posee más del 50% de sus muestras clasificadas como alto, a excepción de los distritos de Caacupé, Loma Grande, Piribebuy, Santa Elena y Tobatí, cuyas muestras presentan mayor cantidad en el nivel bajo. Estos suelos con baja disponibilidad podrían mostrar una respuesta positiva a la fertilización con Zn en cultivos exigentes en este nutriente,

como es el caso del maíz (Espósito, Balboa, Castillo & Balboa, 2010).

El Fe corresponde a uno de los elementos con mayor disponibilidad en los suelos de Cordillera, pues departamentalmente, el 69% de las muestras se presentaron con un nivel alto para este micronutriente, donde cada distrito posee más del 50% dentro de este nivel.

El Mn es el elemento que, a nivel departamental, presenta escasa deficiencia en comparación a los demás micronutrientes, pues el 90% de las muestras se clasifican como de nivel alto. A nivel distrital la mayoría presenta más del 65% de sus muestras clasificadas con nivel alto. De manera el nivel de Mn es similar a lo que ocurre en otros departamentos como Alto Paraná, Itapúa y Caaguazú, donde se presentan niveles "alto" de Mn (Rasche et al., 2017; Rasche & Ortiz, 2018; Rolón, Rasche, Cabral & Fatecha, 2019).



Cuadro 2. Clasificación de los niveles de micronutrientes Cu, Zn, Fe y Mn en "alto", "medio" y "bajo", a nivel de distrito, en el departamento de Cordillera.

Municipios	Total	Cu			Zn			Fe			Mn			
		A	M	B	A	M	B	A	M	B				
.....%														
Altos	2	50	50	0	100	0	0	50	50	0	100	0	0	
Arroyo y Esteros	283	74	14	12	71	6	22	59	29	13	90	6	4	
Atyra	8	75	25	0	50	25	25	75	13	13	100	0	0	
Caacupé	9	67	11	22	40	20	40	78	22	0	78	11	11	
Caraguatay	5	80	20	0	80	20	0	60	40	0	100	0	0	
Emboscada	5	60	20	20	60	20	20	60	20	20	80	0	20	
Eusebio Ayala	9	75	0	25	67	0	33	86	14	0	86	0	14	
Isla Pucú	2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	
Juan de Mena	0	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	
Itacurubí de la Cordillera	21	86	14	0	81	0	19	81	14	5	100	0	0	
Loma Grande	6	50	50	0	33	17	50	100	0	0	67	33	0	
Mbcayaty del Yhaguy	0	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	
Nueva Colombia	0	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	
Piribebuy	90	92	2	6	32	16	52	93	7	0	99	1	0	
Pimero de Marzo	0	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	
San José Obrero	0	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	
San Bernardino	2	0	50	50	100	0	0	100	0	0	100	0	0	
Santa Elena	1	100	0	0	0	0	100	100	0	0	100	0	0	
Tobatí	1	100	0	0	0	0	100	100	0	0	0	100	0	
Valenzuela	33	48	18	33	59	31	9	64	0	36	67	0	33	
-	477	75	13	12	62	10	28	69	20	10	90	5	5	

* A: "alto"; M: "medio"; B: "bajo"; SD: "Sin Dato"



Conclusión

Los suelos agrícolas del Departamento de Cordillera presentan niveles altos a medios de los micronutrientes Cu, Zn, Fe y Mn, de forma general buenas condiciones desde el punto de vista de fertilidad química.

Referencias bibliográficas

- Arce, A. C. (2017). Diagnóstico de la fertilidad de los suelos de la Región Oriental del Paraguay (Tesis de Grado). Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.
- Barbieri, P., Echeverría, H., Sainz, H., Martínez, J., Velasco, J., Reussi, N. (2015). Fertilización en trigo: ¿Es necesario fertilizar con zinc y cobre en Balcarce?. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica* (18): 9-16.
- Bataglia, V. D. (2016). 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). Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.
- Bogarín, L. S. (2005). Delimitación y análisis morfométrico de las cuencas y riesgo de erosión hídrica en el departamento de la cordillera (Tesis de Grado). Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.
- Espósito, G. P., Balboa, G., Castillo, C. A., & Balboa, R. (2010). Disponibilidad de zinc y respuesta a la fertilización del maíz en el sur de Córdoba. En *XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Rosario. Santa Fe, Argentina.
- Hahn, E. O. (2017). Diagnóstico de la fertilidad de los suelos de la agricultura familiar paraguaya-región oriental. Recuperado de http://mag.gov.py/Publicaciones/Di%C3%A1gnostico-Fertilidad_EnriqueHahn.pdf
- Ortigoza, J., López, C., & Gonzalez, J. (2019). Cultivo de maíz: Guía técnica. Recuperado de https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf
- Raij, B., Cantarella, H., Quaggio, J. A., & Furlani, A. M. C. (1996). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas, SP, Brasil: Instituto Agronômico. Boletim Técnico, 100.
- Rasche, J., Ortiz, C., Cabral, N., Fatecha, D., González, A., & Quiñónez, L. (2017). Disponibilidad de micronutrientes en suelos del Departamento de Itapúa. En *II Congreso Paraguayo de Ciencia del Suelo. V Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos*. Encarnación, Paraguay.
- Rasche, J., & Ortiz, C. (2018). Disponibilidad de micronutrientes en suelos del Departamento de Alto Paraná. En *I Congreso de Suelos del Departamento Alto Paraná*. Paraguay.
- Rolón, M., Rasche, J., Cabral, N., & Fatecha, D. (2019). Disponibilidad de micronutrientes en suelos del Departamento de Itapúa. En *III Congreso Paraguayo de Ciencia del Suelo. VI Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos*. Caaguazú, Paraguay.
- Torri, S., Urricariet, S., Ferraris, G. N., & Lavado, R. S. (2010). *Micronutrientes en agrosistemas: Fertilidad de suelos, caracterización y manejo en la región pampeana*. Buenos Aires, Argentina



Evaluación del consumo de tres tipos de diésel en un micro-tractor Yanmar nuevo

Bogado Suárez, N. M.¹, Chamorro Díaz, S.M.^{1*}, Bonnin Acosta, J. J.¹, Corvalán Pozzo, H.¹, Franco Ibars, R.¹

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

*sergio.chamorro@agr.una.py

Introducción

Los micro-tractores (motocultor), son las principales herramientas de trabajo en las pequeñas o medianas fincas agrícolas y ganaderas, ya que se usan como fuente de potencia para operar la mayoría de los implementos usados en las diferentes labores.

La serie de micro-tractores han sido desarrolladas para quienes necesitan soluciones baratas, prácticas, con mucha versatilidad, rendimiento y economía. Estos son de pequeño porte, con mayor potencia y menor consumo de diésel. El bajo centro de gravedad amplía la estabilidad de la máquina en todo tipo de tareas y servicios, incluso en terrenos con declives y difíciles. El sistema de acoplamiento rápido para los implementos, es de gran utilidad al momento de realizar la tarea (Agritech, 2016).

Alvarado (2004) y Pérez (2017) mencionan que el consumo de combustible depende del tipo y de la potencia del motor y del grado de esfuerzo de la máquina. El consumo específico por hora (hph) varía muy poco. Para calcular el consumo de combustible por hora de trabajo de un tractor, se multiplica su potencia, por el consumo específico y por el grado de esfuerzo con que opera el motor.

El uso de combustibles diésel con bajo contenido de cetano aumenta el retraso de encendido (el intervalo entre la inyección y el encendido). Como resultado, el combustible se inyecta en la cámara de combustión durante un período de tiempo más prolongado y se acumula más combustible antes de su inicio. El rendimiento del motor se puede mejorar agregando mejoradores de cetano para mejores características de operación, particularmente en climas fríos (Song, Hsu & Mochida, 2000).

El análisis de este estudio puede proporcionar indicadores de eficiencia, mediante la medición de consumo del tractor y así contribuir a la utilización más racional de los recursos no renovables, particularmente los combustibles fósiles.

El objetivo general fue evaluar el consumo de combustible en un micro-tractor sin uso. Se plantean los objetivos específicos de determinar el consumo de combustible con diferentes tipos de diésel (común, extra y pódium) y medir el consumo de combustible con dos diferentes revoluciones (alta y baja).

La hipótesis por demostrar fue que el consumo de combustible aumentara a mayor revolución y que a menor calidad del diésel.



Metodología

El experimento se realizó en el taller de la Facultad de Ciencias Agraria (FCA), de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), dentro del Campus Universitario en San Lorenzo, a 11 km del centro de Asunción.

Se utilizó un micro-tractor (o monocultor) sin uso, de la marca YANMAR (figura 1) del cual se midió el consumo de combustible con tres tipos de Diesel: común (menos de 50 ppm de azufre), extra (menos de 10 ppm de azufre) y pódium (menos de 10 ppm de azufre y conforme a las normas EURO V Y VI), disponibles en el mercado nacional, con dos diferentes revoluciones (alta y baja). El diseño experimental fue completamente aleatorio con arreglo factorías 3x2, cada una con cuatro repeticiones. Para evitar problemas al momento de cambiar de tipo de Diesel, antes de cada cambio, se realizó la sustitución del filtro de combustible y limpieza del depósito.



Figura 1. Micro-tractor (motocultor) YANMAR modelo TC11

Fuente: Agritech (2016)

Para cada uno de los tipos de diésel, fue considerado el volumen consumido en ml. El cálculo de consumo horario en vc fue realizado conforme la ecuación 1 (1)

$$Ch = \frac{C \times 3,6}{T}$$

Donde:

- Ch: - consumo horario (L/h);
- C - volumen consumido (ml);
- T - tiempo (s);
- 3,6 - factor de conversión.

Antes de comenzar con el experimento se realizó un mantenimiento completo del micro-tractor, donde fue cambiado el filtro de combustible y también se realizó una limpieza del tanque reservorio de combustible para evitar la presencia de partículas decantadas en el fondo a consecuencia del almacenamiento de la máquina. Una vez iniciado el experimento, para calcular el volumen consumido se midió la diferencia entre el volumen que ingreso al tanque y al filtro menos el volumen que salió por la manguera de retorno. Al finalizar cada repetición, con el fin de reducir al mínimo la influencia de un tipo de combustible a otro, fue remplazado el filtro de combustible, limpiado el tanque y las mangueras de distribución del combustible.

Posteriormente los datos fueron transcritos en una tabla Excel, que fueron sometidos a un análisis descriptivo y prueba ANAVA con 5% de significancia, para verificar la significancia de la interacción de los diferentes tipos de tratamientos.



Resultados y discusión

Según el análisis de estadística descriptiva realizada, cuadro 1, se puede decir que el mayor consumo se dio con el Diesel Pódium en Alta revoluciones con 0,9 L/h, y el menor consumo fue con el Diesel Pódium a Baja revoluciones con 0,22 L/h, estos dos valores se encuentran relacionados con el Coeficiente de Variación que obtuvo este tipo de combustible (C.V.=28,19%) que

según Pimentel-Gómez y Gracia (2002) este valor corresponde a una alta dispersión del conjunto de datos ($20\% \leq C.V. \leq 30\%$). El Diesel Común a Baja revoluciones fue el único conjunto que posee una baja dispersión considerandos estos como homogéneos, según la clasificación propuesta por los mismos autores.

Cuadro 1. Valores obtenidos en la estadística descriptiva.

Combustible	RPM	Madia (L/h)	CV (%)	Min (L/h)	Max (L/h)
Diesel Común	BAJA	0,34	3,885	0,32	0,35
Diesel Común	ALTA	0,6	14,49	0,48	0,67
Diesel Extra	BAJA	0,3	13,27	0,24	0,33
Diesel Extra	ALTA	0,64	12,56	0,57	0,74
Diesel Pódium	BAJA	0,3	22,23	0,22	0,37
Diesel Pódium	ALTA	0,64	28,19	0,5	0,9

RPM: revoluciones por minuto, CV: coeficiente de variación, Min: mínima, Max: máxima

Para el factor tipo de combustible, la estadística descriptiva nos muestra (figura 2,) que las medias de los tres tipos de combustibles obtuvieron la misma media de 0,47 L/h en el consumo de combustible, al realizar el análisis de variancia (ANOVA)

y el teste de comparación de media se pudo demostrar que no existe diferencia significativa ($p\text{-valor} < 0,05$), es decir que estadísticamente hablando estos tres combustibles son iguales.

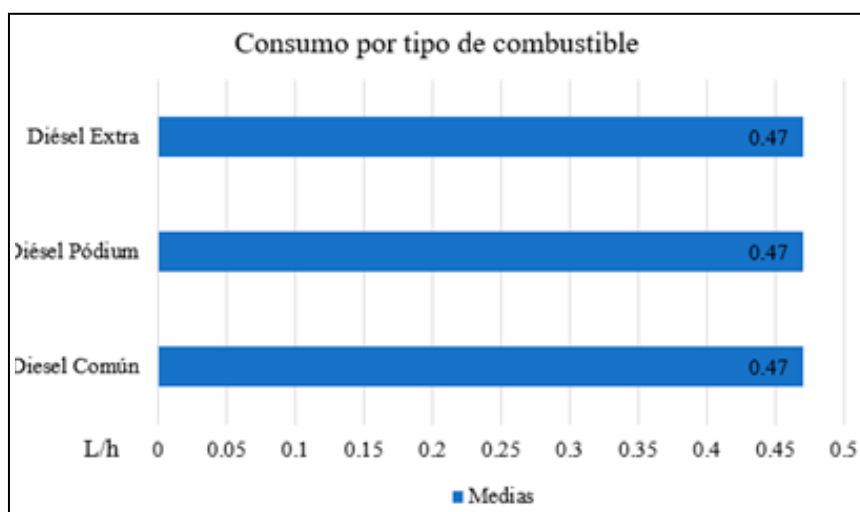


Figura 2. Consumo de combustible presentado entre los distintos tipos de combustibles. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, San Lorenzo.



No obstante, si observamos la estadística descriptiva, el ANOVA y el teste de comparación de media del factor de revoluciones por minuto (RPM), la media de consumo de combustible (figura 3) en alta y baja revoluciones si presentan diferencias significativas.

Estas medias fueron 0,62 L/h para alta RPM y 0,31 L/h para baja RPM, y se puede decir que si existe diferencia significativa (p -valor $< 0,05$), es decir que estadísticamente hablando estas dos revoluciones no son iguales.

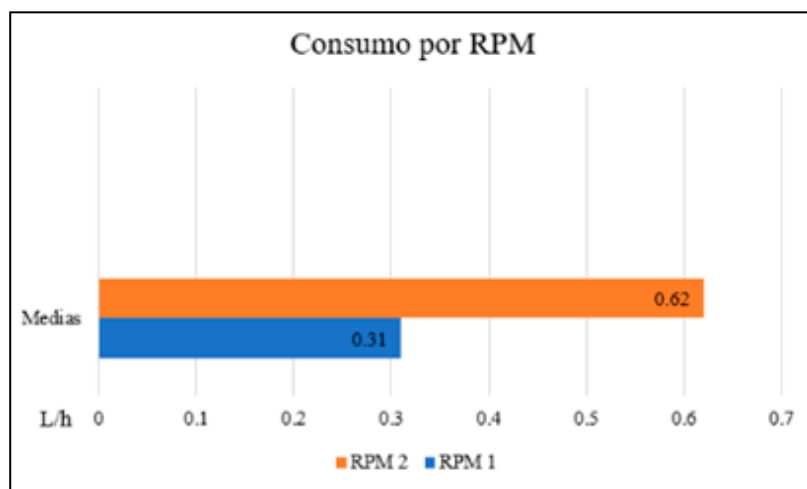


Figura 3. Consumo de combustible presentado entre las dos revoluciones. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, San Lorenzo.

Conclusión

El consumo de combustible no presenta una diferencia significativa cuando hablamos de la calidad del Diesel, es decir que los tres tipos de combustibles se desempeñan de la misma forma para este tipo de máquinas, en general el rendimiento de un motor Diesel convencional debería mejorar con una concentración de cetano más elevada, pero para este micro-tractor el rendimiento de consumo de combustible se puede considerar prácticamente igual. Sin embargo, si existió una diferencia significativa en el consumo al variar las revoluciones, esto se da por exigir más a la máquina que consume mayores volúmenes de combustibles en un período corto de tiempo. En conclusión se rechaza la hipótesis nula con relación al tipo (calidad) del combustible, pero no se rechaza la de las revoluciones por minuto (RPM).

Referencias bibliográficas

Agritech. (2016). Yanmar Agritech. Recuperado de <http://www.agritech.ind.br/pdf/tractors/Folder%20Cultivadores%20Motorizados%20TC%202016.pdf>

Alvarado, A. (2004). Maquinaria y mecanización agrícola. Recuperado de https://books.google.com.py/books?id=OC-fKpzcwiOgC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Song, C., Hsu, C., Mochida, I. (2000). Chemistry of diesel fuels. Recuperado de https://books.google.com.py/books?id=6vVlr6j06pAC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Pérez, M. (2017). Sistemas auxiliares del motor. Recuperado de https://books.google.com.py/books?id=KtXLDgAA-QBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Pimentel-Gomes, F., García, C. H. (2002). Estadística aplicada a experimentos agronómicos e florestais: Exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba, Brasil: FEALQ. 309 p.



Clasificación supervisada de imágenes Landsat 8 para la determinación del uso de suelo en la ciudad de Yguazú Paraguay

Chamorro Díaz, S. M.^{1*}, Bonnin Acosta, J. J.¹, Franco Ibars, R.¹, Benitez Galeano, A.¹

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

*sergio.chamorro@agr.una.py

Introducción

El propósito de los procedimientos de clasificación de imágenes de satélite es categorizar todos los píxeles en una o diversas clases temáticas. Esta información categorizada se utiliza posteriormente para generar mapas temáticos. En este caso, el patrón espectral presente dentro de la información de cada pixel se usa como una base numérica para la categorización; es por ello que diferentes tipos de objetos presentan diferentes combinaciones de ND (números digitales) basados en su inherente reflectancia espectral y propiedades de emisividad. Existen diferentes tipos de patrones que permiten la categorización de los píxeles de una imagen, como ser patrones espectrales, temporales y espaciales, extraído de: <https://ingeoexpert.com/articulo/clasificaciones-de-imagenes-de-satelite/>. Según Vicens (2009) las técnicas de clasificación de imágenes posibilitan la transformación de imágenes crudas (fotografías aéreas, imágenes de Satélite, etc.) en datos temáticos o mapas que mostraran información con un significado evidente. Como sucede a menudo, existen diferentes técnicas para poder llevar a cabo estas clasificaciones. En muchos casos, más bien en todos, la experiencia y el conocimiento del analista que esté llevando a cabo dicho trabajo, acaba efectuando y condicionado la calidad de los resultados que vayan a producirse. El objetivo de este experimento fue realizar la clasificación supervisada de imágenes satelitales para

determinar el uso del suelo, determinar la cantidad de píxeles por cada uso (clase) y calcular la superficie en hectáreas de cada uso (clase).

Metodología

El área de estudio fue la ciudad de Yguazú, que se encuentra en el departamento de Alto Paraná en el Paraguay, posee una superficie de 871 km² con una altitud media de 267 m.s.n.m. Es conocida como la capital de la siembra directa, por ser una de las primeras zonas que implementó este novedoso sistema de conservación de las propiedades del suelo. Las principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería, además de insertarse en el ámbito del turismo y esparcimiento con gran proyección. También es sede de las más grandes ferias agropecuarias del Paraguay, la Feria Agropecuaria INNOVAR. La temperatura media anual es de 21 °C; la máxima llega a 38 °C y la mínima a 0 °C. La cantidad anual más alta del país en precipitación pluvial se da en la región de Alto Paraná. En la figura 1 se puede observar la localización de esta ciudad.

Fueron descargadas las imágenes del satélite Landsat 8 correspondientes a la fecha de 26 de diciembre 2019 con un porcentaje de nubes menor al 5%, estas imágenes son encontradas en WRS PATH = 224 y WRS ROW = 78 del sistema de referencia mundial para datos Landsat.

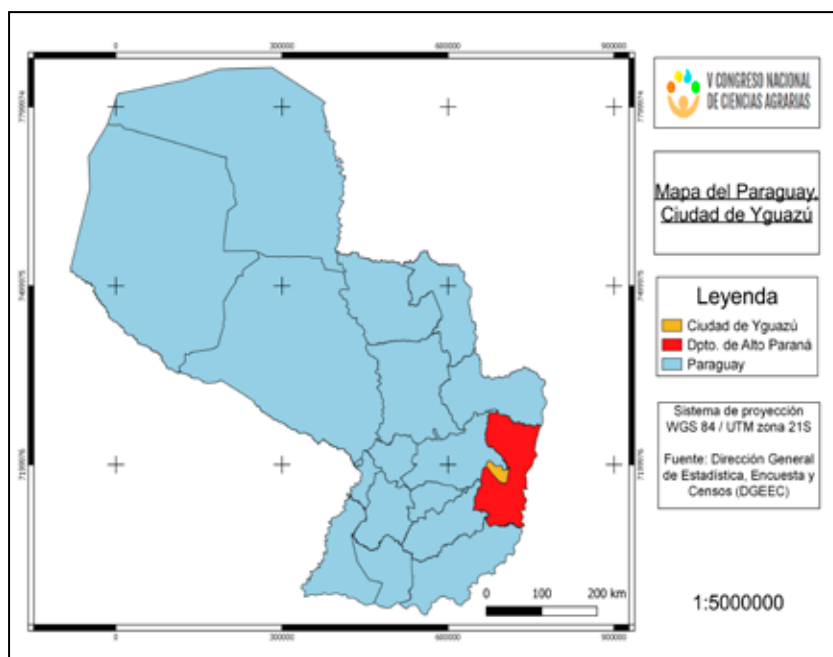


Figura 1. Mapa del Paraguay, Ubicación de la Ciudad de Yguazú.

Una vez descargadas las imágenes [bandas 2, 3 y 4 (azul, verde y rojo del espectro visible) y bandas 5 y 6 (infrarrojo cercano "NIR" e infrarrojo de onda corta 1 "SWIR 1")], se procedió al procesamiento de las imágenes en el programa ENVI 5.1, haciendo combinaciones de bandas RGB 432 (color verdadero) y RGB 564 (falso color) para una mejor interpretación visual. Posteriormente se procedió al recorte de las imágenes combinadas con el límite de la ciudad de interés. El límite de dicha ciudad fue descargado de la página oficial de la Dirección General de Estadística, Encuesta y Censos (DGEEC).

Posterior al recorte de las imágenes combinadas, con el programa ENVI, se realizaron dos métodos de clasificación, la clasificación visual y supervisada (*maximum likelihood*), con 5 clases para cada método (Agua, Árboles, Construcciones, Suelo

descubierto y Agricultura) como se puede observar en la figura 2, como también la comparación de ambas clasificaciones, la matriz de error, exactitud global, coeficiente de Kappa y el cálculo de área para cada clase.

Resultados y discusión

Para el método de clasificación supervisada la clase "Agricultura" fue el más presente con 60,25% que es igual a 48.319,02 hectáreas, seguido de la clase "Agua" con 16,12% que es igual a 12.928,68 hectáreas, la clase "Árboles" con 12,10% que es igual a 9.698,67 hectáreas, la clase "Construcciones" con 5,95% igual a 4.770,36 hectáreas y la clase menos presente fue "Suelo descubierto" con 5,58% igual a 4.476,15 hectáreas.

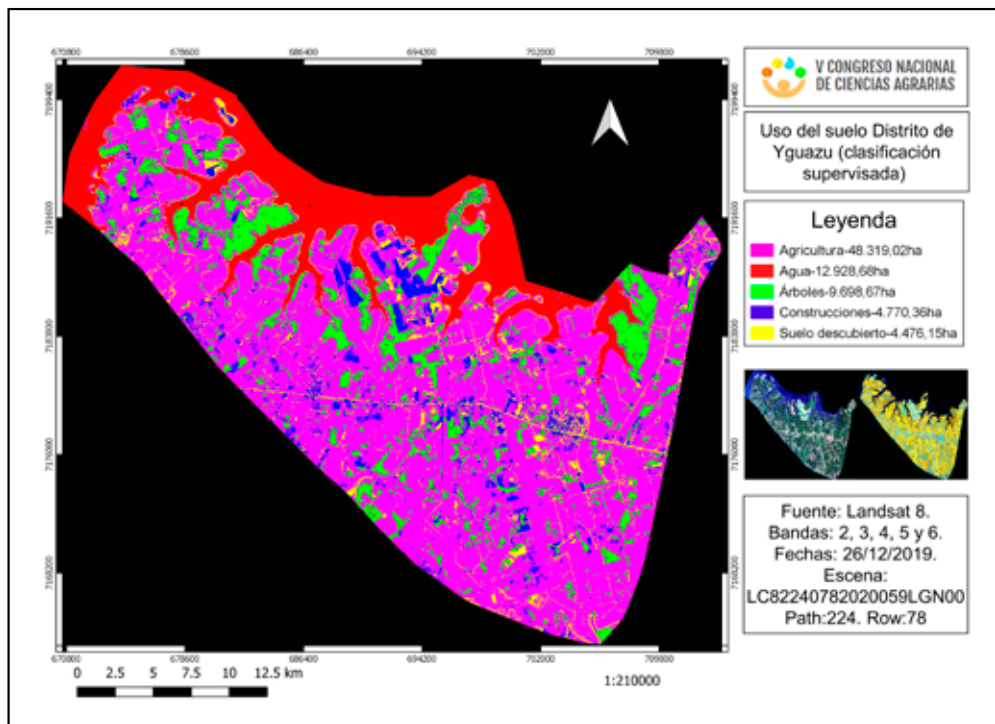


Figura 2. Uso del suelo Distrito de Yguazú (clasificación supervisada).

Se procedió a evaluar la clasificación supervisada utilizando la clasificación visual como parámetro, para esto se creó la matriz de erro, como también se calculó la Exactitud Global (EG) y el coeficiente de Kappa (K). La matriz de error obtenido es presentada en el cuadro 1, en donde se puede apreciar la cantidad de pixeles de cada clase clasificadas en ambos métodos, 17597 pixeles fueron clasificadas en la misma clase "Construcciones" en ambos métodos de un total de 53004 pixeles, 83663 pixeles fueron clasificadas en la misma clase "Árboles" para los dos métodos de 107763 pixeles totales, 141743 pixeles fueron clasificados en la misma clase "Agua" en am-

bos métodos de un total de 143652 pixeles, 1573 pixeles fueron clasificadas en la misma clase "Suelo" en ambos métodos de un total de 49735 pixeles y 448172 pixeles fueron clasificados en la misma clase "Agricultura" en ambos métodos de un total de 536878 pixeles. En esta evaluación el valor de la Exactitud Global fue de 77,74%, que según Anderson, Hardy, Roach, Witmer (2001) estas dos clasificaciones no son semejantes ya que el valor mínimo de precisión para decir que son semejantes es de 85%, y el coeficiente Kappa fue de 0,6187 que según la clasificación propuesta por Fonseca (2000) corresponde a un muy buen desempeño de la clasificación.



Cuadro 1. Matriz de error (en número de píxeles) Supervisada-Visual.

Clasificación supervisada	CLASIFICACIÓN VISUAL						Total
	Clases	Construcciones	Árboles	Agua	Suelo descubierto	Agricultura	
	Construcciones	17597	2114	941	140	32212	53004
	Árboles	542	83663	165	16	23377	107763
	Agua	5	244	141743	8	1652	143652
	Suelo descubierto	6249	3935	4590	1573	33688	49735
	Agricultura	14900	59984	10494	3328	448172	536878
	Total	39293	149640	157933	5065	539101	891032

Conclusión

Con la clasificación supervisada (*maximum likelihood*) fue posible realizar una clasificación rápida con imágenes satelitales para determinar el uso del suelo de un distrito en particular, como también determinar la cantidad de píxeles por clases y la superficie en área, en este caso se pudo determinar que la ciudad de Yguazú es predominantemente agrícola con 48.319,02 hectáreas correspondiente a un 60,25% del área total del distrito.

Anderson, J. F., Hardy, E. E., Roach, J. T., & Witmer, R. E. (2001). *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data U.S. Geological Survey Professional Paper 964*. Washington: U.S. Geologic Survey. 41.

Vicens, L. (2009). Fuentes y adquisición de datos: Lección 9, clasificación de imágenes (Programa UNIGIS de Postgrado y Master Internacional a distancia en Sistemas de Información Geográfica). UNIGIS Girona, Universitat de Girona 9ª Edición. 15.

Referencias bibliográficas

Fonseca, L. M. G. (2000). *Processamento digital de imagens*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 105 p.



La aplicación de purín de vacuno mejora la calidad del suelo en un sistema agrario intensivo

Valdez-Ibañez, A.S.^{1*}, Bosch-Serra, À.D.¹, Yagüe, M.R.¹, Domingo-Olivé, F.¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias Filial San Pedro de Ycuamandyyú, Universidad Nacional de Asunción. San Pedro, Paraguay.

*alcira.valdez@agr.una.py

Introducción

La intensificación de la producción agrícola que incluyen producción de forrajes, es actualmente una tendencia positiva en el noreste de España, en donde por las condiciones climáticas permite un doble cultivo anual o la reducción de los periodos de barbecho entre los cultivos. Esta intensificación está ligada a la actividad ganadera, principalmente, bovinos de carne y lecheras, y puede ayudar satisfacer la demanda global de alimentos al tiempo de limitar impactos ambientales asociados con la expansión de las tierras de cultivos (erosión, la pérdida de biodiversidad o carbono) (Bosch-Serra, Yagüe, Valdez-Ibañez & Domingo-Olivé, 2020). En este contexto, los purines y estiércoles se aplican como fertilizantes promoviendo la economía circular reciclando nutrientes y reduciendo el uso de fertilizantes químicos (Perramon, Bosch-Serra, Domingo & Boixadera, 2016).

Para proteger los recursos hídricos de la contaminación por nitratos en zonas vulnerables la aplicación de N de fuentes orgánicas se limita a 170 kg N ha⁻¹ año⁻¹ (Unión Europea, 1991). Sin embargo, investigaciones han demostrado que en condiciones de doble cultivo la aplicación de 170 kg N ha⁻¹ año⁻¹ limita el almacenamiento de C en suelo y la recirculación de nutrientes (Perramon Domingo-Olivé, Bosch-Serra, Yagüe & Boixadera, 2018). Por otra parte, la aplicación de 250 kg N ha⁻¹ año⁻¹ de fuentes orgánicas incrementa el C del suelo (Perra-

mon et al., 2018) y la porosidad del suelo (Valdez-Ibañez, Domingo-Olivé, Mateo-Ma-rín, Yagüe-Carrasco & Bosch-Serra, 2019).

La calidad física del suelo en los sistemas intensivos podría estar comprometida por el incremento del tráfico de maquinarias y acarreado grandes cantidades de materia verde, por ello el mantenimiento de los agregados del suelo es crucial. La aplicación de residuos orgánicos puede promover la formación de agregados del suelo con énfasis en los agregados biogénicos (Loss et al. 2017). Estudios previos en sistemas con altas extracciones de N como son los intensivos de doble cultivo anual han evaluado el aumento de dosis de N procedente de fuentes orgánicas a 250 kg N ha⁻¹ año⁻¹ en aspectos del ciclo de N y parámetros agronómicos, pero se hace necesario la evaluación en parámetros de calidad física del suelo para descartar posibles efectos negativos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de purín de vacuno de lechero en la estabilidad de los macroagregados del suelo y en la fracción ligera de la materia orgánica del suelo con dos dosis 170 y 250 kg N ha⁻¹ año⁻¹.

Metodología

El experimento con fertilización se estableció en 2008 en la Tallada d' Empordà, Girona, noreste de España (altitud 18 m s.n.m.,



42 ° 03'02 "N, 03 ° 03'37" E) y se mantuvo durante nueve años (hasta 2016). El estudio actual se realizó en el final de la campaña agrícola de 2015/16. La zona tiene un clima mediterráneo seco. Durante el período 2008-2016, la temperatura media anual fue 14,8°C, con una media diaria máxima de 23,4°C en julio, y un mínimo promedio diario de 7,9° C en enero. La evapotranspiración y la precipitación media anual en el período 2008-2016 fueron 986 y 608 mm respectivamente. El suelo se clasificó como Oxyaquic Xerofluvent (Soil Survey Staff, 2014). El suelo es muy profundo (> 1,20 m) y bien drenado, sin piedras. La capa superficial (0–0,30 m) tiene una textura arcillosa y un pH básico (1:2,5; p:v, 8.2); no es salino (1:5; p:v; 0,18 dS m⁻¹) y calcáreo (13,7%, equivalente de carbonato de calcio).

La rotación de cultivos incluyó maíz-raigrás (2008-2013), y maíz -colza (2013-2016). La rotación maíz y raigrás se cosechaba en verde. El rastrojo de los cultivos se incorporó con rastra de discos. La labranza principal antes de la siembra se realizó con una grada de discos (~ 0,30 m de profundidad).

Los tratamientos fueron: un control y dos dosis de purín de vacas lecheras equivalentes a 170 y 250 kg N ha⁻¹ año⁻¹ (170PVL y 250PVL) que fueron aplicados en los dos cultivos sucesivos, antes de la siembra de primavera y otoño (170PVL: 100 y 70 kg N ha⁻¹ año⁻¹ 250PVL: 150 y 100 kg N ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente) complementando con fertilizante mineral en ambos tratamientos hasta 400 kg N ha⁻¹ año⁻¹. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las unidades experimentales tenían 40 m² (5 m x 8 m). Las unidades experimentales tenían 40 m² (5 m x 8 m).

El suelo se muestreo ocho meses después de la aplicación de PVL a una profundidad 0,10 m. El suelo se secó al aire y tamizó a 3,15 mm para la evaluación de la estabilidad de agregados y a 2 mm para la determinación del carbono orgánico del suelo (COS)

de la fracción ligera. La estabilidad de agregados se midió según la metodología del índice de diámetro medio en rápida humectación de suelo propuesto por Le Bissonnais (1990) y adaptado por Amézqueta, Singer & Le Bissonnais (1996). La fracción ligera del COS para la fracción granulométrica > 0,05–2 mm se determinó mediante la metodología de AFNOR (2007) el C orgánico (CO) se determinó por oxidación de dicromato y posterior titulación con amonio ferroso sulfato (Yeomans y Bremner, 1988).

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA, prueba de Fisher al 5%) y las medias se compararon por la prueba de Duncan al 5%.

Resultados y discusión

La aplicación de purín de vacas lecheras en estos sistemas intensivos incrementó significativamente la estabilidad de agregados ($p < 0,0006$), independientemente de la dosis. El aporte de PVL incremento un 51% respecto del control (748 μm control; Figura 1). Los resultados obtenidos del incremento de la estabilidad de agregados con la aplicación de PVL están acordes con los resultados por Domingo-Olivé, Bosch-Serra, Yagüe, Poch & Boixadera (2016) con residuos ganaderos (purines y estiércoles).

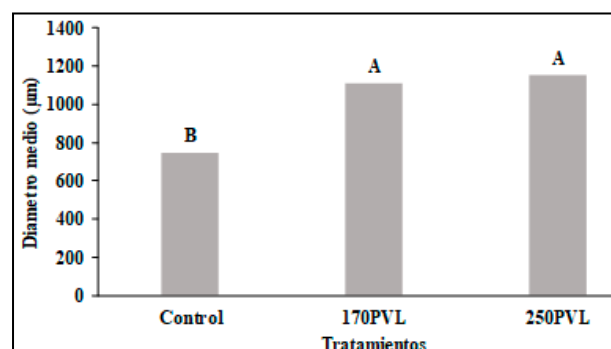


Figura 1. Diámetro medio de los agregados (μm) de los tratamientos (170PVL y 250PVL; purín de vacuno de leche en dosis 170 y 250 kg N ha⁻¹ y año⁻¹ respectivamente) tras humectación rápida.



Valores medios con misma letra no difieren estadísticamente por la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error.

El CO de la fracción ligera de 0,05-2 mm del suelo con la aplicación de PVL (2,4 g CO kg⁻¹ suelo) se incrementó significativamente ($p < 0,009$) respecto del control (1,8 g CO kg⁻¹ suelo⁻¹) independientemente de la dosis (Figura 2).

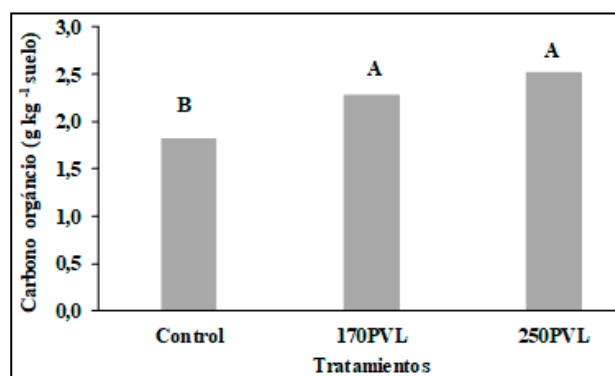


Figura 2. Carbono orgánico del suelo en la fracción ligera de 0,05-2 mm de los tratamientos (170PVL y 250PVL; purín de vacuno de leche en dosis 170 y 250 kg N ha⁻¹ y año⁻¹ respectivamente).

Valores medios con la misma letra no difieren estadísticamente por la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error.

La mayor estabilidad de agregados observado con la aplicación de PVL (Figura 1) puede asociarse al incremento del CO en la fracción ligera del suelo (Figura 2). La fracción ligera de la materia orgánica está formada principalmente, por polisacáridos que actúan como agentes cementantes de los microagregados del suelo formando macroagregados (Tisdall & Oades, 1982). Este incremento de COS en la fracción ligera y la agregación del suelo se relaciona con lo obtenido por Valdez-Ibañez et al. (2019) con la mejora de la porosidad de suelo y formas de los poros que podrían

intervenir en la mejora del movimiento de agua y aire.

Conclusión

En estos sistemas agrarios intensivos la aplicación anual de PVL mejora la resistencia a la desagregación, se incrementó en 51% el diámetro medio de los agregados tras la humectación rápida del suelo. La estabilidad de agregados se podría relacionar con el COS de la fracción lábil de la materia orgánica, debido a que con la aplicación de PVL se incrementó 33% el COS en la fracción ligera (0,05-2 mm). El aporte de la dosis de 250 kg N ha⁻¹ año⁻¹ no tuvo efectos negativos ni en la agregación ni en el C de la fracción ligera del suelo, presenta una ligera tendencia al aumento en ambos parámetros respecto a 170 kg N ha⁻¹ año⁻¹.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado Proyecto RTA2017-88-C3-3 del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (MINECO-INIA). Las muestras de suelo proceden de un campo experimental del Servicio de Suelos y Gestión Medioambiental de la Generalitat de Cataluña (España) incluido dentro del *Plan para la mejora de la fertilización agraria en Cataluña*. Dra. M.R. Yagüe fue beneficiaria de un contrato postdoctoral (DOC-INIA, número de beca DOC 2015-021) financiado por el INIA, Ministerio de Ciencia e Innovación, IMIDRA y el Fondo Social Europeo. Dra. A.S. Valdez fue beneficiaria de beca de doctorado de la Fundación Carolina.

Referencias bibliográficas

AFNOR, 2007. NF X 31-516. Qualité du sol. Fractionnement granulométrique des matières organiques particu-



lares du sol dans l'eau. Association Française de Normalisation, La Plaine Saint-Denis, France.

Amézqueta, E., Singer, M. J., & Le Bissonnais, Y. (1996). Testing a new procedure for measuring water stable aggregation. *Soil Science Society American Journal*, 60, 888–894.

Bosch-Serra, A. D., Yagüe, M. R., Valdez, A. S., & Domingo-Olivé, F. (2020). Dairy cattle slurry fertilization management in an intensive Mediterranean agricultural system to sustain soil quality while enhancing rapeseed nutritional value. *Journal of Environmental Management*, 273, 1–9.

Domingo-Olivé, F., Bosch-Serra, A. D., Yagüe, M. R., Poch, R. M., & Boixadera, J. (2016). Long term application of dairy cattle manure and pig slurry to winter cereals improve soil quality. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 104, 39–51.

Le Bissonnais, Y. (1990). Experimental study and modelling of soil surface crusting processes. *Catena Suppl.*, 17, 13–28.

Loss, A., Lourenzi, C., Santos dos E. Jr., Mergen, C. Jr., Benedet, L., Pereira, M., Piccolo, M., Brunetto, G., Lovato, P., & Comin, J. (2017). Carbon, nitrogen and natural abundance of ^{13}C and ^{15}N in biogenic and physicogenic aggregates in a soil with 10 years of pig manure application. *Soil & Tillage Research*, 166, 52–58.

Perramon, B., Bosch-Serra, A. D., Domingo, F., & Boixadera, J. (2016). Organic and mineral fertilization management improvements to a double-annual cropping system under humid Mediterranean conditions. *European Journal Agronomy*, 76, 28–40.

Perramon, B., Domingo-Olivé, F., Bosch-Serra, A. D., Yagüe-Carrasco, M. R., & Boixadera, J. (2018). Double-annual forage crop rotation controls nutrient surpluses in N based organic fertilization. *Agronomy Journal*, 110, 2268–2276.

Soil Survey Staff. (2014). Keys to soil taxonomy (twelfth ed.) Washington, DC, USA: USDA-NRCS US Gov Print Office.

Tisdall, J. M., Oades, J. M. (1982). Organic matter and water stable aggregates in soil. *Journal Soil Science*, 33, 141–163.

Unión Europea. (1991). Directiva del Consejo (91 / 676 / CEE), de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura. *DOCE*, L375, 1–8.

Valdez-Ibañez, A. S., Domingo-Olivé, F., Mateo-Marín, N., Yagüe-Carrasco, M. R., & Bosch-Serra, A. D. (2019). Long-term fertilization with dairy cattle slurry in intensive production systems: Effects on soil porosity and pore morphology. *Rev FCA Uncuyo*, 51, 248–260.

Yeomans, J.C., Bremner, J.M., 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 19, 1467–1476.



Uso de bioestimulante: una opción para incrementar los rendimientos de soja zafriña

Valdez Ibañez, A.V.^{1*}, Gray, R.D.¹, Alfonzo, J. S.¹, Caballero, E. J.¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias Filial San Pedro de Ycuamandyyú, San Pedro, Paraguay.

*alcira.valdez@agr.una.py

Introducción

La soja es uno de los principales rubros agrícolas en Paraguay debido a su rentabilidad y se busca maximizar su producción incorporando nuevas técnicas de producción. En algunos departamentos de Paraguay, como en San Pedro, se siembra soja zafriña o soja fuera de la época normal en enero-febrero seguido de la cosecha de maíz, girasol o soja zafra.

El uso de diversos tipos de bioestimulantes está siendo difundido entre los productores de soja, principalmente, los de aplicación foliar. Los bioestimulantes son sustancias complementarias que dependiendo de su concentración y contenido de nutrientes benefician a las plantas incrementando la calidad o reduciendo daños causado por el estrés.

La aplicación de bioestimulantes ha sido estudiado en cultivos de época normal y se registraron incrementos de rendimientos (Santos, 2018; Molineros & Castro, 2013) sin embargo no se dispone de información en la zona para la soja zafriña.

Este trabajo se propuso con el objetivo de evaluar la respuesta de la soja zafriña a la aplicación de bioestimulantes.

Metodología

El trabajo se realizó durante la campaña agrícola 2020 en una finca ubicada en Correa Rugua, San Pedro de Ycuamandyyú, San Pedro. Durante el ciclo del cultivo la temperatura mínima varió de 0,4 a 21,6 °C y la máxima de 15,2 a 38,8. El suelo corresponde a un Alfisol de textura franco arenosa (López et al. 2005), con las siguientes características químicas: pH (H₂O) 5,6; P Mehlich⁻¹ (mg/dm³): 20,9, MO: 11,1 g kg⁻¹, Ca, K y Mg (cmolc/dm³): 2,9, 0,9, 0,3, respectivamente.

El diseño utilizado fue bloques completos al azar, con tres tratamientos con bioestimulantes dosis: 0,5; 1,5 y 2 L ha⁻¹) y un control, con 4 repeticiones. La siembra directa de la soja se realizó con sembradora ajusta a 12 plantas por metro línea sobre cobertura de maíz, sembrado en el verano anterior, con un espaciamiento entre hileras de 0,5 m. Las unidades experimentales tuvieron 5 m de largo con 6 hileras de cultivo. La fertilización básica (0-15-15) se realizó en la siembra. La primera aplicación del bioestimulante se realizó en la fase vegetativa y la segunda en floración. La composición del bioestimulante utilizado es el siguiente: 13% N, 5% CO (ácidos húmicos) y 5% K₂O.



Las variables evaluadas fueron: número de vainas por planta, peso de mil semillas y rendimiento de granos. Se realizó análisis de varianza para el modelo correspondiente y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey al 5% utilizando el software infostat (Di Rienzo et al., 2011).

Resultados y discusión

La aplicación del bioestimulante foliar incrementó significativamente el número de vainas, la masa seca y el rendimientos de granos de soja, sin embargo, en el peso de mil semillas no se registraron diferencias.

El mayor número de vainas y masa seca se registraron con la aplicación de 2 l ha⁻¹ con 29 vainas pl⁻¹ y 16 gr pl⁻¹, respectivamente, y los tratamientos con 0,5, y 1 ha⁻¹ tuvieron un comportamiento intermedio (Tabla 1). El tratamiento control registró 14 vainas pl⁻¹ y 8 gr pl⁻¹ (Tabla 1). Molineros y Castro (2013) y Santos (2018) obtuvieron mayor número de vainas en comparación a lo obtenido es este trabajo que puede ser explicado por las condiciones adversas registradas en zafriña: altas temperaturas y sequía prolongada.

El peso de mil semillas varió de 114 a 115 g, Molineros & Castro (2015) obtuvieron valores inferiores en promedio 92 g.

Tabla 1. Medias de variables medidas y evaluadas por efecto de dosis creciente de bioestimulante foliar.

Dosis de bioestimulante	Número de vainas	Peso de mil semillas	Masa seca	Rendimiento de granos
L ha ⁻¹	-- vainas pl ⁻¹ ---	--- g---	--- g pl ⁻¹ ---	--- kg ha ⁻¹ ---
0	14 c [†]	114 ^{ns}	8 c	730 b
0,5	18 bc	115	10 bc	848 ab
1	23 ab	115	12 ab	934 ab
2	29 a	115	14 a	1052 a
CV %	17,7	0,6	9,5	12,6
p dosis	0,0002	0,0691	0,0001	0,0691

[†] Comparación de medias por la Prueba de Tukey. Medias que no comparten letras iguales son diferentes según la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$)

ns: no significativo

El rendimiento de granos de soja varió de 730 a 1052 kg ha⁻¹ (Tabla 1). El mayor rendimiento fue obtenido con la aplicación de 2 l ha⁻¹ y los bajos rendimientos se registraron sin aplicación del bioestimulante. Según datos del MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) y CAP (Coordinación Agrícola del Paraguay) este año 2020, los rendimientos para la soja zafriña en promedio se encuentran entre 500 a 800 kg por hectárea, siendo este muy inferior al promedio obtenido en años anteriores (1.000 a 1.500 kg).

Conclusión

La aplicación foliar de biostimulantes es una alternativa para incrementar el rendimiento de granos, en un 44% con relación al control, aportando los nutrientes durante la formación y desarrollo de las semillas.



Referencias bibliográficas

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2011). Infostat versión 2008. Córdoba, Argentina: Grupo Infostat Universidad Nacional de Córdoba.

López, O. E., González, E., De Llamas, P. A., Molinas, A. S., Franco, E. S., García, S., & Ríos, E. (1995). Reconocimiento de suelos y capacidad de uso de las tierras; Región Oriental. Asunción, Paraguay. MAG-Dirección de Ordenamiento Ambiental. Proyecto de Racionalización del Uso de la Tierra. Convenio 3445 P.A-Banco Mundial.

Molineros S. G., & Castro J. C. (2013) Respuesta agronómica del cultivo de soya (*Glycine max* (L.) merril) a la aplicación de cinco bioestimulantes foliares, en el sitio ventanilla, cantón ventanas provincia los ríos. Guaranda, Ecuador. pp.117.

Santos, M. C. (2018) Aplicación foliar de dos bioestimulante orgánicos en diferentes dosis para la producción de grano de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) Valle del Medio Piura. Perú. Recuperado de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1670/AGR-MOR-SAN-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Cobertura de suelo y frecuencia de fertirriego con bovinaza líquida en la producción de hojas de lechuga

Samunido, R.E.¹, Caballero, E.j.¹, Ferriera, A.¹, Valdez Ibañez, A.S.^{1*}

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias Filial San Pedro de Ycuamandyyú, Paraguay.

*alcira.valdez@agr.una.py

Introducción

En Paraguay el cultivo comercial de la lechuga se ha incrementado debido a su alta demanda. Una de las variables climáticas muy críticas para el buen desarrollo de la lechuga son las altas temperaturas, por lo tanto, el uso de coberturas de suelos es una práctica utilizada con el propósito de mantener la humedad del suelo y controlar las malezas.

Por otra parte, la utilización de residuos ganaderos como fertilizantes promueven el reciclaje de nutrientes y la aplicación vía fertirriego supone una alternativa económica frente a los fertilizantes químicos. Para López, Arteaga, Vázquez, López & Sánchez (2009), entre los principales problemas que limitan el incremento de la producción y la productividad de los cultivos es la disponibilidad y el alto costo del agua de

riego, además del uso y manejo ineficiente de recursos como fertilizantes.

El objetivo de este estudio fue evaluar la producción de hojas lechuga con diferentes tipos de coberturas de suelo y en diferentes frecuencias de fertirriego con bovinaza líquida.

Metodología

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Centro Hortifrutícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, Filial San Pedro, ubicado en el distrito de San Pedro de Ycuamandyyú, Departamento de San Pedro, Paraguay. Las características del suelo se presentan en el Cuadro 1, las coberturas del suelo y el abono orgánico proceden de la zona del estudio.

Cuadro 1. Resultado de análisis químico y físico de suelo de la parcela experimental.

Prof.	pH	MO	P	<u>Ca⁺² Mg⁺² K⁺ Na⁺ Al⁺³ H⁺</u>					Clase textural	Color
cm		%	mg kg ⁻¹	-----cmol _c kg ⁻¹ -----						
0-25	6,30	0,50	14,43	0,93	0,44	0,15	0,01	0,00	Areno franco	Marrón



Los tratamientos consistieron en la combinación de dos factores: cobertura de suelo (polietileno, hojas de gramíneas, viruta, testigo sin cobertura) y frecuencia de fertirriego con bovinaza líquida (4, 8 y 12 días), distribuido en diseño bloques completos al azar con 4 repeticiones. Cada unidad experimental contó con una superficie de 1 m² con 16 plantas. Se utilizaron semillas de la variedad Grand Rapids TBR cuya principal característica es la tolerancia al calor que fueron producidas en almácigo con estiércol y mantillo (1:1) y trasplantadas con 4 a 5 hojas. Los datos fueron recolectados una vez que las plantas alcanzaron su punto óptimo de cosecha de acuerdo a la variedad utilizada (45 días después del trasplante, madurez de cosecha). La producción se realizó bajo media sombra 50% y riego por goteo.

La bovinaza líquida se preparó mezclando 1 kg de estiércol y 1,5 L de agua y se dejó en reposo. Posteriormente se realizó una mezcla de 1 L bovinaza líquida y 9 L de agua y se aplicó vía fertirriego 500 ml en cada tratamiento tres días después del trasplante. Se seleccionaron cinco plantas

de cada unidad experimental para las mediciones una vez alcanzada la madurez de cosecha. Las variables evaluadas fueron; el número de hojas y masa fresca de la parte área de la planta.

Los valores obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (prueba de Fischer) y las medias se compararon por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. Se utilizó el software ESTAT de la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias de la Universidad Estadual de São Paulo.

Resultados y discusión

Los diferentes tipos de cobertura no afectaron significativamente el número de hojas por planta de lechuga, sin embargo, en cuanto al factor frecuencia la mayor cantidad de hojas se obtuvo cuando la bovinaza líquida se aplicó cada 4 días obteniéndose 14 hojas por planta en comparación al promedio de 13 hojas obtenidas con las aplicaciones de cada 8 y 12 días (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de hojas por planta por efecto de las coberturas y frecuencia de aplicación de bovinaza líquida.

Factores/niveles		Número de hojas (hojas pl ⁻¹)
Cobertura		
2	Gramínea	15 ns
3	Viruta	15
4	Sin cobertura (testigo)	12
1	Polietileno	12
Frecuencia de aplicación de purín		
1	4 días	14 a*
2	8 días	13 b
3	12 días	12 c

ns= no significativo

*Prueba de Tukey. Medias seguidas de letras comunes no son diferentes al 5%.



En trabajo realizado por Rodríguez Benítez (2016), evaluando el efecto de la frecuencia de aplicación de supermagro en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.), registro una media de 9,43 hojas pl^{-1} con frecuencia de aplicación cada 8 días, siendo este valor muy inferior a lo obtenido en este trabajo. Espinal-Soria (2009), evaluando efecto del biol como fertilizante foliar en la producción de lechuga suiza (*Valeriane-*

lla locusta L.) con diferentes concentraciones en ambiente atemperado obtuvo resultados similares con 14 hojas pl^{-1} .

Los tratamientos presentaron efectos significativos positivos en la interacción de factores cobertura del suelo con la utilización de virutas con frecuencia de aplicación de purín de estiércol bovino cada 4 días con media de 96,30 y 95,27 $g\ pl^{-1}$ (Cuadro 3).

Cuadro 3. Masa fresca de la parte aérea por efecto de las coberturas y frecuencia de aplicación de bovinaza líquida.

Factores/niveles	Número de hojas (hojas. pl^{-1})
Cobertura	
3 Viruta	96,30 a
4 Sin cobertura (testigo)	84,53 ab
2 Gramínea	83,10 ab
1 Polietileno	73,54 c
Frecuencia de aplicación de purín	
1 4 días	92,27 a*
2 8 días	82,84 ab
3 12 días	75,05 c

*Prueba de Tukey. Medias seguidas de letras comunes no son diferentes al 5%.

En trabajos realizados por Castellanos, Rincón & Arguello (2015), efecto de biofertilizante ligado a un soporte orgánico mineral en cultivo de lechuga en la Sabana de Bogotá bajo condiciones de invernadero, obtuvieron 213 $g\ pl^{-1}$ de peso fresco foliar con fertilizante químico y 200,07 $g\ pl^{-1}$ con compost más biofertilizante.

En su investigación Palacios-Velázquez (2010), encontró valores superiores a esta investigación en la variable masa fresca

aérea con valor medio de 201,51 $g\ pl^{-1}$ evaluando variedad repollada con aplicación de 50 $kg\ ha^{-1}$ de Nitrógeno posterior al trasplante.

Conclusión

En las condiciones en que se desarrolló el experimento se concluye que la utilización de diferentes coberturas del suelo influye en el desarrollo de la masa fresca de la par-



te área, no obstante, no influyó en número de hojas. Por consiguiente, la aplicación de fertirriego con purín de estiércol bovino con frecuencia cada 4 días optimiza la producción de la lechuga.

Referencias bibliográficas

- Castellanos, D. E., Rincón, J. M., & Arguello, E. (2015). Evaluación del efecto de un biofertilizante ligado a un soporte orgánico mineral en un cultivo de lechuga en la Sabana de Bogotá bajo condiciones de invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 72-85. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/n1/v9n1a07.pdf>
- Espinal-Soria, G. C. (2009). Efecto del biol como fertilizante foliar en la producción de lechuga suiza (*Valerianella locusta* L.) con diferentes concentraciones en ambiente atemperado en el municipio de Tiwanaku – La Paz (Disertación tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5049/T-1357.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, R., Arteaga, R., Vázquez, M., López, L., & Sánchez, I. (2009). Producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) basado en láminas de riego y acolchado plástico, *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 15(1), 83-89. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2009000100012&lng=es&tlng=es
- Palacios-Velázquez, V. N. (2010). Rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en función a momentos y dosis de aplicación del Nitrógeno (Disertación tesis de grado). FCA/UNA, San Pedro de Ycuamandyyú.
- Rodríguez Benítez, M. J. (2016). Efecto de la frecuencia de aplicación de supermagro en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) (Disertación tesis de grado). FCA/UNA, San Pedro de Ycuamandyyú.



Fuentes y dosis de enmiendas orgánicas en el rendimiento de moringa

Rasche Alvarez, J.W.^{1*}, Fatecha Fois, D.A.¹, Morán Fariña, L.M.¹, Rojas Sosa, D.R.¹, Armoa Báez, D.E.¹, Santacruz Escobar, S.L.²

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

²Finca Santacruz – TEKOVE GREEN. Piribebuy, Paraguay

*jwrasche@yahoo.com.ar

Introducción

La moringa (*Moringa oleífera* Lam.) se utiliza en la alimentación humana y animal. Es importante, en la primera por su alto contenido de nutrientes y antioxidantes; en tanto que, para el segundo por su elevado potencial forrajero, aporte de proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas (Gopalakrishnan et al., 2016).

La moringa es producida de manera rápida y fácil siendo que, de acuerdo al tipo de producción, puede ser cosechada en menos de un año de establecer el cultivo (Daba, 2016). Dania, Akpansubi & Eghagara (2014) observaron que la producción y la calidad de las hojas de la moringa son muy dependientes del tipo de suelo y de fertilizantes o enmiendas que son aplicados al cultivo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de fuentes y dosis de enmiendas orgánicas sobre el rendimiento de hojas de moringa durante tres años de producción.

Metodología

El experimento se realizó en el departamento de Cordillera, distrito de Piribebuy, compañía Colonia Piraretá, en la Finca Santacruz – TEKOVE GREEN. Anteriormente la parcela era utilizada con

cultivo orgánico de caña de azúcar. El mismo fue conducido durante el periodo de tres años (2015 a 2018). El suelo predominante del área experimental pertenece al orden Ultisol, de textura franco arcillosa, de color marrón rojizo oscuro, con fertilidad media.

El diseño experimental utilizado fue un bifactorial con un tratamiento adicional (testigo), totalizando 10 tratamientos, dispuestos en tres bloques completos al azar, con tres repeticiones. El factor 1 fue, tres fuentes de enmiendas orgánicas (estiércol bovino, gallinaza y humus de lombriz) y el factor 2, los niveles “bajo”, “medio” y “alto” de cada enmienda utilizada. Las dosis de 5, 10 y 15 t ha⁻¹ se utilizaron para el estiércol bovino y la gallinaza; para el humus de lombriz se utilizó 4, 6 y 8 t ha⁻¹. Cada unidad experimental estuvo representada por un área de 9 m², (3 m x 3 m), la superficie total del experimento fue de 270 m².

Cada unidad experimental estuvo constituida por nueve plantas de tres hileras, de las cuales fueron evaluadas tres plantas colocadas en forma diagonal. El distanciamiento entre plantas e hileras fue de 1,5 m x 1,5 m alcanzando una densidad de 4.445 plantas ha⁻¹.

Las enmiendas orgánicas se adicionaron anualmente alrededor de cada planta con excepción del primer año donde



fue localizada en el fondo de los hoyos recubiertas por suelo y posteriormente se realizó el trasplante de los plantines. Las fuentes de enmiendas orgánicas fueron proveídas por productores de la zona, el estiércol bovino y la gallinaza fueron estacionados para su humificación por un mes antes de aplicarse en el experimento.

El control de malezas se realizaron siempre en el entorno a las plantas con carpidas y pasada de monocultor por las melgas.

Las cosechas se realizaron en forma manual con tijeras de podar, realizando cuatro cortes en el primer y segundo año y tres cortes en el tercer año, totalizando 11 cortes. Las cosechas se realizaron a los 73, 127, 186 y 375 días posteriores al trasplante en el primer año. En el segundo año se realizaron las mediciones a los 63, 133, 196 y 308 días después de la aplicación de las enmiendas y en el tercer año se realizaron las mediciones a los 60, 120 y 180 días de la aplicación de las enmiendas. Los cortes en general se efectuaron antes del inicio de la floración, cuando las hojas alcanzaron su mayor vigor. Se determinó el peso de masa fresca, para lo cual fueron seleccionadas tres plantas de cada unidad experimental dentro de la parcela útil, se cortaron todas las ramas laterales y hojas dejando solo el tallo principal sin ninguna hoja, estas se acopiaron en carpas que luego fueron llevadas al lugar del deshoje, donde fueron pesados solo los folíolos con una balanza digital de un decimal y anotadas en una planilla y los resultados expresados en kg ha^{-1} . Posteriormente se secaron en estufa para determinar el peso de masa seca donde estas fueron secadas

y luego pesadas en una balanza digital de un decimal y los resultados expresados en kg ha^{-1} . El índice de humedad se obtuvo a partir del peso húmedo y el peso seco.

Para la realización del análisis se procedió a sistematizar todos los datos, los parámetros de crecimiento y el rendimiento, utilizando planillas electrónicas del programa Excel. Con la ayuda del software estadístico Agroestat@ (2020) se realizó el análisis de los mismos.

Resultados y discusión

El rendimiento promedio de la masa fresca de hojas de moringa en los tres años evaluados en los tratamientos donde se aplicaron enmiendas fue de 6.957 kg ha^{-1} , 45,8% mayor que en el testigo que fue de 4.770 kg ha^{-1} . En relación a los factores fuentes orgánicas y niveles aplicados de las enmiendas el experimento presentó interacción entre estos (Tabla 1).

Cuando se evalúa las diferentes enmiendas en cada nivel aplicado, se observa un aumento de masa fresca cuando se aplica gallinaza y solamente en la mayor dosis; siendo iguales los rendimientos obtenidos aplicando las diferentes fuentes en las dosis baja y media. Por otro lado, al evaluar las dosis aplicadas en cada enmienda, se encontró diferencia significativa en la gallinaza, obteniéndose mayor rendimiento con la mayor dosis en relación a las dosis baja y media; no diferenciándose los rendimientos de masa fresca por efecto de la aplicación de dosis en el estiércol bovino y humus de lombriz (Tabla 1).



Tabla 1. Rendimiento total promedio de tres años de masa fresca de hojas (kg ha^{-1}), rendimiento total promedio de tres años de masa seca de hojas (kg ha^{-1}) de moringa, e índice de rendimiento de masa fresca y masa seca de hojas por efecto de la aplicación de fuentes y dosis de enmiendas orgánicas. Piribebuy, Cordillera 2015-2018.

Fuente (t ha^{-1})	Rendimiento de masa fresca de hojas (kg ha^{-1})			Promedio
	baja	media	alta	
Est. Bovino	6.546 aA	6.602 aA	6.228 bA	6.459
Gallinaza	7.002 aB	7.420 aB	11.556 aA	8.659
Humus	5.695 aA	5.422 aA	6.145 bA	5.754
Media	6.414	6.481	7.976	6.957 A
Testigo				4.770 B
Fuente (t ha^{-1})	Rendimiento de masa seca de hojas (kg ha^{-1})			Promedio
	baja	media	alta	
Est. Bovino	2.710 aA	3.075 aA	2.752 bA	2.846
Gallinaza	2.748 aB	2.716 aB	4.327 aA	3.264
Humus	2.569 aA	2.385 aA	2.751 bA	2.568
Media	2.676	2.725	3.277	2.893A
Testigo				2.353B
Fuente (t ha^{-1})	Índice de Rendimiento de masa fresca y masa seca de hojas			Promedio
	baja	media	alta	
Est. Bovino	7,23	6,43	6,80	6,82 b
Gallinaza	7,53	8,13	7,97	7,88 a
Humus	6,60	6,83	6,70	6,71 b
Media	7,12 A	7,13 A	7,16 A	7,13A
Testigo				6,06B



Medias seguidas por las mismas letras, mayúsculas en la línea y minúsculas en las columnas, así como, en las medias en negrita y cursivas, no presentan diferencias significativas por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad del error.

El rendimiento de la masa seca de moringa también presentó interacción entre los factores fuentes y dosis de enmienda orgánica. Del mismo modo que en el rendimiento de la masa fresca, solamente con la aplicación de la dosis alta de gallinaza hubo mayor rendimiento de masa seca en relación con las otras enmiendas. En relación al factor dosis, también solo con la adición de gallinaza hubo mayor rendimiento en la mayor dosis en relación a las dosis media y baja.

El rendimiento de masa seca promedio por efecto de la aplicación de las diferentes enmiendas fue de 2.893 kg ha⁻¹ superior en 19% al tratamiento sin aplicación de enmiendas (testigo) bajo el cual se obtuvo un promedio de 2.353 kg ha⁻¹.

En relación al índice de rendimiento masa verde y rendimiento masa seca, se observa diferencia significativa por efecto de la enmienda orgánica, no así en las dosis de enmienda y no se verifica interacción entre ambos factores. Se observa mayor contenido de agua cuando se fertiliza con gallinaza que con otras enmiendas, posiblemente eso se debe al mayor contenido de N de la gallinaza que termina reflejándose en plantas más suculentas y consecuentemente con mayor contenido de agua en la misma. En general se observa que cuando se aplicó enmienda orgánica el promedio de la relación masa fresca/masa seca fue mayor (7,13) comparado al testigo (6,06). En ese contexto Dania et al (2014) mencionan que la fuente de enmienda orgánica no solo puede alterar el contenido de agua de la planta sino la concentración de asimilados de la moringa.

Conclusión

La aplicación de enmienda orgánica permite el aumento de rendimiento de hojas de moringa, principalmente cuando es aplicada gallinaza en dosis "alta" (15 t ha⁻¹)

Agradecimiento

A la Finca Santacruz – TEKOVE GREEN por el apoyo económico y logístico para realizar el experimento

Referencias bibliográficas

- Agroestat online. (2020). Agroestat online. Recuperado de <https://www.agroestat.com.br/>
- Aslam, M. F., Anwar, R., Nadeem, U., Rashid T.G., Kazi, A., & Nadeem, M. (2005). Mineral composition of *Moringa oleifera* leaves and pods from different regions of Punjab, Pakistan, *Asian. J Plant Sci*, 4, 417-421.
- Daba, M. (2016). Miracle tree: A review on multi-purposes of *Moringa oleifera* and Its Implication for Climate Change Mitigation. *J Earth Science & Climatic Change*, 7, 366. doi: 10.4172/2157-7617.1000366.
- Dania, S. O., Akpansubi, P., & Eghagara, O. O. (2014). Comparative Effects of different fertilizer sources on the growth and nutrient content of moringa (*Moringa oleifera*) seedling in a greenhouse trial. *Pharma Clin Res*, 5, 67-72.



Distribución de los niveles de ruido (dB) generado por una desmalezadora motorizada portátil

Chamorro, S.M.¹, Bonnin, J.J.^{1*}, Martínez Giménez, E.E.¹, Sanabria Almada, G.A.¹, Vera Ojeda, P.A.¹, Franco Ibars, R.A.¹

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

*jose.bonnin@agr.una.py

Introducción

En el país existen innumerables espacios verdes para recreación pública y privada, como también campos de producción agrícola que exigen mantenimiento constante. Generalmente, en estos espacios verdes, el personal de mantenimiento o de limpieza, utiliza desmalezadoras (desbrozadora o motoguadaña) portátiles, que por lo general son accionados por motores de combustión interna, los cuales garantizan un mayor desempeño y uniformidad de trabajo, lo que permite su utilización en superficies mayores y con mejores resultados durante largas jornadas diarias de limpieza. Sin embargo, Alonço, Medeiros, Medeiros & Werner (2006) menciona que, para operar con este tipo de equipo, no se debe solamente tener en cuenta los parámetros relacionados con la máquina, como por ejemplo, regulación, operación y adaptabilidad a diferentes condiciones operacionales de trabajo, sino que también es importante considerar la interacción hombre-máquina, como la temperatura, los niveles de ruido y el intervalo de tiempo ininterrumpido de trabajo, así como el empleo de equipo de protección personal (EPP) ya que siempre será considerando al operador como el principal elemento del sistema. De acuerdo con Rodrigues da Cunha, Duarte, & Rodrigues (2009) el elevado nivel de ruido pro-

ducido por los equipos agrícolas, con motores a combustión, generan incomodidad y daños al sistema auditivo del operador, inclusive puede producir una pérdida gradual irreversible de la audición y hasta comprometer la calidad de vida del trabajador (Fonseca, Santos, Catai & Amarilla, 2017). Para Gonçalves, Ferraz, Martins, Salvador & Ferraz (2019) es de suma importancia determinar los niveles de ruidos producidos por estos equipos motorizados que ponen en riesgo la salud de los operadores, y así poder proponer medidas mitigadoras que puedan reducir este problema. Con base a lo antes expuesto el objetivo del presente trabajo fue de evaluar el nivel sonoro emitido por una desmalezadora a combustión interna en función al ángulo y radio de alejamiento de la fuente emisora

Metodología

El equipo evaluado fue una desmalezadora de la marca Stihl, modelo FS-220 de combustión interna (Motor a gasolina de dos tiempos), con una potencia máxima del motor de 2,3 hp (1,72 kW) y una cilindrada de 35,2 cm³ (Figura 1). Los ensayos de campo fueron realizados en un área plana de 1.000 m² cubierta por césped, libre de obstáculos que pudieran interferir en la determinación acústica del equipo.



Figura 1. Desmalezadora de la marca Stihl, modelo FS-220. Fuente: FAPASISA, 2020.

Los niveles de ruido producidos por la desmalezadora fueron registrados por medio de un Decibelímetro (Medidor de presión sonora) portátil, de la marca RadioShack Digital Sound Level Meter Digital (Figura 2, a), con dos rangos de medición de 50 a 126 decibel (dB), y dos niveles de respuesta (Lento/Rápido). Previo a los ensayos de campo se calibró el decibelímetro, de acuerdo con el manual del fabricante. Los niveles de ruido emitidos por el equipo motorizado fueron determinados en función a 6 radios de alejamiento (0, 1, 3, 5, 7 y 10 m a partir de la fuente de ruido) y 8 ángulos diferentes (Cada 45°) alrededor de la desmalezadora, totalizando 48 posiciones de colecta de datos, conforme puede observarse en la Figura 2 (b). Cabe resaltar que el sistema de escape de gases del equipo fue orientado al norte (N) como re-

ferencia y en sentido opuesto (Orientación Sur - S) se localiza el cabezal de corte de la máquina, que también es una fuente de ruido a considerar en la máquina, ya que en la aceleración máxima del motor (9.500 rpm) el cabezal de corte puede llegar a girar a 10.000 rpm, factor que se tuvo en cuenta durante las evaluaciones de campo. En cada punto de evaluación fueron realizadas 10 repeticiones y las mediciones fueron hechas a nivel del oído del operador. Los valores de ruido (dB) cuantificados por el decibelímetro, fueron sometidos a un análisis de varianza y luego se realizaron comparaciones de medias por la prueba de Tukey (Probabilidad del 5% de error). Posteriormente, los resultados registrados por la desmalezadora fueron confrontados con los límites establecidos en el Artículo 232° (Ley N° 1.100/97).

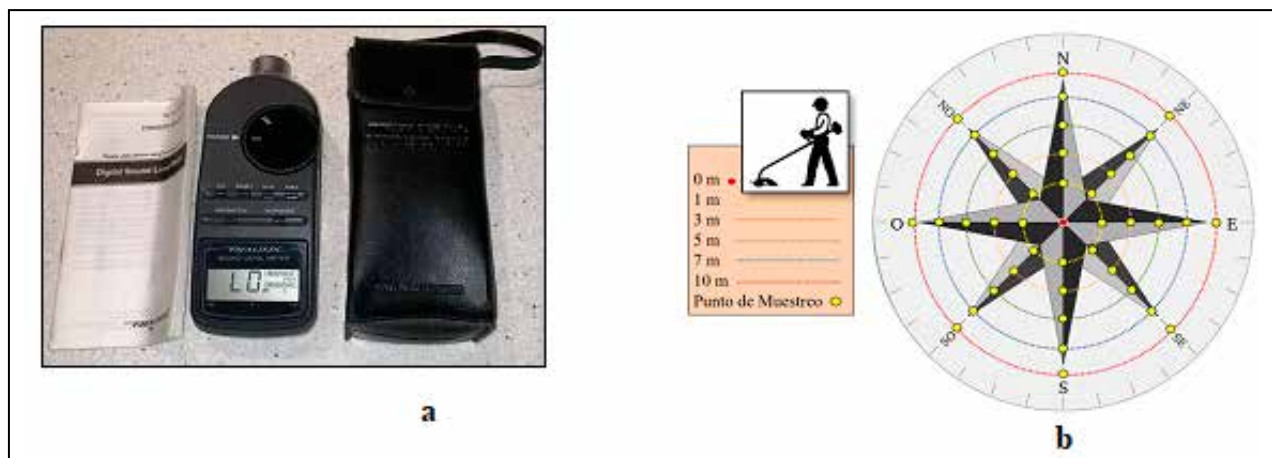


Figura 2. Decibelímetro Radioshack (a). Esquema de distribución espacial de los puntos de muestreo para la determinación de los niveles de ruido (b).

Resultados y discusión

En el análisis de varianza aplicados a los datos de nivel sonoro generados por la Desmalezadora Stihl (FS-220) con base al ángulo y radio de alejamiento de la fuente emisora (Motor), presentados en el

Cuadro 1, se puede observar diferencias significativas para los factores: Ángulo (A), Distancia (D) y en la interacción (A*D) al 5% de probabilidad de error, indicando una dependencia estadística significativa entre los dos factores estudiados.

Cuadro 1. Análisis de la Varianza de los niveles de ruido (dB) generados por el Desmalezadora de la marca Stihl FS-220. FCA/UNA, San Lorenzo, 2020.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41.696,80	47	887,17	17,00	<0,0001
Ángulo (A)	1.452,13	7	2017,45	3,97	<0,0001
Distancia (D)	36.140,95	5	7.228,19	138,49	<0,0001
A*D	4.103,72	35	117,25	2,25	<0,0001
Error	22.548,00	432	52,19		
Total	64.244,80	479			
<i>Coefficiente de variación (%)</i> : 7,48	<i>Numero de observaciones</i> : 480			R^2 : 0,65	

Considerando los ángulos de medición de los niveles de ruido en función a la posición del sistema de escape de gases proveniente de la combustión interna del motor (Trabajando en la máxima aceleración), el Cuadro 2 muestra que el mayor nivel de ruido promedio estadísticamente significativo ($p < 0,05$), fue registrado en el punto sur (S)

y no coincide con la salida del sistema de escape de los gases del motor, que se posiciono en sentido norte (N), este nivel sonoro de 98,28 dB proviene del cabezal de corte de la desmalezadora, a pesar de no diferir estadísticamente del nivel de ruido registrado en el motor (97,30 dB) y con los valores de sonido registrados en los demás



puntos de evaluación durante los ensayos de campo, a excepción del nivel de ruido promedio registrado en el punto SE (92,88 dB) que si fue estadísticamente diferente a los registrados en los puntos N, NE, S, SO y O. En la Figura 3 (a) se puede apreciar perfectamente una distribución desuniforme del nivel de ruido producido por la desmalezadora durante los ensayos, con una mayor presión sonora en el sentido N, O y S. El límite de tolerancia máximo de expo-

sición al ruido admitido por el Artículo 232° (Ley n° 1100/97, 1997) es de 85 dB para una jornada de trabajo diaria de 8 horas, en este caso la desmalezadora motorizada evaluada, registró una presión sonora máxima de 98,28 dB y con base a estos resultados, el equipo solo podría ser utilizado 1 hora/ día sin equipo de protección auditiva adecuada, ya que una permanencia mayor a este tiempo sin la debida protección, ofrece riesgo grave a la salud.

Cuadro 2. Niveles de ruido registrados por la Desmalezadora de la marca Stihl (FS-220) en función al ángulo de la fuente emisora de ruido del equipo y trabajando a la máxima aceleración del motor. FCA/UNA, San Lorenzo, 2020.

En función al ángulo	Media (dB)	Máxima exposición diaria (Hora)
180° S	98,28 a*	1:00 **
45° NE	97,87 a	1:00
270° O	97,70 a	1:00
225° SO	97,63 a	1:00
0° N	97,30 a	1:00
315° NO	95,65 ab	1:45
90° E	95,08 ab	2:00
135° SE	92,88 b	3:00

* Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por Tukey ($p > 0,05$). **Límites de tolerancia máxima admitidos en los lugares de trabajo sin el empleo de EPP (Artículo 232° - Ley N° 1.100/97).

En el Cuadro 3 son presentados los niveles de ruidos producidos por la desmalezadora en función al radio de la fuente emisora de ruido (Motor), trabajando en la máxima aceleración o revolución, durante los ensayos de campo. En este caso fue detectado un efecto significativo ($p < 0,05$) entre los tratamientos, en la medida que se aleja del punto central de muestreo (0 m), donde el nivel de ruido promedio máximo registrado en el punto fue de 110,24 dB (Tiempo de exposición máximo de 1 hora/día), el cual,

fue estadísticamente superior a los valores de ruido colectados en los demás puntos de muestreo. Ya en la medida que se aleja de la fuente emisora de ruido, se verifica una disminución estadísticamente significativa para todas las distancias analizadas. A los 1 m de distancia del centro de evaluación, la presión sonora promedio fue de 105,11 dB, posteriormente la presión sonora fue disminuyendo estadísticamente hasta los 10 m de distancia al centro, registrándose un valor mínimo de 85,98 dB, pero un nivel de ruido superior a lo establecido en el Artículo 232°, lo que indica que cualquier personal que este a próximo a las distancias evaluadas, también debería utilizar equipo de protección personal (EPP). De acuerdo Portich, Lerman & Amaral (2019), las desmalezadoras a combustión generan



niveles de ruido superiores a los considerados como aceptable para la salud humana, inclusive, estos equipos producen la misma intensidad de ruido provocada por una motosierra, además de provocar un desconfort físico grande al operador (Postura desfavorable, carga de trabajo, aumento de tem-

peratura, esfuerzo, cansancio físico y mental, entre otros factores). En la Figura 3, se puede observar perfectamente la distribución espacial de los niveles (dB) generados por el equipo en un radio de alejamiento de la fuente emisora trabajando a la máxima aceleración del motor.

Cuadro 3. Niveles de ruido registrados por la Desmalezadora de la marca Stihl FS-220 en función al radio de alejamiento de la fuente emisora de ruido del equipo y trabajando a la máxima aceleración del motor. FCA/UNA, San Lorenzo, 2020.

En función al radio de alejamiento	Media (dB)	Máxima exposición diaria (Horas)
0 m	110,24 a*	1:00**
1 m	105,11 b	1:00
3 m	97,29 c	1:00
5 m	91,26 d	3:30
7 m	89,43 d	4:30
10 m	85,98 e	7:00

* Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por Tukey ($p > 0,05$)

** Límites de tolerancia máxima admitidos en los lugares de trabajo sin el empleo de EPP (Artículo 232° - Ley N° 1.100/97).

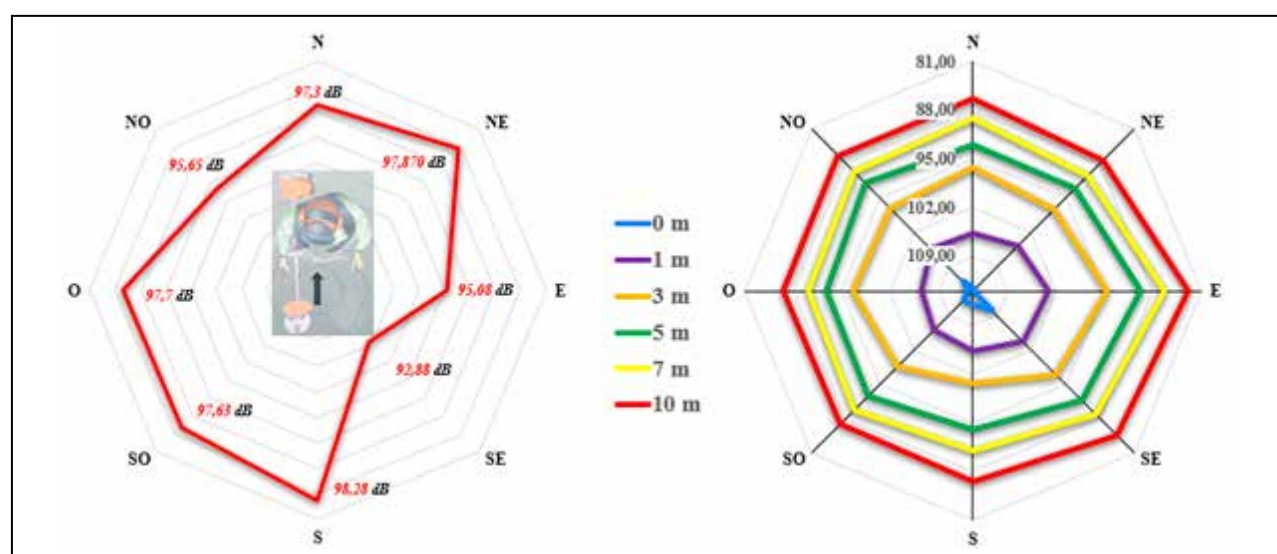


Figura 3. Niveles de ruido (dB) generados por la Desmalezadora de la marca Stihl FS-220 en función al ángulo (a) y radio de alejamiento de la fuente emisora (b). FCA/UNA, San Lorenzo, 2020.



Conclusión

Los niveles de ruido registrados por la Desmalezadora en función al ángulo y radio de alejamiento de la fuente emisora de ruido, excedieron el valor máximo recomendado por el Artículo 232°, hasta los 10 m de distancia, por lo tanto, el operador como las personas presentes alrededor del equipo, estarán sujetos a riesgo de hipoacusia siempre que no se utilice un EPP.

Referencias bibliográficas

- Alonço, A. S., Medeiros, C. A., Medeiros, F. A., & Werner, V. (2006). Análise ergonômica do trabalho em atividades desenvolvidas com uma roçadora manual motorizada. *Ciência Rural, Santa Maria*, 36(5), 1638-1642.
- FAPASISA. (2020). Stihl. Recuperado de <https://www.fapasisa.com.py/stihl>
- Fonseca, A. F. C., Santos, F. D. R., Catai, R. E., & Amarilla, R. S. D. (2017). Análise da exposição ocupacional ao ruído em trabalhadores de uma empresa florestal. *Espacius*, 38(26), 25-35.
- Gonçalves, L. M., Ferraz, G. A., Martins, F. B., Salvador, R. R., & Ferraz, P. F. (2019). Análise da perturbação acústica produzida por motosserras e roçadoras em diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 13(2), 100-108.
- Ley n° 11000/97. (1997). De prevención de la polución sonora. Congreso de la Nación Paraguaya. Asunción, Paraguay.
- Rodrigues da Cunha, J. P. A., Duarte, M. A. V., & Rodrigues, J. C. (2009). Avaliação dos níveis de vibração e ruído emitidos por um trator agrícola em preparo de solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 39(4), 348-355.
- Portich, L. P., Lerman, L. V., & Amaral, F. G. (2019). Proposta de abordagem para seleção de equipamentos de proteção individual adequados à utilização de ferramentas portáteis motorizadas. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 5(6), 38-60.



Características agronómicas y de producción del trigo bajo dosis creciente de nitrógeno

Alfonzo, L.L.^{1*}, Leguizamón, C.A.¹, Peña, P. R.¹, González, H. A.¹, Bareiro, J. L.¹

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

*alfonzolizlujan@gmail.com

Introducción

En cereales de invierno el nitrógeno (N) es de vital importancia, teniendo en cuenta la gran demanda y las pérdidas que ocasiona su deficiencia, según Gonzalo (2016). Durante épocas de bajas temperaturas la demanda del N es mucho más notable a consecuencia de la baja mineralización de la materia orgánica del suelo (Ferraris, 2007). Para satisfacer dicha demanda y minimizar pérdidas, se hace necesario una suplementación nutricional conociendo la fuente mineral y la dosis adecuada, para lograr un buen manejo del cultivo (García, 2011). Existen fuentes que aportan otros nutrientes además de N como el UAN+TFSA (urea amonio nitrato + tiosulfato de amonio), que adiciona nutrientes como azufre que es importante para la metabolización del N (Baffa, Carreras, Martínez & Massolo, 2017). Siendo hoy en día un reto el uso eficiente de N en cultivos agrícolas, el objetivo del trabajo fue evaluar cinco dosis de nitrógeno (N) para determinar la mejor estrategia desde el punto de vista técnico y económico.

Metodología

El experimento fue llevado a cabo en el distrito de Santa Rita, departamento de Alto Paraná, Paraguay, (coordenadas 25°51'44"S 55°07'01"W) entre los meses de mayo-septiembre del 2020.

El suelo se caracteriza por presentar alta fertilidad natural y con buen nivel de humedad durante parte importante del año. El análisis de suelo arrojó pH H₂O: 5,28; MO: 3,12%; P disponible: 59,3 mg. L⁻¹; Ca⁺⁺: 3,86; Mg⁺⁺: 1,33; K⁺: 0,67; Al⁺⁺⁺: 0,30; H+Al: 5,99; CIC: 11,85 en cmolc L⁻¹, el contenido de arcilla es de 53%, limo 9% y arena 38%.

Se realizó el ensayo del tipo cuantitativo, que consistía en evaluar fuente y dosis de N. El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar, siendo evaluados los factores fuente de N: UAN + TFSA (28% N –5,2% S) y dosis de N: 0, 14, 21, 28 y 35 kg ha⁻¹, totalizando 5 tratamientos y 3 repeticiones (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción y distribución de tratamientos

Tratamiento	Fuente	Dosis de N (kg ha ⁻¹)
1	UAN+TFSA*	0
2	UAN+TFSA*	14
3	UAN+TFSA*	21
4	UAN+TFSA*	28
5	UAN+TFSA*	35

Urea Amonio Nitrato + Tiosulfato de amonio*



El área total fue de 343,2 m² disponiéndose de unidades experimentales de 5 m por 1,76 m. El cultivo se condujo bajo Sistema de Siembra Directa, la variedad sembrada fue Itapúa 80, la misma presenta altura media, una moderada susceptibilidad a suelos ácidos y alto potencial industrial. Fueron sembradas de forma mecanizada estableciéndose un distanciamiento entre hileras de 22 cm. La parcela tuvo una fertilización base con la formulación 12-15-15 (N-P₂O₅-K₂O) 300 kg ha⁻¹, siendo aportado 36 kg ha⁻¹ de N, 45 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 45 kg ha⁻¹ de K₂O para eliminar posibles efectos de elementos limitantes.

Los tratamientos fueron aplicados 25 DDS. Fueron evaluados el rendimiento (kg ha⁻¹), peso hectolítrico (kg hl⁻¹), altura de planta (cm) y peso de mil semillas (g).

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza al 5% de confiabilidad y luego a la prueba de comparación de medias de Tukey.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se verifica que la dosis creciente de nitrógeno influyó sobre el rendimiento, se obtuvo un promedio de 2.422 kg ha⁻¹ en rendimiento bajo la dosis de 35 kg ha⁻¹ de UAN+TSA superando a los demás tratamientos estudiados. Mientras que el peso hectolítrico tuvo un comportamiento inverso al rendimiento, con un promedio de 79.92 kg hl⁻¹ con la dosis 0 kg ha⁻¹ de la fuente mineral utilizada, teniendo así un promedio que iban de 74,60 a 79,92 kg hl⁻¹ considerados bueno bajo todos los tratamientos.

Araujo et al. (2020), obtuvieron resultados significativos en rendimiento y peso hectolítrico bajo dosis creciente. Presentaron resultados cercanos a lo expuesto, un rendimiento promedio de 2.384 kg ha⁻¹ bajo una dosis de 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno.

Contrario a los resultados obtenidos en trabajos realizados por González, Chaparro, Rashce, & Leguizamón (2015), donde no encontraron diferencia significativa sobre el peso hectolítrico y rendimiento por efecto de dosis creciente en trigo. Reportaron 73,8 g L⁻¹ y 2.293 kg ha⁻¹ bajo la dosis de 30 kg ha de nitrógeno.

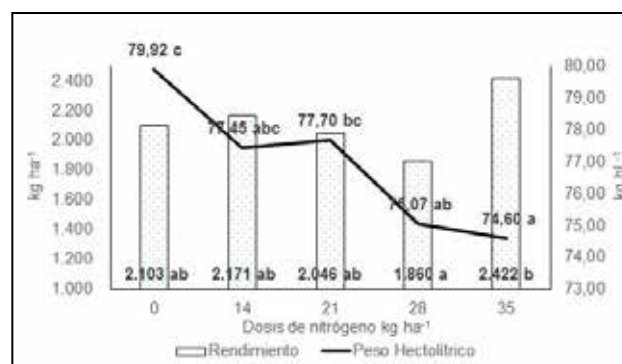


Figura 1: Rendimiento y Peso hectolítrico del cultivo de trigo en función a dosis creciente de N. Santa Rita, Paraguay 2020.

La dosis creciente de nitrógeno no afectó significativamente a la variable altura de planta con los tratamientos estudiados, las medidas variaron de 72 a 74 cm con un promedio de 73 cm, que concuerda con resultados reportados por González et al. (2015), quienes no detectaron diferencias estadísticas por efecto de dosis sobre altura de planta. Así mismo, no se observó diferencia estadística en el peso de mil semillas de trigo, obteniéndose un promedio de 41 g, variando los valores entre 41 a 43 g, observándose una media de 43 g bajo la dosis de 35 kg ha⁻¹, el cual presentó un comportamiento de crecimiento en comparación a los demás tratamientos (Figura 2), concordando con los resultados obtenidos por Petterson & Cáceres (2019), quienes no encontraron diferencia estadística con aplicación de diferentes dosis de nitrógeno.

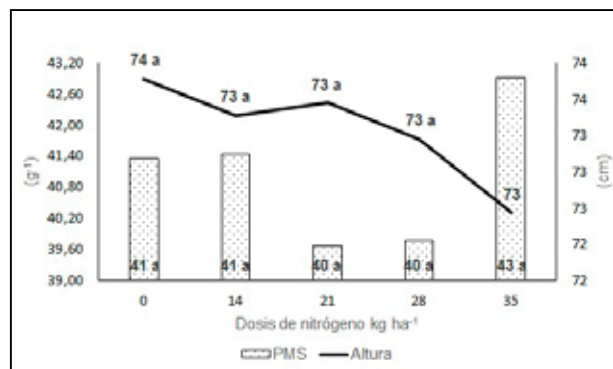


Figura 2: Altura de planta y peso de mil semillas del cultivo de trigo en función a dosis creciente de N. Santa Rita, Paraguay 2020.

Conclusión

Las dosis de nitrógeno en cobertura de 14 a 35 kg ha⁻¹, influyen positivamente sobre el rendimiento del trigo, no así sobre las variables de peso hectolítrico, altura y peso de mil semillas del mismo.

Agradecimientos

A la Compañía Dekalpar S.A. por la financiación del trabajo de investigación y por el campo experimental además de toda la logística e infraestructura. Leguizamón, C.A. y González, H.A. agradecen al CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) por sus respectivos incentivos en el marco del Programa de Incentivo a los Investigadores (PRONII).

Referencias bibliográficas

Araujo, V., Amarilla, D., Melgarejo, M., Maidana, E., Peralta, E., Bogado, M., ... & Villalba, A. (2020). Efecto del fraccionamiento del nitrógeno en las características agronómicas del trigo. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 25(1), 41-48.

Baffa, F., Carreras, N., Martínez, J., & Massolo, M. (2017). Proyecto final: Sulfato de Amonio. Recuperado de <http://190.114.221.84/handle/20.500.12272/3983>.

Ferraris, G. N. (2007). Nitrógeno y azufre en trigo: Un caso particular de interacción entre nutrientes. Publicación miscelánea. EEA Rafaela, (107).

García, F. (2011). Pensando en la nutrición de cultivos en función del sistema de producción. En II Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos (2), 11-15.

González, A., Chaparro, L., Rasche, J., & Leguizamón, C. (2015). Fertilización nitrogenada aplicada en cobertura en trigo. En II Congreso Paraguayo de Ciencias Agrarias (2), 205-208.

Gonzalo, A. 2016. Impacto económico de la fertilización nitrogenada deficiente del trigo en Córdoba. Recuperado de http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/1591/1/TM_Agosto_Gonzalo.pdf

Petterson, F., & Cáceres, A. (2019). Efecto de dos momentos de fertilización con diferentes dosis de sulfato de amonio en el cultivo de trigo. En Bienal Científica Internacional UNICAN 2019.



Estimación de la erosión potencial en la microcuenca de Yhú - Departamento de Caaguazú

Peña, P. R.^{1*}, Leguizamón, C. A.¹, Cabral, N. D.¹, Torres, R. F.¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay.

*rociop195@gmail.com

Introducción

Existen diversos factores de degradación de los suelos que ponen en peligro la sostenibilidad de los recursos. Entre estos, se encuentra la erosión hídrica, uno de los principales procesos de degradación ambiental que ocurre por la formación de escorrentía producto de las condiciones climáticas, geológicas, cobertura vegetal; además del manejo del suelo (Lugo, 2016). Si bien, es un proceso natural generalmente lento, en la actualidad se ha vuelto un problema de deterioro bastante acelerado provocada por la acción del hombre, que realiza manejos inadecuados del suelo, con cambios frecuentes no planificados del uso de la tierra, por encima de la capacidad de carga (Díaz, 2015). Como consecuencia se puede tener una disminución en la fertilidad del suelo afectando así la productividad, sedimentación en cauces hídricos y contaminación de cuerpos de agua (Pérez, Arellano, Ibáñez & Hernández, 2012). Evidentemente todos estos problemas generan directa o indirectamente importantes daños ambientales, económicos e incluso sociales, llegando a amenazar así la seguridad alimentaria, lo que justifica y fundamenta la realización de estudios, que puedan ser utilizados como base en la toma de decisiones para el control de la erosión hídrica. Con la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) se puede estimar el promedio anual de la pérdida de suelo para una planificación de áreas prioritarias que necesitan de prácticas de manejo y conservación del suelo para re-

ducir el valor de pérdida. El presente trabajo tuvo como objetivo estimar la erosión potencial de los suelos de la microcuenca de Yhú, previa estimación de los factores de la USLE; erosividad de la lluvia (R), erodabilidad del suelo (K) y la longitud y grado de pendiente (LS).

Metodología

El área de estudio comprende la microcuenca de Yhú, está situada en el Departamento de Caaguazú, abarca parte de los distritos de Yhú, San Joaquín, Raúl Arsenio Oviedo y 3 de febrero, en las coordenadas geográficas 24°59'20" S y 25°14'40" S; 056° 07'10" W y 055° 35'40" W tomadas de la base cartográfica digital (DGEEC, 2012) mediante el empleo de Sistemas de Información Geográfica.

La pérdida de suelo se expresa matemáticamente mediante la siguiente ecuación (Wischmeier & Smith, 1978):

$$A = R \times K \times LS$$

Donde:

A: media anual de las pérdidas de suelo ($t \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$)

R: factor de la erosividad de las precipitaciones ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1} \text{ año}^{-1}$)

K: factor de la erodabilidad del suelo ($t \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$)



LS: factor de la longitud y factor de gradiente de la pendiente

Factor R:

Para obtener el valor de la erosividad de la lluvia se utilizó el registro histórico pluviométrico mensual de 10 años de unas 9 estaciones meteorológicas que fue proveído por la DINAC y se aplicaron las siguientes fórmulas:

El índice modificado de Fournier se obtiene mediante la ecuación de Arnoldus (1978):

$$IMF = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P_t}$$

Donde:

P_i^2 : es la precipitación mensual; P_t : es la precipitación anual

La erosividad de la lluvia representado por el factor R, este se calculó a partir de la ecuación de Bertoni & Lombardi Neto (1985):

$$EI_{30} = 67,355 \cdot IMF^{0,85}$$

Donde:

EI_{30} : es el índice de erosividad de la lluvia;

IMF: es Índice Modificado de Fournier

Luego se procedió a la georreferenciación de las estaciones meteorológicas y tabulación de los datos pluviométricos para generar el raster y realizar la interpolación de los datos de precipitación.

Factor K:

Los datos requeridos para estimar la erodabilidad del suelo fueron extraídos del Mapa de Suelos de la Región Oriental

del Paraguay (López et al., 1995) y para el cálculo se utilizaron las siguientes ecuaciones del método utilizado en el modelo EPIC (Flores, Martínez, Oropeza, Mejía & Carrillo, 2003).

$$K=0,1317 \cdot f_{arena} \cdot f_{limo-Arcilla} \cdot f_{orgC} \cdot f_{Arena}$$

Los valores para esta ecuación se obtienen a partir de:

$$\begin{aligned} f_{arena} &= \{0,2+0,3 \exp[-0,0256 \cdot a(1-limo/100)]\} \\ f_{limo-Arcilla} &= (limo/A+limo) \\ f_{orgC} &= [1-0,25orgC/orgC+\exp(3,72-2,95orgC)] \\ f_{Arena} &= \{1-(0,70-(1-a/100)) / (1-a/100) \\ &+ \exp[-5,51+22,9(1+a/100)]\} \end{aligned}$$

Donde:

a: porcentaje de arena en el suelo; limo: porcentaje de limo en el suelo; A: porcentaje de arcilla en el suelo; Farena: es el factor relacionado al contenido de arena en porcentaje; Flimo-Arcilla: es el factor relacionado al contenido de limo en porcentaje menos el contenido de arcilla en porcentaje; ForgC: es el factor relacionado al contenido de carbono orgánico del suelo; FArena: es el factor relacionado al contenido de arena en porcentaje.

Factor LS:

Para la estimación del Factor LS en el marco de un Sistema de Información Geográfica, se utilizó el modelo digital de elevación del terreno DEM (Digital Elevation Model) y se aplicó la siguiente ecuación utilizada por Torres (2019):

$$LS = \left(\frac{A \cdot D}{22.13} \right)^{0,4} \left[\frac{Sen(Slope)}{0,0896} \right]^{1,3}$$



Donde:

LS: factor topográfico; A: acumulación de flujo; D: Tamaño de las celdas (12,5 m)

Mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica se integraron los valores de cada factor para obtener el valor de la erosión potencial.

Resultados y discusión

Una vez determinado e integrado cada factor que compone la ecuación de USLE se obtuvo el mapa de erosión potencial de la microcuenca (Figura 1).

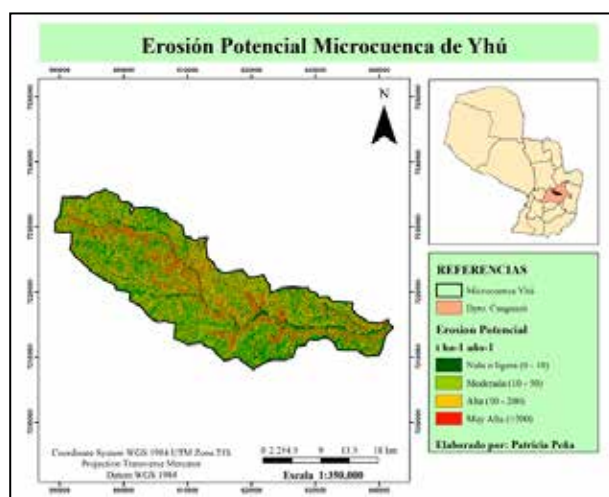


Figura 1: Erosión potencial de la microcuenca de Yhú clasificado por niveles.

El valor de la erosión dentro del área de estudio tiene niveles de pérdida muy variado, que van desde ligera a muy alta distribuido en toda la microcuenca. El valor promedio de pérdida de suelo es de $57,8 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ clasificándose en un nivel alto de erosión. Por su parte Torres (2019) realizó una investigación en el departamento de Caaguazú, donde obtuvo un valor promedio de pérdida de suelo de $110 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ coincidiendo así con el nivel de erosión alto también obtenido en la microcuenca de Yhú. En el Cuadro 1 se observa el valor estimado de

la erosión potencial teniendo en cuenta la superficie de la microcuenca y cada nivel de erosión clasificados de acuerdo a la categoría propuesta por la FAO (2015).

Cuadro 1: Valor estimado de la Erosión Potencial en relación a la superficie de la unidad hidrográfica de la microcuenca de Yhú.

Niveles de Pérdida ($\text{t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Nula o Ligera (0 - 10)	25.717,12	43,59
Moderada (10 -50)	11.590,76	19,64
Alta (50 - 200)	17.880,75	30,31
Muy Alta (>200)	3.807	6,45
TOTAL	58.995,64	100

El 43,59% de la superficie de la microcuenca posee niveles ligeros de erosión, seguido por los niveles alto, moderado y muy alto de pérdida de suelo ocupando un total de 56,4% de la superficie. Esa predominancia de niveles fue también obtenida por el IIDMA (Instituto Internacional para el Desarrollo y Medio Ambiente), STP (Secretaría Técnica de Planificación) & AID (Agencia para el Desarrollo Internacional) (1985); donde los resultados del trabajo indica que cerca del 80% del área de estudio posee pérdidas potenciales desde moderado a muy alto.

Conclusión

Con la estimación de los factores de la USLE (R, K, LS) se pudo obtener la pérdida potencial y determinar los niveles de pérdida de suelo en la microcuenca de Yhú. Esta información sirve como guía para la adopción de prácticas de manejo y de conservación del suelo que permita reducir los valores obtenidos y los efectos de la erosión.



Referencias bibliográficas

- Arnoldus, H. (1978). An approximation of the rainfall factor in the universal soil loss equation. New York, Estados Unidos: John Wiley and Sons.
- Bertoni, J., & Lombardi, F. (1985). *Conservação do solo*. São Paulo, Brasil: Coleção Brasil Agrícola.
- DGEEC (Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos). (2012). Cartografía digital. Recuperado de <https://www.ine.gov.py/microdatos/cartografia-digital-2012.php>
- Díaz, J. (2015). *Diagnóstico del potencial de erosión hídrica mediante técnicas de geoprocésamiento en la sub-cuenca del Río Angasmarca, La Libertad, Perú*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2015). *Revised world soil charter*. Roma, Italia: FAO.
- Flores, H., Martínez, M., Oropeza, J., Mejía, E., & Carrillo, R. (2003). Integración de la EUPS a un SIG para estimar la erosión hídrica del suelo en una cuenca hidrográfica de Tepatitlán, Jalisco México. *Terra Latinoamericana*, 21(2), 233-244.
- IIDMA (Instituto Internacional para el Desarrollo y Medio Ambiente), STP (Secretaría Técnica de Planificación) & AID (Agencia para el Desarrollo Internacional). (1985). *Perfil ambiental del Paraguay*. Asunción, Paraguay: CROMOS.
- López, O., González, E., De Llamas, P., Molinas, A., Franco, E., García, S., & Ríos, A. (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: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Lugo, M. (2016). Estimación de la erosión hídrica en los suelos de la microcuenca Tzalá, San Marcos, Guatemala. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5735/1/IAD-2016-T026.pdf>
- Pérez, S., Arellano, J., Ibáñez, L., & Hernández, F. (2012). Estimación de la erosión hídrica provocada por el huracán Stan en las cuencas costeras de Chiapas, México. *Terra Latinoamericana*, 30(2), 103-110. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792012000200103#B9
- Torres, R. (2019). Estimación de la pérdida potencial de suelos de las unidades hidrográficas del departamento de Caaguazú con Sistema de Información Geográfica (Tesis de grado). Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.
- Wischmeier, W., & Smith, D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning*. Washington D.C, U.S: Department of Agriculture.



Estimación del factor de erosividad de la lluvia en la microcuenca de Yhú - Departamento de Caaguazú

Peña, P. R.^{1*}, Leguizamón, C. A.¹, Cabral, N. D.¹, Torres, R. F.¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay.

*rociop195@gmail.com

Introducción

La degradación de los suelos es un proceso complejo que ocurre de forma natural por acción de factores naturales como el clima, la topografía y características físico-químicas del suelo. También se encuentra el factor externo como el manejo del suelo y la cobertura vegetal existente, de manera que una incorrecta combinación entre los factores puede acelerar el proceso de degradación del suelo a consecuencia de la erosión hídrica (García, 2010). La magnitud de la erosión hídrica, depende de manera natural del factor clima y dentro de este se encuentra principalmente la lluvia, que es el agente activo de la erosión. La erosividad de la lluvia está en función de la intensidad, duración y época de precipitación, en sí la energía con que las gotas de lluvia caen pueden romper los agregados superficiales del suelo en partículas de tamaño menor que son transportables por el agua ocasionando pérdidas en ciertas zonas y acumulación en otras (Colotti, 1999). Si existe desconocimiento del grado de erosividad de la lluvia en una zona, no se estaría evaluando de manera objetiva la contribución al proceso de erosión de los suelos. Tener información de la erosividad permite planificar usos adecuados y prácticas de manejo de suelo que disminuyan este proceso de degradación (Olivares, Lobo & Verbist, 2013); de ahí la importancia de determinar la magnitud de erosividad. El objetivo del trabajo fue estimar el valor de la erosividad de la lluvia (factor R) en la microcuenca de Yhú utilizando registros pluviométricos históricos.

Metodología

El área de estudio comprende la microcuenca de Yhú, ubicada en el Departamento de Caaguazú, en sí abarca los distritos de Yhú, San Joaquín, Raúl Arsenio Oviedo y 3 de febrero. La investigación es descriptiva cuantitativa donde se utilizaron para el cálculo los registros pluviométricos mensuales en un período de 10 años de 9 estaciones meteorológicas más cercanas a la microcuenca, ubicadas en la Región Oriental del país, información proveída por la DINAC. Para obtener el valor estimativo de la erosividad de la lluvia (factor R) fueron utilizadas las siguientes fórmulas:

El índice modificado de Fournier se obtiene mediante la ecuación de Arnoldus (1978):

$$IMF = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P_t}$$

Donde:

P_i^2 : es la precipitación mensual; P_t : es la precipitación anual

La erosividad de la lluvia representado por el factor R, este se calculó a partir de la ecuación de Bertoni & Lombardi Neto (1985):



$$EI_{30} = 67,355 \cdot IMF^{0,85}$$

Donde:

EI_{30} : es el índice de erosividad de la lluvia;
IMF: es Índice Modificado de Fournier

Luego se procedió a la georreferenciación de las estaciones meteorológicas y tabulación de los datos pluviométricos para gene-

rar el raster y realizar la interpolación de los datos de lluvia.

Se utilizó la herramienta estadística zonal para calcular la estadística del área de estudio y posteriormente los datos fueron clasificados de acuerdo a la categoría propuesta por Mannaerts (1999) descripto a continuación.

Cuadro 1. Clasificación de los valores de R según el rango (Mannaerts, 1999)

Valor de R (MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹ año ⁻¹)	Categoría
<500	Muy baja
500 - 1.000	Baja
1.000 - 3.000	Mediana
3.000 - 6.000	Alta
>6.000	Muy alta

Resultados y discusión

El valor anual de la lluvia como así también el índice de erosividad (EI30) de las 9 es-

taciones meteorológicas ubicadas en la Región Oriental se obtuvo luego del análisis de los datos históricos pluviométricos desde el año 2009 hasta el año 2018 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores anuales del EI30 en el periodo 2009 - 2018 y el factor R de las distintas estaciones meteorológicas de la DINAC.

Estación meteorológica	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Factor R (MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹ año ⁻¹)
Asunción	6.023	5.137	5.075	5.045	4.193	7.065	8.132	5.567	4.734	6.528	5.750
San Pedro	5.139	5.773	4.774	5.256	6.053	6.294	7.354	5.802	4.777	5.448	5.667
San Estanislao	5.993	5.746	6.033	5.651	4.720	6.369	9.086	6.833	5.730	6.085	6.225
Villarrica	5.645	6.639	5.801	5.730	6.357	7.814	7.417	6.554	7.171	5.393	6.452
Cnel. Oviedo	6.799	5.832	5.773	6.173	5.713	6.584	7.896	5.607	7.424	6.240	6.404
Caazapá	6.819	6.860	5.358	5.875	6.590	6.732	7.639	5.321	7.084	5.398	6.367
Paraguarí	6.270	4.993	5.196	5.348	6.370	6.817	8.017	5.362	5.282	5.949	5.960
Alto Paraná	7.137	7.275	4.736	4.561	6.579	7.832	7.778	6.261	8.670	7.142	6.797
Canindeyú	6.641	4.181	5.654	4.922	6.759	5.510	8.979	6.596	7.302	5.394	6.194



En el Cuadro 2 se verifica que el valor más alto de erosividad obtenido fue el de la estación meteorológica de Alto Paraná con un valor de $6.797 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ año}^{-1}$, en tanto la estación meteorológica que está ubicada en San Pedro fue la que obtuvo el valor más bajo, con $5.667 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

En la Figura 1 se observa el valor del factor R en la microcuenca de Yhú, se obtuvo un valor mínimo de $6.407 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ año}^{-1}$

y un valor máximo fue de $6.474 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ año}^{-1}$, teniendo un valor medio de $6.446 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ año}^{-1}$, estos valores se clasifican dentro del rango de Muy Alto teniendo en cuenta la clasificación de Man-naerts (1999). Dentro de la microcuenca se observa un aumento en el valor de erosividad de Oeste a Este coincidiendo con el mapa de isoyetas de precipitación del país, donde va aumentando la cantidad de lluvia de Oeste a Este (Pastén, Armoa & Benítez 2007).

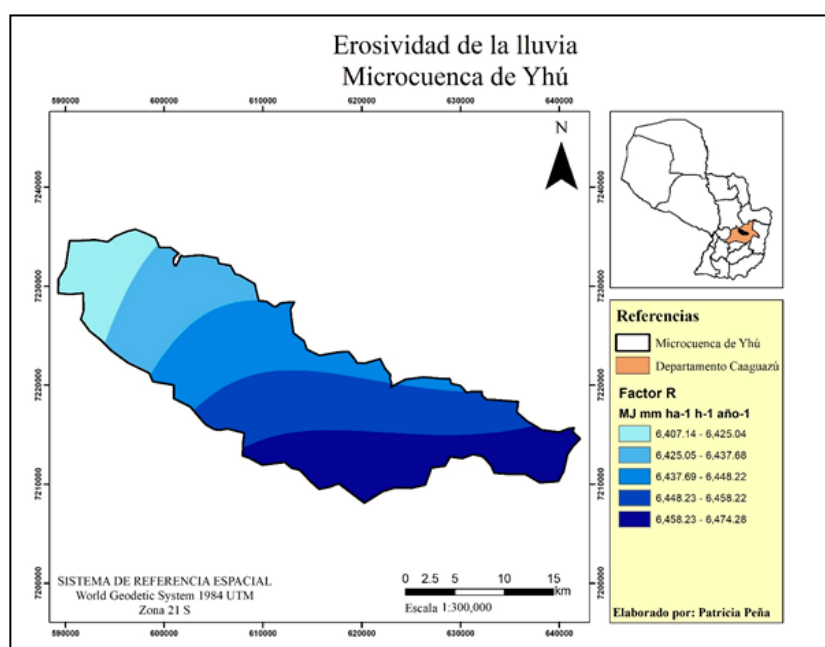


Figura 1. Mapa de erosividad de la lluvia en la microcuenca de Yhú.

En un trabajo realizado por Torres (2019), donde analizó cada factor utilizado para la estimación de la erosión potencial del departamento de Caaguazú, se obtuvo un valor promedio de erosividad en las cuencas que integran el departamento de Caaguazú de $6.275 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ año}^{-1}$, quedando clasificado en un rango de erosividad Muy Alto. Específicamente, en el área de influencia de Itaipú, donde se encuentra la microcuenca de Yhú, se obtuvo un valor mínimo de $6.194 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y

un valor máximo de $6.797 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ año}^{-1}$, coincidiendo así con el rango de erosividad Muy Alto también detectado en la microcuenca.

Conclusión

Con la utilización de los registros pluviométricos de estaciones meteorológicas de la Región Oriental se pudo estimar el factor de erosividad de la lluvia en la microcuenca de Yhú, esta información sirve como guía



para la adopción de prácticas de manejo y de conservación del suelo en la microcuenca y que permita así disminuir los efectos de las precipitaciones altamente erosivas.

Referencias bibliográficas

Arnoldus, H. (1978). An approximation of the rainfall factor in the universal soil loss equation. *John Wiley y Sons, Inc*, 6, 127- 32.

Bertoni, J., & Lombardi, F. (1985). *Conservação do Solo*. São Paulo, Brasil: Coleção Brasil Agrícola.

Colotti, E. (1999). La erosividad: Calidad de la lluvia poco conocida. *Terra Nueva Etapa*, XV (24), 99-116.

García, P. (2010). *Factores que afectan la erosión y la sedimentación*. Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe. UNESCO Documentos Técnicos del PHI-LAC, 22, 9-21.

Mannaerts. (1999). Modelo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos Revisado (RUSLE). Recuperado de: <https://es.slideshare.net/vidales2210/modelo-de-la-ecuacin-universal-de-perdida-de-suelos>

Olivares, B., Lobo, D., & Verbist, K. (2013). Estimación del factor erosividad de la lluvia en la zona semiárida de San Pedro, Chile. *Geominas*, 41 (62), 135-140.

Pastén, M., Armoa, J., & Benítez, M. (2007). Análisis de eventos meteorológicos extremos en el Paraguay. Recuperado de: <http://sdi.cnc.una.py/catbib/documentos/000317.pdf>

Torres, R. (2019). Estimación de la pérdida potencial de suelos de las unidades hidrográficas del departamento de Caaguazú con Sistema de Información Geográfica (Tesis de grado). Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, PY.



Labilidad de fósforo con el cambio de uso de la tierra en suelos del Chaco Central

Candia Díaz, A. B.¹, Rasche Álvarez, J. W.¹, Escobar Decoud, N. C.¹, Fatecha Fois, D. A.¹, Chaparro Carrillo, L. E.¹

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

*anacandia09@gmail.com

Introducción

La disponibilidad del fósforo (P) en el suelo varía de acuerdo a su labilidad (Menezes-Blackburn et al., 2016) y se lo divide en tres grupos de acuerdo a la facilidad con la cual se reponen a la solución del suelo en lábil, moderadamente lábil y no lábil. Los compartimientos de mayor labilidad son aquellos en los cuales predominan ligaciones de menor energía entre los compuestos fosfatados, y, los de menor labilidad, aquellos en los cuales, las ligaciones entre los compuestos fosfatados, son de mayor energía y menor reversibilidad (Rheinheimer, Gatiboni & Kaminski, 2008).

Barrios et al. (2016), mencionan que la intensificación de la producción agrícola de los últimos años y el uso de prácticas de manejo tradicionales han provocado deterioro de las propiedades prístinas de los suelos. Este estudio se justifica en que, entre las propiedades químicas susceptibles al deterioro se encuentra el P, y por ello, el objetivo del mismo fue comprobar si el contenido de P en su fracción lábil, moderadamente lábil y no lábil es afectado por el cambio de uso de la tierra.

Metodología

El análisis químico de las muestras se realizó en el Laboratorio del Área de Suelos y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad

Nacional de Asunción (UNA), San Lorenzo, Paraguay, en los meses de febrero y septiembre del 2020.

Fue utilizado un diseño de bloques al azar con dos tratamientos (sistema prístino y parcelas contiguas con sistema antrópico). Las muestras de suelo fueron colectadas en 20 puntos diferentes del Chaco Central de la Región Occidental y extraídas de la camada 0 – 20 cm de profundidad, secadas al aire y tamizadas con tamiz de 2 mm. Para el fraccionamiento de P se procedió a lo descrito por Hedley, Steward y Chauhan (1982) modificado por Condon, Goh y Newman (1985). Se determinaron las fracciones extraídas por resina de intercambio aniónico (RIA) y NaHCO_3 0,5 M (fracción lábil), por NaOH 0,1 M, HCl 1 M y NaOH 0,5 M (moderadamente lábil) y el Pres por digestión con $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{MgCl}_2$ (no lábil). El P extraído fue determinado con el espectrofotómetro colorímetro, mediante la lectura de la intensidad de color del complejo fosfomolibdato, producido por la reducción del molibdato por acción del ácido ascórbico.

Los resultados obtenidos fueron procesados y sometidos a análisis de varianza al 5% de probabilidad de error, con la utilización del programa estadístico Infostat versión 2020, cuando se detectó diferencias estadísticas significativas se realizó la comparación de medias por el test de Tukey al 5%.



Resultados y discusión

En la figura 1, se observa que el sistema prístino presentó mayores valores de P en comparación al sistema antrópico, en las fracciones de P evaluadas.

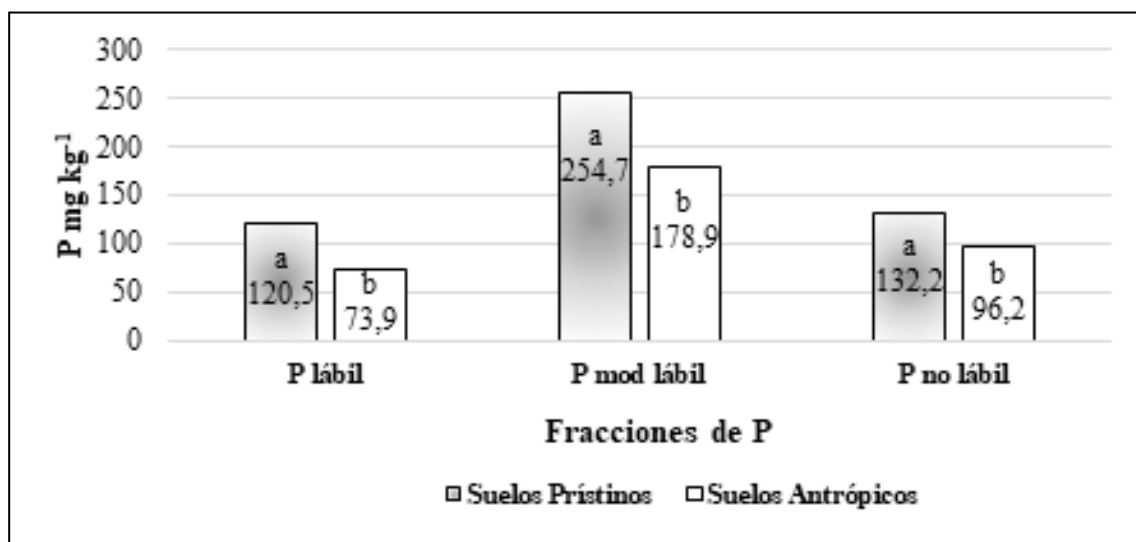


Figura 1. Comparación del contenido de P de la fracción lábil, moderadamente lábil y no lábil, en el sistema prístino y antrópico. Región Occidental, Chaco Central, 2020.

La concentración de P en la fracción lábil disminuyó con el cambio de uso de la tierra debido al aprovechamiento de P por las plantas, ya que, esta fracción, se encuentra relacionada con el P disponible para las mismas, además, puede deberse a la falta de reposición del P exportado en la cosecha, a las pérdidas por erosión o a la transformación de P a formas más recalcitrantes.

Mismos resultados fueron obtenidos por Novello & Quintero (2009), quienes mencionaron que, en suelos con uso agrícola, es notoria la disminución del P lábil en los horizontes superficiales debido a la pérdida de la materia orgánica, a la extracción por cosechas y a la erosión de los suelos.

Con los valores obtenidos se comprueba, que los usos del suelo también afectan a la fracción moderadamente lábil, la disminución del contenido de P en esta fracción se debe al agotamiento progresivo del P de la

fracción lábil, debido a las pérdidas de este nutriente en los sistemas agrícolas, y tales pérdidas inducen los procesos de mineralización de la materia orgánica y la desorción del P inorgánico de esta fracción, de manera a suministrar P a la fracción más lábil. En contra partida, hay trabajos que han demostrado que las prácticas empleadas en los sistemas antrópicos también pueden afectar positivamente a esta fracción, como el de Vázquez, Morales, Fernández y Dalurzo (2011), en el cual, demostraron, que prácticas como la adición de fertilizantes fosfatados produce incrementos en esta fracción de P en el suelo.

En la fracción no lábil, también se observó la disminución en la concentración de P, una vez realizado el cambio de uso de la tierra, lo que se traduce en una disminución en las reservas de P en suelo. Los suelos del Chaco, naturalmente son ricos en P, razón por la cual no son fertilizados,



pero, si no se realiza la reposición de P a largo plazo, este nutriente se puede agotar a valores que quedan por debajo del nivel de suficiencia para los cultivos.

Conclusión

El contenido de P de la fracción lábil disminuyó en un 39%, de la fracción moderadamente lábil disminuyó en un 30% y de la fracción no lábil disminuyó en un 27% en comparación al contenido inicial de P en los suelos del Chaco Central. Esto evidencia que el contenido de P es afectado por el cambio de uso de la tierra.

Agradecimientos

Al PUBIABM (Programa Universitario de Becas para la Investigación "Andrés Bolognon Montero") por el apoyo económico para el desarrollo de este experimento, y a la Cooperativa Colonizadora Multiactiva Fernheim Ltda. por la colecta y envío de las muestras de suelos.

Referencias bibliográficas

Barrios, M., Sokolowsky, A., de Grazia, J., Rodríguez, H., Debelis, P., Gagey, M., ... Buján, A. (2016). Análisis de componentes principales sobre propiedades físicas y químicas del suelo en dos sistemas de labranza. En *XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 27 junio -01 julio*. Córdoba: UniRío, pp. 5.

Condron, L., Goh, K., & Newman, R. (1985). Nature and distribution of soil phosphorus as revealed by a sequential extraction method followed by ^{31}P nuclear magnetic resonance analysis. *Journal of Soil Science*, 36 (2), 199-207.

Hedley, M., Steward, J., & Chauhan, B. (1982). Cambios en las fracciones de fósforo inorgánico y orgánico del suelo inducidas por prácticas de cultivo y por incubaciones de laboratorio. *Soil Science Society of America Journal*, 46, 970-976.

Menezes-Blackburn, D., Paredes, C., Zhang, H., Giles, C., Darch, T., Stutter, M., ... Haygarth, P. (2016). Organic acids regulation of chemical-microbial phosphorus transformations in soils. *Environmental Science & Technology*, 50, 11521-11531.

Novello, O., & Quintero, E. (2009). Contenidos de fósforo total en suelos del distrito Villa Eloisa (Santa Fe). *Informaciones agronómicas*, 41, 11-15.

Rheinheimer, D., Gatiboni, L., & Kaminski, J. (2008). Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solo sob sistema plantio direto. *Ciência rural*, 38 (2), 576-586.

Vázquez, S., Morales, L., Fernández, C., & Dalurzo, H. (2011). Fertilización fosfatada y fracciones de fósforo en Alfisoles, Ultisoles y Oxisoles. *Ciencia del Suelo*, 29 (2), 161-171.



Métodos alternativos para determinar la disponibilidad de fósforo en suelos del Chaco Central

Candia Díaz, A. B.^{1*}, Rasche Álvarez, J. W.¹, Escobar Decoud, N. C.¹, Fatecha Fois, D. A.¹, Benítez Almeida, C. V.¹

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

*anacandia09@gmail.com

Introducción

El análisis de suelo que predice el nivel de disponibilidad de fósforo (P) es singular para cada cultivo y condición donde se desarrolla; por tanto, debe basarse en la relación entre el P extraído por la planta y el análisis de suelo realizado con una técnica apropiada (Borges, Soria, Casanova, Villanueva & Pereyda, 2008). Históricamente, han sido desarrollados diferentes métodos de análisis, con el objetivo de disponer de indicadores confiables de su disponibilidad en el suelo (Hernández, 2004). A pesar de ello, no hay un método universal para su estimación. (Carretero et al., 2015), ya que, aún, con los varios métodos de extracción de P, no siempre los resultados obtenidos en los análisis químicos se correlacionan con las cantidades de P absorbidas por las plantas (Arruda, Lana & Pereira, 2015).

Ningún método de análisis de P ha sido calibrado ni validado en los suelos de la Región Occidental. Es por ello, que el objetivo de este trabajo fue comparar cinco métodos de extracción de P en suelos del Chaco Central, de manera a distinguir si existen diferencias en la cuantificación de P entre cada método de análisis.

Metodología

El experimento se realizó en el Laboratorio del Área de Suelos y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional

de Asunción (UNA), en la ciudad de San Lorenzo, Paraguay; durante los meses de agosto y septiembre de 2020.

Las muestras de suelo fueron colectadas del Chaco Central de la Región Occidental y extraídas de la camada 0 – 20 cm de profundidad. El diseño experimental utilizado fue bifactorial en bloques completos al azar, donde el factor A corresponde a los usos del suelo y el factor B corresponde a los métodos de análisis de P y 20 repeticiones.

Los tratamientos del factor A son los usos prístinos y antrópicos del suelo, y los tratamientos del factor B son los métodos Olsen, Mehlich 1, Mehlich 3, Bray y Kurtz N°1 y Resina de Intercambio Aniónico (RIA) empleados para el análisis de P.

En el laboratorio, las muestras se secaron al aire, tamizaron con malla de 2 mm y posteriormente se pesó y 1 g de suelo en tubos Falcon de 15 ml. Las extracciones de P disponible se realizaron de acuerdo con las siguientes metodologías:

- Olsen: extracción con NaHCO_3 0,5 M a pH 8,5, relación suelo-extractante (1:10), tiempo de agitación 1 h 30 minutos en agitador horizontal.
- Mehlich 1: extracción con 0,0125 M H_2SO_4 + 0,005 M HCl, relación suelo-extractante (1:10), tiempo de agitación 5 min en agitador horizontal.



- Mehlich 3: extracción con $0,2 \text{ mol L}^{-1} \text{ CH}_3\text{COOH} + 0,25 \text{ mol L}^{-1} \text{ NH}_4\text{NO}_3 + 0,015 \text{ mol L}^{-1} \text{ NH}_4\text{F} + 0,013 \text{ mol L}^{-1} \text{ HNO}_3 + 0,001 \text{ mol L}^{-1} \text{ EDTA}$ (ácido etilendiaminotetraacético), relación suelo-extractante (1:10), tiempo de agitación 5 min en agitador horizontal.
- Bray y Kurtz N° 1: extracción con $0,025 \text{ M HCl} + 0,03 \text{ M NH}_4\text{F}$ ($\text{pH} < 2,9$), relación suelo-extractante (1:10), tiempo de agitación 1 min en agitador horizontal.
- Resina de intercambio aniónico (RIA): saturación de RIA con $\text{NaHCO}_3 \text{ } 0,5 \text{ M}$ a $\text{pH } 8,5$, posterior agitación de estas con 10 ml de agua destilada por 16 horas en agitador del tipo "end-over-end". Seguidamente, se extrajeron las resinas fueron colocadas en $\text{HCl } 0,5 \text{ M}$, relación suelo-extractante (1:10), tiempo de reposo 1 h 30 min y agitación de 30 min en agitador horizontal.

El P extraído fue determinado con el espectrofotómetro colorímetro, mediante la lectura de la intensidad de color del complejo fosfomolibdato, producido por la reducción del molibdato por acción del ácido ascórbico.

Los resultados obtenidos fueron procesados y sometidos a análisis de varianza al 5% de probabilidad de error, con la utilización del programa estadístico Infostat, cuando se detectó diferencias estadísticas significativas se realizó la comparación de medias por el test de Tukey al 5%.

Resultados y discusión

No hubo interacción entre ambos factores. Entre los usos de suelo, no se presentó diferencias estadísticas significativas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Contenido de P (mg kg^{-1}) en diferentes usos de suelo. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, San Lorenzo, 2020.

Factor A: usos del suelo	
Usos	Contenido de P en mg kg^{-1}
Antrópicos	99,2 a
Prístinos	92,0 a

(a,b) Letras minúsculas diferentes en las columnas indican diferencias estadísticas entre sí ($p < 0,05$).

El contenido de P no varió con la intervención antrópica con relación a los suelos prístinos. Esto podría deberse a la adición de fertilizantes fosfatados que repongan lo exportado por los cultivos y a prácticas conservacionistas que eviten las pérdidas de este nutriente en el suelo. Resultados contrarios a este fueron encontrados por Henríquez (2015), en el que, el suelo con manejo agrícola presentaba mayores concentraciones de P, así como a los resultados obtenidos por Novello & Quintero (2009), quienes mencionan que, en suelos con uso agrícola, es notoria la disminución de P en los horizontes superficiales.

Entre los diferentes métodos de extracción de P, se evidenció diferencias estadísticamente significativas entre algunos métodos, las mayores cantidades de P fueron extraídas por Bray y Kurtz N° 1 y Mehlich 1, seguido por el método Mehlich 3 y Olsen y por último por RIA (Cuadro 2).



Cuadro 2. Cantidades de P (mg kg^{-1}) extraídas por los diferentes métodos empleados. Facultad de Ciencias Agrarias – UNA, San Lorenzo, 2020.

Factor B: métodos de análisis de P	
Métodos	Cantidad de P en mg kg^{-1}
Bray y Kurtz N° 1	183,1 a
Mehlich 1	155, 8 a
Mehlich 3	68, 1 b
Olsen	41, 5 bc
RIA	29, 4 c

(a,b,c) Letras minúsculas diferentes en las columnas indican diferencias estadísticas entre sí ($p < 0,05$).

Para Bray y Kurtz N°1 y Mehlich 1, no se observaron diferencias estadísticas significativas, siendo las extracciones por ambos métodos, superiores a las demás. Dichos métodos, en suelos neutros a alcalinos, como los del Chaco Central, tienden a sobre estimar las concentraciones de P, ya que los mismos solubilizan formas de P no disponibles para las plantas. Es así, que Bray & Kurtz (1945), mencionan que el método Bray solubiliza minerales apatífticos. A su vez, el método Mehlich 1, ha recibido críticas, debido a la excesiva extracción de P ligado al Ca (Kaminski & Peruzzo, 1997). Causando ambos métodos la sobre estimación de las concentraciones de P.

El método Mehlich 3, por su parte, presentó diferencias estadísticas significativas entre los métodos mencionados anteriormente, ya que extrajo menos P que los mismos y también con el método RIA, ya que este método extrajo más cantidad de P, en cambio, no presentó diferencias estadísticas con el método Olsen. Rodríguez, Lema, González & González Pimentel (2005), mencionan que este multiextractante puede ser empleado en un amplio rango de pH, desde suelos ácidos a suelos calcáreos y

que se ha demostrado que las cantidades extraídas con este método se correlaciona bien con la disponibilidad de este nutriente para las plantas.

La extracción con Olsen, presentó diferencias con Bray y Kurtz N°1 y Mehlich 1, pero no con los métodos Mehlich 3 y RIA, este método, tal vez sea uno de los más aptos para su uso en los suelos neutros o calcáreos, ya que, como mencionan Zalba, Bravo, Amiotti & Peinemann (2002), se basa en el control de la actividad de los iones calcio, durante la extracción de P en suelos calcáreos, y además, extrae algo de fosfato ligado al hierro y aluminio, siendo por ello, un buen extractante para un amplio rango de pH del suelo.

El método RIA, fue el que extrajo la menor cantidad de P, presentó diferencias estadísticas significativas con los métodos Bray y Kurtz N°1, Mehlich 1 y Mehlich 3, en cambio no presentó diferencias significativas con el método Olsen. Este método es considerado como el más apto para las determinaciones de P en los suelos, ya que, según van Raij, Cantarella, Quaggio & Prochnow (2010), el RIA es un indicador sensible de la disponibilidad de P en el suelo.

Todos los métodos empleados en el estudio extraen diferentes cantidades de P de los suelos, resultado similar fue encontrado por Moreno Resquín, Leguizamón Rojas, Zacarías Servín & Britos Benítez (2019), en el que, comparando diferentes métodos de extracción de P, no observaron buena correlación entre los mismos para los suelos de la Región Occidental.

Conclusión

Con estos resultados, se verifica, que los métodos extraen diferentes cantidades de P de los suelos, lo que evidencia la necesidad de estudios de correlación y calibración de los métodos de extracción de P para los suelos del Chaco.



Agradecimientos

Al PUBIABM (Programa Universitario de Becas para la Investigación "Andrés Borgognon Montero") por el apoyo económico para el desarrollo de este experimento, y a la Cooperativa Colonizadora Multiactiva Fernheim Ltda. por la colecta y envío de las muestras de suelos.

Referencias bibliográficas

- Arruda, E., Lana, R., & Pereira, H. (2015). Fósforo extraído por Mehlich I e Resina de Troca Aniônica em solos submetidos à calagem. *Bioscience Journal*, 31 (4), 1107-1117.
- Borges, L., Soria, M., Casanova, V., Villanueva, E., & Pereyda, G. (2008). Calibración del análisis de fósforo en suelos de Yucatán, México, para el cultivo de Chile Habanero. *Agrociencia*, 42, 21-27.
- Bray, R., & Kurtz, L. (1945). Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, 59, 39-45.
- Carretero, A., Zambrano, A., Hernández, E., Contreras, F., Machado, D., Bianchi, G., ... Varela, R. (2015). Comparación de dos métodos de extracción de fósforo disponible en un suelo ácido. *Avances en Química*, 10, 29-33.
- Henríquez, C. (2015). Efecto del uso del suelo sobre las formas de fósforo de un Andisol. *Agronomía Costarricense*, 39 (3), 79-85.
- Hernández, J. (2004). Métodos para estimar la disponibilidad de fósforo en los suelos. En Raúl Bermúdez; Walter Ayala, Comunicación presentada en el *Seminario de actualización Técnica: Fertilización Fosfata de Pasturas en la Región Este*, 30 de abril. Montevideo: Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA, pp. 11-19. Recuperado de <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429240309123740.pdf>
- Kaminsky, J., & Peruzzo, G. (1997). Eficacia de fosfatos naturales reactivos em sistemas de cultivo. *Boletim Técnico Santa Maria*, 3, 1-10.
- Moreno Resquín, H., Leguizamón Rojas, C. A., Zacarías Servín, D., & Britos Benítez, C. (2019). Metodologías alternativas para la determinación de fósforo disponible en suelos de la Región Oriental y Occidental. En *III Congreso de Ciencias Agrarias y VI Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos, 3-5 de octubre*. Caaguazú: SOPACIS, pp. 432-434.
- Novello, O., & Quintero, E. (2009). Contenidos de fósforo total en suelos del distrito Villa Eloisa (Santa Fe). *Informaciones agronómicas*, 41, 11-15.
- Rodríguez, P., Lema, M., González, G., & González Pimentel, S. (2005). Evaluación del reactivo Mehlich 3 como extractante multielemental. En *V Congreso Ibérico de Ciências Hortícolas y IV Congreso Ibero-americano de Ciências Hortícolas, 22-27 de mayo*. Porto: Associação Portuguesa de Horticultura, pp. 449-455.
- van Raij, B., Cantarella, H., Quaggio, J., & Prochnow, L. (2010). Resina de intercambio iónico para determinar la disponibilidad de fósforo en el suelo. En *XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, 17-19 noviembre*. Santo Domingo: SecSuelo, pp.1-7.
- Zalba, P., Bravo, O., Amiotti, N., & Peinemann, N. (2002). Métodos alternativos para determinar las disponibilidades de fósforo en suelos agrícolas. *Ciencia del Suelo*, 20 (1), pp. 50-53.



Productividad del pasto elefante (*Cenchrus purpureus*) bajo riego y fertilización

Britos, C. A.^{1*}, Walder, M. A.¹, Franco, R.¹, Fariña, T.¹, Alonzo, L. A.¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo Paraguay

*cbritos@agr.una.py

Introducción

En el país, el principal alimento para el ganado son los forrajes, entre los cuales podemos citar al pasto elefante como una alternativa válida para la producción. Este pasto se utiliza generalmente para la alimentación del ganado bovino, principalmente para corte, pastoreo, heno y ensilaje, según lo indicado por Bresanovich (2014), su utilización en el país es muy aceptada ya que es uno de los pocos pastos que tiene la posibilidad de producir gran cantidad de materia verde en corto tiempo en el espacio utilizado debido a su gran porte. Si bien es un forraje que se adapta a suelos de mediana fertilidad, en suelos arenosos sin materia orgánica su desarrollo es deficiente (Canudas 2008). Debido a su rápido crecimiento, los pastos tropicales, pierden rápidamente su valor nutritivo con la madurez. Investigaciones realizadas en pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp), indican que su calidad nutricional cambia con la edad de corte (Correa, Ceron, Arroyave, Henao & López, 2004). Es decir, disminuyen las concentraciones de proteína bruta (PB), extracto etéreo y carbohidratos no estructurales, aumenta la fibra neutro detergente (FND) y se mantienen sin cambios las concentraciones de lignina y cenizas (Correa 2006). Las prácticas como aplicación de materia orgánica, fertilización y riego al cultivo podrían ayudar a mantener y mejorar la producción del pasto en el tiempo.

El objetivo del trabajo fue evaluar la producción del pasto elefante (*Cenchrus purpureus*), utilizando el riego por goteo con fertilización química, según recomendación del análisis de suelo y fertilización orgánica, para ofrecer mayor cantidad y calidad de alimentos forrajeros para el ganado bovino.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el campo experimental del Área de Protección Vegetal, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias ubicado en el Departamento Central del Paraguay, con una altitud de 128 msnm. La parcela experimental se encontraba en desuso por aproximadamente cuatro años, la misma fue utilizada en años anteriores para estudios de campo con pasturas. El periodo experimental abarcó desde el mes de julio al mes de octubre del año 2018, totalizando un total de 100 días de evaluación, comprendiéndose así el periodo experimental en las estaciones invierno-primavera. Fue realizado un análisis de suelo cuyo resultado se presenta a continuación, el mismo refleja que los elementos se encuentran en niveles muy bajos como así también la materia orgánica, con estos datos se procedió a preparar los diferentes tratamientos.



Tabla 1. Análisis de suelo de la parcela experimental. FCA, UNA, 2018

Prof. cm	pH	MO %	P ppm	Ca +2	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺	Clase text.	Color
_____cmol/ kg_____										
0-25	5,52	1,20	1,18	1,01	0,58	0,11	0,00	0,00	Areno Franco	Marrón Rojizo

Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 3,33 x 3 metros, total de 290 m² aproximadamente. Totalizando 24 unidades experimentales. La formulación de fertilizante utilizada fue 40-40-30 de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, la fuente de fertilizantes fue urea, superfosfato triple y cloruro de potasio, según recomendación. El sistema de riego utilizado fue por goteo para lo cual se procedió con la instalación

del mismo y la realización de los cálculos para estimar la cantidad de agua a ser utilizada de acuerdo al requerimiento del cultivo. La siguiente tabla presenta la lámina de riego (LR) aplicada durante el periodo de experimentación y el ciclo de riego, es decir el intervalo de días entre cada riego. La duración de riego varía dependiendo del mes, y consecuentemente también varía la lámina bruta de riego.

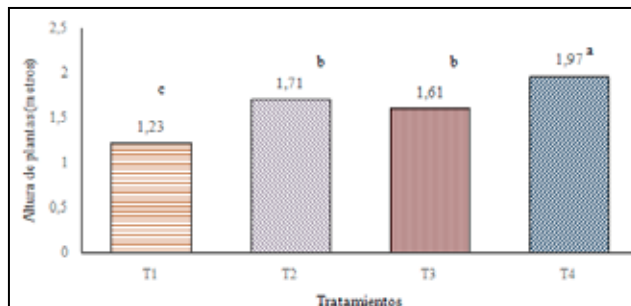
Tabla 2. Lámina de riego aplicada durante el periodo experimental

Mes	Horas de riego	Minutos	Lámina de riego (LR) en mm/mes.	Ciclo de riego
Julio	0.995	59.73	15.2	4 días
Agosto	0.767	46.04	11.73	2 días
Septiembre	0.912	54.75	13.95	2 días
Octubre	0.99	59.73	15.21	2 días

Los tratamientos fueron constituidos de la siguiente manera T1 (testigo) sin fertilización y sin riego, T2 con fertilización y sin riego, T3 sin fertilización y con riego, T4 con fertilización y con riego. Las variables de medición evaluadas fueron la altura de la planta al momento del corte y producción forrajera en MV y MS. Los resultados obtenidos de los tratamientos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA), y en los casos donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas, se realizó una comparación de medias por el Test de Tukey con un nivel de 5% de probabilidad de error, para determinar las diferencias entre tratamientos. El programa estadístico utilizado fue Infostat.

Resultados y discusión

El resultado altura de planta al momento del corte se observa en la Figura 1. La variable altura de planta presenta mejores resultados en el tratamiento donde fue regado y aplicado fertilizante T4. El mismo logró 38% más altura con respecto al T1, el cual no recibió fertilización ni riego, con resultados de 1,97 y 1,23 metros respectivamente. El T2 y T3 no presentan diferencias estadísticas entre sí, sin embargo, presentan diferencias con el T1 y el T4. Se destaca la influencia de la aplicación conjunta de fertilizantes y riego en la altura de la planta, sin embargo, no se observan diferencias entre la aplicación de uno de los factores en ausencia del otro.



T1 (testigo): sin fertilización y sin riego; T2: con fertilización y sin riego; T3: sin fertilización y con riego; T4: con fertilización y con riego.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Figura 1. Resultados de la altura del pasto Elefante (*Cenchrus purpureus*) bajo riego y/o fertilización. FCA – UNA, San Lorenzo, Paraguay, 2020.

Robinson (2005), señala la importancia de la fertilización nitrogenada y fosfatada para las gramíneas, cuando son cultivados en suelos pobres en estos nutrientes de modo que la aplicación de los mismos resulta en altas respuestas tanto en cantidad como en calidad de forraje. (García, Micucci, Rubio, Ruffo, & Daverede 2005) mencionan que numerosos estudios registraron que la fertilización nitrogenada, con aplicación a finales de invierno y principios de la primavera, ejercen importantes respuestas en las pasturas, aplicaciones tardías

resultan en menor eficiencia de uso. Cabe mencionar que el agua es el vehículo que transporta el nutriente del suelo a la planta, esto se pudo evidenciar en la mayor altura de la planta en el T4.

De acuerdo con estos resultados, Retureta et al. (2019), determinaron que el riego afecta significativamente la longitud del tallo, las hojas y la distancia entre los entrenudos de *Cenchrus purpureus*, los autores obtuvieron, en promedio, una altura 22% superior al tratamiento sin riego, a los 98 días de evaluación. Así mismo, Macedo (2015) indica que la fertilización de pasturas influye significativamente en la altura de la planta, el mismo obtuvo un incremento del 10% en relación al control, el cual no fue fertilizado.

Por su parte (Gómez, Loya, Sanginés & Gómez 2015), también coinciden con estos resultados y mencionan que las condiciones hídricas influyen significativamente en la altura de la planta, tras evaluar variedades de *Cenchrus purpureus* en diferentes condiciones de hídricas.

En cuanto producción forrajera se puede apreciar en la siguiente tabla los resultados obtenidos en cuanto a la proporción de materia verde y materia seca de la planta al momento del corte

Tabla 3. Contenido de materia verde y seca, obtenidos del pasto elefante (*Cenchrus purpureus*) bajo riego y/o fertilización. FCA, UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2020.

Tratamientos	MV(Kg.ha ⁻¹)	MS (Kg.ha ⁻¹)	MV %	MS %
T1	3.617	729	80,18 ^{ns}	19,82 ^{ns}
T2	4.692	884	81,22	18,78
T3	4.442	881	80,31	19,69
T4	5.775	1.149	80,24	19,76
promedio	4.632	927	80,49	19,51
CV			4,26	17,58



Los tratamientos aplicados en la investigación no presentan diferencias estadísticas significativas en relación al % MS y % MV, la Tabla muestra que los resultados obtenidos presentan tendencias de mejores resultados cuando los tratamientos obtuvieron riego y fertilización, con promedio de 80,49% y 19,51% de MV y MS respectivamente. Se observa, además, que el promedio de MV es de 4.632 kg ha⁻¹ y 927 kg ha⁻¹ de MS. Esta situación pudo haber sido a causa de baja disponibilidad del fósforo en el suelo considerando el bajo contenido de la suma del calcio más magnesio en el suelo al momento de iniciar el experimento, como se puede apreciar en el análisis de suelos de la tabla 1. Comparando con otros autores encontramos que, (Jaurena et al., 2015), tampoco obtuvieron respuesta significativa en cuanto a la producción de MS de forrajeras bajo sistemas de riego, en comparación a parcelas en ausencia de riego, durante un periodo de dos años de evaluación.

Sin embargo, obtuvieron diferencias en cuanto a la fertilización, donde se obtuvo un incremento medio de 30% en relación a las parcelas no fertilizadas, tal aumento se atribuye a las dosis y al periodo prolongado de fertilización. Por otro lado, (Giorello, Jaurena, Boggiano & Pérez, 2012), mencionan que las condiciones de riego mejoran la eficiencia en el uso de fósforo y nitrógeno del suelo. Sin embargo, en el presente experimento no se pudo constatar dicha situación.

Por su parte, Macedo (2015), en un estudio, demostró que la aplicación de fertilizantes no influye significativamente en la producción de MV y MS de *Pennisetumsp.*, el autor obtuvo en promedio 85% y 15% de

MV y MS respectivamente, lo que coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación. Al igual que Gómez et al. (2015), quien menciona que la producción de MS y MV de *Cenchrus sp.* obtuvo un promedio de 81 y 19% en periodo de elevadas precipitaciones.

Conclusión

La fertilización y riego por goteo del pasto elefante influye positivamente en la atura del pasto, no así en la producción forrajera.

Referencias bibliográficas

- Bresanovich, J. (2014). Rendimiento forrajero de pasto elefante *Pennisetumpurpureum*, regado con goteo subterráneo, bajo dos formas de manejo de riego (Tesis). Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.
- Canudas, E. (2008). Producción de forrajes, carne y análisis económico en pastoreo racional e intensivo de pasto. En XIII Reunión Científico Tecnológico Forestal y Agropecuario del Estado de Veracruz. México.
- Correa, H., Ceron, J., Arroyave, H., Henao, J., López, A. (2004). Pasto maralfalfa: Mitos y realidades. En IV Seminario Internacional Competitividad en carne y leche (pp. 231-274). Medellín, Colombia: Cooperativa Colanta, Hotel Intercontinental de Medellín.
- Correa, H. (2006). *Calidad nutricional del pasto maralfalfa (Pennisetumsp) cosechado a dos edades de rebrote*. *Live-stock Research for Rural Development*, 18(6). Recuperado de <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/6/corr18084.htm>



- García, F., Micucci, F., Rubio, G., Ruffo, M., & Daverede, I. (2005). *Fertilización de pasturas en la región pampeana*. Buenos Aires, Argentina: Inpofos.
- Gómez, A., Loya, J., Sanginés, L., & Gómez, J. (2015). Composición química y producción del pasto *Pennisetumpurpureum* en la época de lluvias y diferentes estados de madurez. *Revista EDUCATECONCIENCIA*, 6(7), 68-74.
- Giorello, D., Jaurena, M., Boggiano, P., & Pérez, E. (2012). *Riego en cultivos y pasturas: Respuesta al riego suplementario en pasturas y forrajes*. Salto, Uruguay: INIA. Recuperado de <http://inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429080413094411.pdf>
- Jaurena, M., Giorello, D., Antúnez, J., Díaz, S., Sosa, M., & Zago, R. (2015). *Efectos de la fertilización NP en la evolución de la cobertura de gramíneas nativas perennes en condiciones de riego y secano*. Uruguay: INIA.
- Macedo, D. (2015). *Efecto de la aplicación del estiércol de vaca sobre la producción de forraje de la especie Pennisetumsp (Maralfalfa) en condiciones del valle del Alto Mayo (Tesis Med. Vet.)*. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú. Recuperado de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upao-rep/3058/1/RE_MED_VETE_DIANA_MACEDO_EFECTO.DE.LA.APLICACION.DEL.ESTIERCOL_DATOS.pdf
- Retureta, C., Padilla, C., Martínez, R., Vega, V., Gudiño, R., & Montero, M. (2019). *Efecto del riego sobre la calidad, desarrollo y producción de biomasa a dos edades de corte en Cenchrus purpureus vc. CT-115, para la región central del estado de Veracruz. Avances en Investigación Agropecuaria*, 23(1),41-48.
- Robinson, D. (2005). *Fertilización y utilización de nutrientes en campos forrajeros de corte*. Bogotá, Colombia: INTA.



Efecto de sistemas de labranza sobre algunas propiedades físicas en el distrito de Choré

Britos, C. A.^{1*}, Baez, A. F.¹, Leguizamón, C. A.¹, Fatecha, D. A.¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay.

*cbritos@agr.una.py

Introducción

La degradación de los suelos de la Región Oriental del Paraguay se constituye como principal problema de los sistemas productivos inadecuados, cuya causa es el aumento de los suelos erosionados, deteriorados y contaminados. Afecta principalmente a regiones rurales de alta concentración de la población con pequeñas superficies de producción, como también ocurre en áreas de alta producción que demanda uso intensivo del suelo (Federación de Cooperativas de Producción [FECOPROD, 2016]). El volteo sucesivo de los suelos durante su preparación para la siembra y control de malezas suelen ocasionar que el mismo se degrade en sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Rodríguez González et al. (2017) plantean que una de las causas fundamentales en el deterioro de las propiedades físicas del suelo está dada por el uso inadecuado de sistemas de labranzas, implicando un deterioro del recurso suelo, que está dado por la explotación intensiva y a veces poco racional. Por otro lado, la siembra directa es la práctica de cultivo en la que las semillas se colocan en el suelo sin labranza, mediante el mínimo movimiento del suelo, para garantizar un buen establecimiento del cultivo (Derpsch, Florentín & Moriya, 2014). El requisito para poder considerar el sistema bajo siembra directa es que más del 50% de la superficie del suelo debe permanecer sin disturbar. Una característica diferencial de la siembra directa frente a la labranza convencional es

la disposición de los residuos, que permanecen en superficie y regulan la interfase suelo-atmósfera. La importancia de esta delgada línea de contacto es que regula la pérdida de humedad, la temperatura edáfica y el riesgo de erosión del suelo (López, Duval, Martínez & Galantini, 2018). El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de dos sistemas de manejo del suelo, labranza convencional y siembra directa, sobre algunas propiedades físicas del suelo.

Metodología

El experimento se llevó a cabo en el Centro de Investigación de la Agricultura Familiar (CIAF) del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, ubicado en el distrito de Choré, departamento de San Pedro de la Región Oriental del Paraguay. El suelo predominante de la zona es clasificado como un Alfisol, de clase textural arenosa franca, paisaje de lomadas, material de origen arenisca, posee menos de 3% de pendiente, con buen drenaje y pedregosidad nula según López et al. (1995). El área viene siendo utilizada como parte de un ensayo de larga duración con más de 15 años conservando el mismo sistema de manejo y rotación de cultivos manteniendo así la distribución a campo de los tratamientos con el fin de evaluar las limitaciones de los suelos arenosos de San Pedro. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar correspondiente a parcelas subdivididas de tres tratamientos con tres repeticiones



donde se evaluaron dos factores: sistemas de labranza aplicada a las parcelas experimentales, otro factor fue la rotación de cultivos la cual se aplicó a las subparcelas consistentes en tres rotaciones. El total del área utilizada por el experimento fue de 2.592 metros cuadrados dispuesta en dos parcelas principales de 9 metros de ancho y 48 metros de largo, y 6 parcelas secundarias de 9 metros de largo y 8 metros de ancho cada una; y un total de 36 unidades

experimentales de las cuales fueron analizadas 18 subparcelas en tres niveles de profundidad, incluyendo tres bloques de 864 metros cuadrados cada uno.

Los tratamientos para determinar humedad fueron evaluados de forma independiente por profundidad (0 – 0,05; 0,15 – 0,20, y 0,30 – 0,35 metros). La velocidad de infiltración de agua en suelo fue determinada por el método del anillo reducido.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos con las diferentes rotaciones y sistemas de manejo del suelo. IPTA de Choré, Departamento de San Pedro, 2018.

Sistemas de manejo del suelo			
Rotación de cultivos	Sistema convencional		Sistema de siembra directa
Monocultivo	Sésamo		Sésamo
Bienal	Maíz/ Sésamo		Maíz/ Sésamo
Trienal	Maíz/ Sésamo/ Algodón		Maíz/ Sésamo/ Algodón
Cultivos	Siembra	Cosecha	Manejo/ incorporación
Maíz	Septiembre	Diciembre	–
Sésamo	Septiembre/ Octubre	Diciembre/Enero	–
Algodón	Septiembre/ Octubre	Diciembre/Enero	–
Abonos verdes (invierno)	Marzo/ Abril	–	Agosto
Abonos verdes (verano)	60 DDS maíz	–	Abril/ Mayo

El tratamiento correspondiente al monocultivo se realizó con el cultivo de sésamo cada año en primavera/verano, en invierno se instalaron la triple mezcla de abonos verdes (avena negra/lupino blanco y nabo forrajero), y en el sistema convencional el suelo permaneció en estado de barbecho. En las rotaciones bienales y trienales del sistema de Siembra Directa el maíz se asoció con la mucuna ceniza, la cual se sembró 60 días después de la siembra del maíz, luego se cosechó el maíz y el suelo quedó cubierto por la mucuna en todo el otoño/invierno.

En el tratamiento bajo el sistema de labranza convencional se realizaron actividades tradicionales tales como la preparación del suelo con arado mecanizado, la siembra

de los cultivos de renta (primavera/verano) con sembradora manual tipo matraca y la limpieza manual mediante carpidas con azadas. Las actividades bajo sistema de siembra directa se realizaron sobre una cobertura vegetal muerta con sembradora manual tipo matraca. Para la preparación de la cobertura se utilizaron restos de abonos verdes y cultivos de renta, donde se incluyeron la mucuna ceniza con maíz en (primavera/verano), y una mezcla de abonos verdes de invierno (avena negra/lupino blanco y nabo forrajero) cultivados después del algodón y el sésamo. Para el manejo de la cobertura viva se utilizó el rollo cuchillo. Se realizaron subsolados cada tres años según análisis físico del suelo. La avena negra y el nabo forrajero fueron sembrados



al voleo, mientras que el lupino blanco con sembradora manual tipo matraca. Las variables evaluadas fueron humedad del suelo y velocidad de infiltración.

Resultados y discusión

En ambos sistemas de labranza hubo un aumento del contenido de agua en el suelo con la profundidad. No se observaron diferencias significativas hasta los 20

centímetros de profundidad, sin embargo, a 30 centímetros de profundidad, el contenido de agua del suelo en el sistema convencional fue mayor que en la siembra directa. No se constató diferencia significativa entre las rotaciones; tampoco se comprueba la interacción entre ambos factores en ninguna de las tres profundidades evaluadas. Estos resultados expuestos permitieron identificar el comportamiento del contenido de agua en los dos sistemas de siembra y las rotaciones de cultivo.

Tabla 2. Valores medios del contenido de humedad obtenido para los sistemas de labranza y rotación de cultivos. Choré, Departamento de San Pedro 2018.

Factores	Humedad gravimétrica del suelo (%)								
	Profundidad (m)								
Rotación de cultivos	0 – 0,05			0,15 – 0,20			0,30 – 0,35		
Sistemas de labranza									
	SSD	SC	Promedio	SSD	SC	Promedio	SSD	SC	Promedio
Monocultivo	7,7	8,6	8,2a	8,0	8,4	8,2a	8,0	9,3	8,7a
Bienal	7,7	8,4	8,0a	8,3	8,5	8,4a	8,2	9,5	8,8a
Trienal	8,0	7,8	7,9a	8,2	9,4	8,8a	8,9	9,8	9,3a
Promedio	7,8A	8,3A		8,2A	8,8B		8,4A	9,5B	

SC: sistema de labranza convencional SSD: sistema de siembra directa ns: no significativo. Letras diferentes en filas y columnas difieren estadísticamente entre sí $p < 0,05$.

El mayor contenido de agua en el sistema convencional puede atribuirse a que en este sistema el suelo se encuentra más compactado y con espacio poroso muy reducido, que recibe el agua que queda retenida en la superficie y de esta manera no permite que se infiltre hacia las profundidades, mientras se pierde por escorrentía superficial o por evapotranspiración. Este último, cuando la humedad del suelo es limitada y las pérdidas se producen por evaporación directa desde la superficie del suelo más el agua evaporada cuando las plantas transpiran. El suelo utilizado en el presente estudio tiene como factor determinante a la textura que es arenosa, la cual no ayuda a retener suficiente agua aprovechable para los cultivos.

Uribe y Rouanet (2002) indican que el manejo de cobertura es un factor determinante para aumentar la eficiencia de almacenaje de la precipitación en el período de barbecho, puesto que disminuye la evaporación. Esto podría explicar que en el sistema convencional se presentaron mayores valores, considerando el periodo de tiempo que se mantuvo con cobertura por el barbecho.

Los valores promedios de velocidad de infiltración para los diferentes sistemas de labranza y rotación de cultivos mostraron diferencias estadísticas significativas entre sistemas de labranzas, pero no entre rotación de cultivos. No se constató interacción entre los factores evaluados.



Tabla 3. Promedios de la Velocidad de infiltración del agua en el suelo en los sistemas de labranzas y rotación de cultivos. Choré, San Pedro.

Factores	Velocidad de infiltración (mm h ⁻¹)		
	Sistemas de labranza		
Rotación de cultivos	Siembra Directa	Convencional	Promedio
Monocultivo	1.617	1.095	1.356a
Bienal	1.593	1.103	1.348a
Trienal	1.484	817	1.150a
Promedio	1.565B	1.005A	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos.

Para esta variable se verifica que hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre sistemas de labranza con valores de 1.565 y 1.005 mm h⁻¹, para el sistema de siembra directa y convencional, respectivamente.

En la misma parcela, Florentín Candia (2011) menciona que la capa superficial del suelo estudiado presenta excesivo drenaje y baja capacidad de almacenamiento de agua, por lo que puede ser considerado como una limitante física para los valores obtenidos en el presente trabajo.

Conclusión

El sistema de siembra directa presentó mejores condiciones en velocidad de infiltración de agua en el suelo y menor contenido de humedad, cuando comparado con el sistema convencional.

Referencias bibliográficas

- Derpsch, R., Florentín, M., Moriya, K. (2014). *Importancia de la siembra directa para alcanzar la sustentabilidad agrícola* (2ed.). San Lorenzo, Paraguay: Proyecto Conservación de Suelos, MAGGTZ. 80 p.
- FECOPROD (Federación de Cooperativas de Producción); USAID (Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el desarrollo Internacional). (2016). *Plan de Desarrollo Municipal de Choré Departamento San Pedro*. Asunción, Paraguay: FECOPROD. 40 p.
- Florentín Candia, M. G. (2011). *Sistemas de manejo de suelo y fertilización química en una rotación maíz – algodón para pequeñas propiedades: efecto a largo plazo sobre un alfisol del Departamento de San Pedro* (Tesis Ing. Agr.). FCA, UNA. San Lorenzo, Paraguay.



López, O. E., González, E., De Llamas, P. A., Molinas, A. S., Franco, E. S., García, S., Ríos, E. (1995). *Reconocimiento de suelos y capacidad de uso de las tierras; Región Oriental. Paraguay*. Asunción, Paraguay: MAG-Dirección de Ordenamiento Ambiental. Proyecto de Racionalización del Uso de la Tierra. Convenio 3445 P.A– Banco Mundial. 280 p.

López, F., Duval, M., Martínez, J. M., Galantini, J. (2018). *Propiedades físicas en suelos bajo siembra directa del sudoeste bonaerense*. Buenos Aires, Argentina: Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del sur. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/326426420_Propiedades_fisicas_en_suelos_bajo_siembra_directa_del_sudoeste_bonaerense

Rodríguez González, A., Martínez Cañizares, J. A., Arcia Porrua, J., García Lamas, J., Hernández Gómez, A., Cid Lazo, G. (2017). Propiedades del suelo bajo la acción de dos sistemas de labranza en el maíz. *Revista Ingeniería Agrícola*, 5. Recuperado de <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=-d237847c-36b8-469d-b038-f5e31746b07c%40sessionmgr103>

Uribe, H., Rouanet, J. L. (2002). Efecto de tres Sistemas de Labranza sobre el nivel de humedad en el perfil del suelo. *Agricultura Técnica*, 62(4), 555-564. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072002000400007



Nivel de ruido (dB) emitido por un pulverizador tipo mochila de combustión interna portátil

Bonnin, J.J.^{1*}, Giménez, M.E.E.¹, Sanabria Almada, G.A.¹, Vera Ojeda, P.A.¹, Franco Ibars, R.A.¹, Chamorro, S.M.¹

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

*jose.bonnin@agr.com.py

Introducción

La exposición a niveles elevados de ruido por un determinado tiempo, frecuencia, intensidad y sensibilidad individual, pueden provocar daños al organismo tales como: dolores físicos, estrese, además, de constituir un riesgo al sistema auditivo (Gonçalves, 2009). De acuerdo con Silveira, Tieppo & Gabriel (2008) el ruido producido en las operaciones agrícolas puede perjudicar la sensibilidad auditiva del operador, como también, de las personas que estén en el radio de alcance del ruido emitido por la máquina. Dentro del sector de máquinas agrícolas, los pulverizadores son los que más problemas presentan a nivel de ergonomía, por la atmosfera contaminada que crea en su entorno, por el nivel de ruido, vibración y por la inadaptabilidad de este a las necesidades físicas de los operadores, sobre todo, los pulverizadores del tipo mochila motorizados según Furtado (2004). Para Santos, Fernandes, Souza, Furtado Junior & Silva (2014) los factores como vibración y ruido son lo que más daño causan a la salud de los operadores agrícolas y por eso es necesarios determinar cuáles son los ni-

veles aceptables de estos parámetros para cada tipo de máquina. Arcoverde, Cortez, Pitanga Júnior, Nagahama (2011) enfatizan la importancia de estudios sobre niveles de ruido en el área de máquinas agrícolas a fin poder adoptar medidas de prevención efectivas, como también el uso de equipos de protección personal. Con base a todo lo expuesto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el nivel sonoro emitido por un pulverizador tipo mochila de combustión interna portátil en función al ángulo y radio de alejamiento de la fuente emisora.

Metodología

El equipo evaluado fue un Pulverizador de la marca Stihl, modelo SR-430 de combustión interna (Motor a gasolina de dos tiempos), con una potencia máxima del motor de 3,9 cv (2,9 kW) y una cilindrada de 63,3 cm³ (Figura 1). Las evaluaciones de campo fueron realizadas en un área plana de 1.000 m² cubierta por césped, libre de obstáculos que pudieran interferir en la evaluación sonora del equipo.



Figura 1. Pulverizadora Stihl, modelo SR-430 de combustión interna



Los niveles de ruidos producidos por el equipamiento fueron determinados por medio de un medidor de presión sonora (Decibelímetro) digital de la marca RadioShack Digital Sound Level Meter Digital (Figura 2, a), con dos rangos de medición de 50 a 126 decibel (dB), como también con dos niveles de respuesta (Slow/Fast). La calibración del decibelímetro fue realizada de acuerdo con el manual del fabricante. La presión sonora producida por el equipo fue determinada en función a 6 radios de alejamientos (0, 1, 3, 5, 7 y 10 m a partir de la fuente de ruido) y 8 ángulos diferentes (Cada 45°) alrededor del Soplador/Aspirador, totalizando 48 posiciones de colecta de datos, conforme

puede observarse en la Figura 2 (b), cabe resaltar que el sistema de escape de gases del equipo fue orientado al norte (N) como referencia. En cada punto de colecta fueron realizados 10 repeticiones y todas las mediciones fueron realizadas a nivel del oído del operador. Los valores de ruido (dB) cuantificados por el decibelímetro, fueron sometidos a un análisis de varianza y, posteriormente, se realizó la comparación de medias por la prueba de Tukey, con una probabilidad del 5% de error, Posteriormente, las medias se compararon con los límites establecidos por el Artículo 232 (Ley nº 1100/97, 1997).

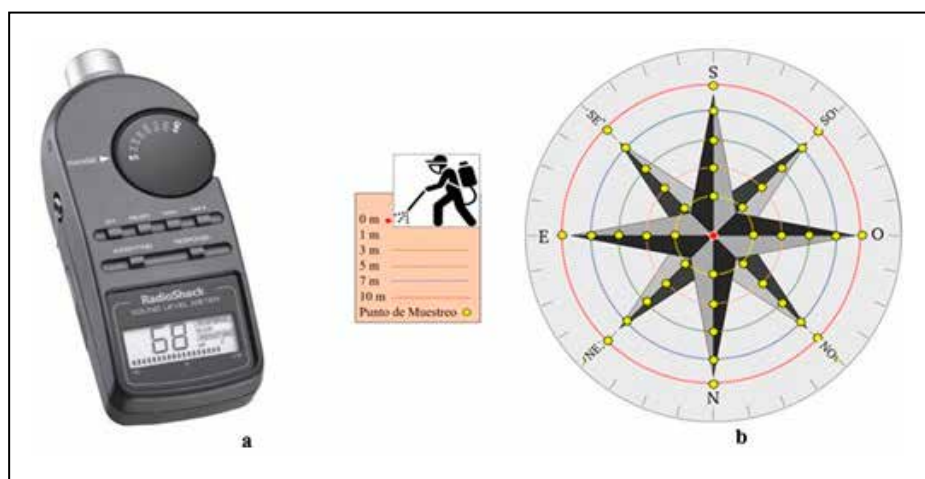


Figura 2. Decibelímetro Radioshack (a). Esquema de distribución espacial de los puntos de muestreo para la determinación de los niveles de ruido (b).

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos con el análisis de varianza aplicado a las medias de la variable ruido emitido por el Pulverizador motorizado Stihl (SR-430) durante los ensayos de campo,

donde se detectaron diferencias significativas para los factores Angulo (A), Distancia (D) e interacción entre (A*D) al 5% de probabilidad de error, indicando la dependencia significativa entre los dos factores analizados.



Cuadro 1. Análisis de la Varianza de los niveles de ruido generados por el Pulverizadora Stihl, modelo SR-430. FCA/UNA, San Lorenzo, 2020.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	53.606,90	47	1.140,57	81,54	<0,0001
Ángulo (A)	2.408,90	7	344,13	24,60	<0,0001
Distancia (D)	50.097,45	5	10.019,49	716,29	<0,0001
A*D	1.100,55	35	31,44	2,25	0,0001
Error	6.042,80	432	13,99		
Total	59.649,70	479			
<i>Coefficiente de variación (%): 4,18</i>	<i>Número de observaciones: 480</i>			<i>R²: 0,90</i>	

Los niveles de ruidos (dB) emitidos por la Pulverizador motorizado Stihl (SR-430) son presentados en el Cuadro 2, registrados durante los ensayos de campo en función al ángulo de la fuente emisora de ruido del equipo, trabajando siempre en la máxima aceleración o revolución del motor. El mayor nivel de ruido promedio significativo estadísticamente ($p \leq 0,05$) se registró en el ángulo 315° (Orientación NO) y como era de esperarse, debido a que coincide con la salida del sistema de escape de los gases proveniente de la combustión interna del motor y es el punto de mayor fuente de ruido de la máquina, en concordancia con lo expresado por Souza (2018), donde describe que una de las mayores fuentes de ruido de un motor a combustión interna proviene del sistema de salida de los gases. El valor máximo promedio registrado por el decibelímetro, fue del orden de 92,50 dB, el cual, no difiere estadísticamente de los valores registrados en las orientaciones NE (45°) y N (0°). Resultados semejantes fueron observados por Furtado (2004), que evaluó los niveles de ruido generados por diferentes pulverizadores del tipo mochila motorizada, registrado valores de 96 dB (P_1), 96,88 dB (P_2) y 95,88 dB (P_3). El nivel de ruido más bajo fue observado en el sentido opuesto a la salida del caño de escape

del motor, sentido S (180°), con un valor promedio de 86,17 dB, que solo no difiere estadísticamente niveles de ruido registrados en las orientaciones SO y SE analizados en el ensayo de campo. A nivel internacional existen normativas sobre los límites de tolerancia máxima de ruido para el área de maquinarias agrícolas, valores que van desde 90 a 80 decibel (dB), pero la gran mayoría de las normativas sugieren un valor de 85 dB para una jornada de trabajo de ocho horas diarias. Con valores superiores a los 85 dB, el tiempo de exposición de los trabajadores a dicho ruido debe disminuir, ya que valores superiores de ruido pueden ocasionar riesgo a la salud auditiva de los trabajadores. A nivel país los límites de tolerancia máxima admitido por el Artículo 232 de la Ley n° 1100/97, en los lugares de trabajo sin el empleo de Equipo de Protección Personal (EPP), tales como tapones, auriculares, cascos, etc., quedando establecido como tiempo máximo de exposición al ruido ocho horas diarias para valores de 85 dB (sin protección), y la máxima exposición diaria que se puede admitir con este equipo sería 3:00 horas (92,50 dB), sin equipo de protección auditiva adecuada. Una permanencia mayor a este tiempo, sin la debida protección, ofrece riesgo grave a la salud del operador.



Cuadro 2. Niveles de ruido registrados por el Pulverizadora Stihl, modelo SR-430 en función al ángulo de la fuente emisora de ruido del equipo y trabajando a la máxima aceleración del motor. FCA/UNA, San Lorenzo, 2020.

En función al ángulo	Media (dB)	Máxima exposición diaria (Hora)
315° NO	92,50 a*	3:00 **
0° N	91,97 ab	3:30
45° NE	91,12 abc	3:30
270° O	90,42 bc	4:00
90° E	89,12 cd	4:30
135° SE	87,65 de	6:00
225° SO	86,87 e	7:00
180° S	86,17 e	7:00

* Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por Tukey ($p \leq 0,05$) ** Límites de tolerancia máxima admitidos en los lugares de trabajo sin el empleo de EPP (Artículo 232° - Ley n° 1100/97).

En el Cuadro 3 se presenta los niveles de ruidos promedios emitidos por el equipo, de acuerdo con el radio de alejamiento de la fuente emisora de ruido, donde es posible observar el efecto significativo ($p \leq 0,05$) de los tratamientos, en la medida que se aleja del punto central de medición (0 m), donde el nivel sonoro más elevado fue de 107,64 dB, registrado en el punto central de muestreo, el cual, fue estadísticamente superior a los demás puntos de muestreo y el límite máximo de exposición del operador a este nivel sonoro fue de 1:00 hora de uso diario, de acuerdo con lo reglamentado en el Artículo 232. A medida que se

aleja del equipo se verificó una disminución significativa para todas las distancias analizadas. A los 1 y 3 m de distancia del centro del equipo, el nivel de ruido promedio fue de 97,96 y 87,91 dB, dando un tiempo de exposición máximo de 1:45 y 6 hora/día respectivamente, resaltando que personas que estén a estas distancias evaluadas, también deberían utilizar equipo de protección personal (EPP). Ya a partir de los 5 m de distancia, la presión sonora fue disminuyendo significativamente ($p \leq 0,05$), sin superar la barrera máxima de permanencia de 85 dB sugerida para una jornada de trabajo de ocho horas diaria. En la Figura 3 se puede observar perfectamente la distribución espacial de los niveles promedios de ruido (dB) generados por el equipo en función al ángulo y radio de alejamiento de la fuente emisora trabajando a la máxima aceleración del motor.



Cuadro 3. Niveles de ruido registrados por el Pulverizadora Stihl, modelo SR-430 en función al radio de alejamiento de la fuente emisora de ruido del equipo y trabajando a la máxima aceleración del motor. FCA/UNA, San Lorenzo, 2020.

En función al radio de alejamiento	Media (dB)	Máxima exposición diaria (Horas)
0 m	107,64 a*	1:00**
1 m	97,96 b	1:45
3 m	87,91 c	6:00
5 m	83,59 d	8:00
7 m	81,08 e	8:00
10 m	78,68 f	8:00

* Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por Tukey ($p \leq 0,05$)

** Límites de tolerancia máxima admitidos en los lugares de trabajo sin el empleo de EPP (Artículo 232° - Ley nº 1100/97).

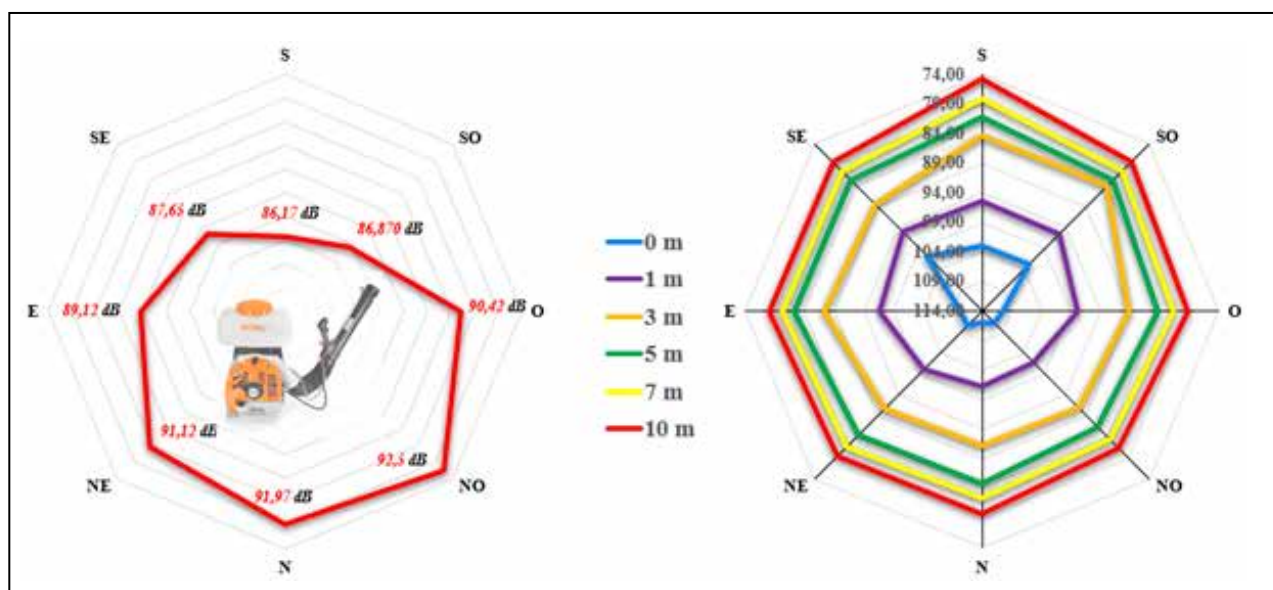


Figura 3. Niveles de ruido generados por el Pulverizadora Stihl (SR-430) en función al ángulo (a) y radio de alejamiento de la fuente emisora (b). FCA/UNA, San Lorenzo, 2020.

Conclusión

Los niveles de ruido (dB) registrados por la pulverizadora en función al ángulo y radio de alejamiento de la fuente emisora de ruido, excedieron el valor máximo recomen-

dado por el Artículo 232, hasta los 3 m de distancia, por lo tanto, el operador como las personas presentes alrededor del equipo, estarán sujetos a riesgo de hipoacusia siempre que no se utilice un EPP.



Referencias bibliográficas

- Arcoverde, S. N. S., Cortez, J. W., Pitanga Júnior, C. O., & Nagahama, H. J. (2011). Nível de ruído emitido por conjuntos mecanizados em função da velocidade e da condição do solo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(3), 514-520.
- Furtado, M. A. (2004). Pulverizador costal motorizado: aspectos ergonômicos (Ruído e vibração) e desempenho operacional (Dissertação). UNESP/FCA. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11449/90591>.
- Gonçalves, C. G. (2009). Saúde do trabalhador: Da estruturação à avaliação de programas de preservação auditiva. São Paulo, Brasil: Roca.
- Ley nº 11000/97. (1997). De prevención de la polución sonora. Congreso de la Nación Paraguaya. Asunción, Paraguay.
- Santos, L. N., Fernandes, H. C., Souza, A. P., Furtado Junior, M. R., & Silva, R. M. F. (2014). Avaliação dos níveis de ruído e vibração de um conjunto trator-pulverizador, em função da velocidade de trabalho. *Engenharia na agricultura*, 22, 112-118.
- Silveira, J. C., Tieppo, R. C., & Gabriel, A. G. (2008). Nível de ruído emitido por um conjunto moto mecanizado na operação de preparo mínimo do solo. *Global Science and Technology*, 01(8), 60-70.
- Souza, W. F. G. S. (2018). Ruído emitido por tratores agrícolas de pneus na produção cafeeira (Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Agronomia). UFU, Monte Carmelo.



Fertilización con fósforo y su efecto sobre las características agronómicas del pasto *Panicum máximo* cv. tanzania

Britos, C. A.^{1*}, Griffith, G. M.¹, Fatecha, D. A.¹

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

*cbritos@agr.una.py

Introducción

La producción de carne bovina en el Paraguay representa uno de los sectores económicos más dinámicos, siendo el segundo más importante en ingresos en divisas por exportaciones del país. La producción de forraje de calidad es de vital importancia para mantener productiva la pastura, al respecto el pasto Tanzania se adapta a suelos de mediana a alta fertilidad, es excelente para pastoreo, corte, heno o ensilado, su producción es de 70 toneladas métricas de forraje verde por hectárea, presenta una alta capacidad de rebrote y su producción promedio de forraje a los 32 días es de 4,2 t MS/ha en la época de escasez de agua y de 11,3 t en la época de abundantes precipitaciones, con una producción promedio de 6,7 t MS/ha. Su calidad nutritiva a los 32 días es de 12% de proteína cruda con una digestibilidad in vitro de materia seca del 72% (Ecuaquímica, 2004). Por otro lado en la región Oriental predominan suelos de baja fertilidad naturalmente y nos encontramos con deficiencia de fósforo tanto por problemas de manejo y prácticas agronómicas inadecuadas como también por la escasa disponibilidad del elemento (Fatecha, 2004). El fósforo es un macro nutriente esencial para el crecimiento de las plantas y participa en los procesos metabólicos de la misma (Kaparovsky, 2014). Por tanto, la aplicación de fertilizantes fosfatados es la única vía para satisfacer los requerimientos nutricionales de los cultivos. El fósforo es un elemento básico en la nutrición de los pastos y forrajes, el mismo desempeña

un papel directo en el metabolismo vegetal como conductor de energía al unirse con algunas sustancias y formar compuestos orgánicos ricos en energía como el ATP que es de suma importancia para la síntesis de proteínas, grasas y almidón en las plantas (Gatiboni, Kaminski, Rheinheimer & Flores, 2007). Una manera factible de contrarrestar esta situación a corto plazo sería implementando e incentivando la utilización de fuentes inorgánicas de fósforo de alta solubilidad, que una vez adicionado al suelo ayudaría a aumentar la concentración de fósforo, y por ende la producción y calidad forrajera de la pastura. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de dosis de fósforo en el cultivo de *Panicum máximo* cv Tanzania

Metodología

El experimento se realizó en el Departamento de Concepción, en el distrito de San Alfredo, el tipo de suelo que predomina la zona es de orden Alfisol subgrupo Mollic Paleudalf, de textura francosa fina, tienen un horizonte Ap o un Al de 18 cm de espesor de color oscuro, generalmente pardo rojizo oscuro. El epipedón varía de 40 a 60 cm de espesor, de textura arenosa franca a franco arenosa y de estructura débil en pequeños bloques subangulares; sin consistencia; de baja capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases variables (López et al., 1995). Los registros climáticos del establecimiento indica un historial de precipitaciones durante los años trans-



curridos desde la habilitación del área experimental hasta el año 2018 presentan un promedio de 1,207 mm anual. Corresponde a una zona cálida con veranos calurosos y lluviosos, e inviernos suaves con altibajos de temperaturas que pueden llegar a provocar heladas. A partir del año 2006 fue implantada el pasto *Panicum Máximum cv Tanzania*. Una vez establecida la pastura se sometió a un sistema de pastoreo rotativo con potreros divididos equitativamente en el área. Periodo de rotación de cada potrero fue de 3 a 4 días dependiendo de las condiciones climáticas y la carga animal. El diseño experimental evaluado fue dispuesto en bloques completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Las dosis de fósforo (P_2O_5) a aplicar fueron de 0, 50, 100, 200 y 400 kg ha⁻¹ y la fuente

es el súper fosfato triple (0-46-0). Cada unidad experimental estuvo representada por un área de 16 m² (4 m x 4 m), siendo el total de área utilizada para el experimento de 320 m². Las evaluaciones fueron realizadas a los 30, 60 y 90 días después de la fertilización. Fueron evaluadas la altura de la planta y la producción forrajera en un ara de 1 m² por unidad experimental.

Resultados y discusión

La altura del pasto se mantuvo uniforme independientemente de la dosis de fósforo aplicado en los diferentes tratamientos, según análisis de varianza no se observaron diferencias significativas en ninguno de los tres cortes realizados, siendo así todos los tratamientos estadísticamente iguales.

Tabla 1. Determinación de la altura del cultivo *Panicum máximum cv Tanzania* por efecto de la aplicación de diferentes dosis de P_2O_5 . Distrito de San Alfredo, Concepción 2019.

Dosis de Fósforo P_2O_5 en kg ha ⁻¹		Altura de <i>P.m cv. Tanzania</i> (cm)			
1er corte		2do corte	3er corte	Promedio	
T1	0	75,25 a	51,50 a	72,75 a	66,45 a
T2	50	84,87 a	52,00 a	80,50 a	71,75 a
T3	100	75,75 a	53,75 a	64,25 a	64,65 a
T4	200	76,87 a	58,50 a	73,00 a	69,42 a
T5	400	76,75 a	58,00 a	79,75 a	71,45 a
CV		7,24	15,04	12,28	12,73

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.

La variable altura de planta que está relacionado con el vigor, la rusticidad y otras características de persistencia de la planta, no presenta variaciones entre tratamientos. Esta situación de no respuesta de la planta a la fertilización fosfatada en esta variable

pudo haber sido como consecuencia de la no fertilización complementaria con nitrógeno y potasio ya que los mismos influyen en el crecimiento del pasto. Estos valores encontrados de altura de planta son inferiores a los reportados por García & Suarez (2004) quienes obtuvieron a los 35 días, una altura de planta promedio de 103,7cm con una aplicando fertilizantes fosfatado y dosis de nitrógeno de 50 kg. de N/ha/corte.



Estos resultados nos muestran claramente que para un manejo eficiente de fertilización fosfatada es necesario tener en cuenta los niveles de producción esperados en cada pradera, que dependen también de la aplicación complementaria de N. Por otro lado, Pérez & Pérez (2013) al evaluar el comportamiento agronómico y valor nutricional de los pastos Tanzania Mombasa,

determinó que el pasto alcanzó una altura de 98,33 cm a los 45 días siendo superior a los resultados de la presente investigación.

En cuanto a la producción forrajera sometido a diferentes dosis de P_2O_5 y cortes mensuales no pudo apreciar diferencias estadísticas significativas entre las dosis de fósforo utilizadas en el experimento.

Tabla 2. Determinación masa seca del cultivo *Panicum máximum* cv Tanzania por efecto de la aplicación de diferentes dosis de P_2O_5 . Distrito de San Alfredo, Concepción 2019.

Dosis de Fósforo P_2O_5 en $kg\ ha^{-1}$	Masa seca de <i>P.M</i> cv. Tanzania $kg\ ha^{-1}$			
	1er corte	2do corte	3er corte	Acumulado
T1 0	2052 a	652 a	1258 a	3960 a
T2 50	2037 a	610 a	1543 a	4187 a
T3 100	2040 a	593 a	1488 a	4120 a
T4 200	1870 a	470 a	1403 a	3742 a
T5 400	2475 a	720 a	1316 a	4453 a
CV %	25,25	58,66	35,73	21,92

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 producción forrajera así como la altura de la planta no hubo respuesta a la fertilización fosfatada, esta situación pudo haber sido por la falta de aplicación de una fertilización complementaria así como la escasez de agua en el momento de la conducción del experimento considerando que fue afectada por la sequía. En este estudio se obtuvo resultado descendiente en cuanto a masa seca entre los diferentes periodos, aunque cabe destacar entre los tres cortes reportados se encontraron mejores rendimientos con $400\ kg\ ha^{-1}$ de fertilización fosfatada siendo superior numéricamente a los otros tratamientos. Demostrándose que a menor edad el pasto mombaza es más nutritivo, atribuyéndose este efecto a lo manifestado por Ramírez, Verdecia, Leonard, & Álvarez (2010) quienes indican que todo aquello está determinado por la radiación fotosintéticamente activa absorbida y por su eficacia de conversión a materia seca. De acuerdo con Cano et al., (2004),

el número de días utilizados para estimar la tasa de acumulación de MS puede causar valores subestimados o sobreestimados, debido a la evolución del índice de área foliar. Así mismo Morales (2015) estudiando la Influencia de la calidad del terreno en la respuesta de los pastos a la aplicación de fósforo utilizando $250\ kg$ de P_2O_5 no encontraron diferencias significativas en el primer año de investigación en la producción de masa seca comparada al segundo y tercer año de experimento. Estos resultados apoyan la teoría de la necesidad de una aplicación continuada de P durante varios años para observar el efecto en el pasto por el aumento en el suelo de este nutriente; dicha afirmación ya fue descrita por Morales (2015) en su ensayo en suelos deficitarios de P. En dicho ensayo, sólo en el 3er -4º año comenzaron a observarse diferencias significativas en biomasa. La baja producción de MS pudo deberse a que el proceso fotosintético y con ello, la síntesis de carbo-



hidratos estructurales, se vieron limitadas por las condiciones ambientales imperantes, las cuales estuvieron acompañadas de bajas precipitaciones y bajas temperaturas.

Conclusión

La producción forrajera y la altura de planta del pasto *Panicum máximum* cv Tanzania se mantuvo indiferente a la fertilización fosfatada.

Referencias bibliográficas

- Cano, C., Cecato, U., Canto, M. W., Rodrigues, A. B., J., Jobim, C. C., Rodrigues, A. M., Galbeiro, S., & Nascimento, W. G. (2004). Produção de forragem do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. *Tanzânia-1*) pastejado em diferentes alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(6, Suppl. 2), 1949-1958. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000800005>
- Ecuaguimica. (2004). Pasto castilla. Recuperado de www.ecuaguimica.com.ec/vetpages/semiHas pastos.htm
- 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.). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Caaguazú, Paraguay. Recuperado de <http://capeco.org.py/wp-content/uploads/2011/06/LIBRO-Recomendaciones-de-Fertilizacion-para-Paraguay-Martin.pdf>
- Gatiboni, L., Kaminski, J., Rheinheimer, & Flores, J. (2007). Biodisponibilidade de formas de fosforo acumuladas em solo sob sistema plantiodireto. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 31, 691-699. Recuperado de <http://capeco.org.py/wp-content/uploads/2011/06/LIBRO-Recomendaciones-de-Fertilizacion-para-Paraguay-Martin.pdf>
- García, V., Suarez, O. (2004). Trabajos realizados en pasto castilla cv. *Tanzania*. Recuperado de www.geocities.com/cp-campusver/avancesinv2004/trabajos/tanzaniaco rte.htm
- Kaparovsky, A. (2014). Programa para fertilización de cultivos. Recuperado de <https://www.smart-fertilizer.com/es/About-Us/news>
- López, O., González, E., De Llamas, P., Molinas, A., Franco, S., 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, Paraguay: SSERNMA/MAG/Banco Mundial. (Proyecto de Racionalización del uso de la Tierra). Recuperado de <http://www.geologiadelparaguay.com.py/Estudio-de-Reconocimiento-de-Suelos-Regi%C3%B3n-Oriental-Paraguay.pdf>
- Morales, R. L. (2015). *Manejo y utilización de pasturas: Producción y calidad*. San José, Costa Rica. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0893.PDF>
- Pérez, L. O., Pérez, R. (2013). *Gramíneas forrajeras con potencial para sistemas de producción de ganadería bovina*. Villavicencio-Meta: MADR-CIAT-CORPOICA. (Proyecto Evaluación Agronómica y Productiva de Especies Forrajeras Herbáceas en la Orinoquia. Informe final. Convenio 071 MADR-CIAT-CORPOICA).
- Ramírez, J., Verdecia, D., Leonard, I., Álvarez, Y. (2010). *Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto Panicum maximum cv. Likoni en un suelo fluvisol de la región oriental de Cuba*. *Rev Electrón Vet*, 11(7), 1-14.



Aplicación complementaria de nutrientes vía semilla y foliar en el maíz

Vázquez, C.C.^{1*}, Giret, B.V.¹, González, T.¹, Céspedes, N. A.¹, Leguizamón, C. A.¹, González, H. A.¹

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

*cintiacva44@gmail.com

Introducción

El maíz es el cereal más cultivado en Paraguay en diferentes estratos de la agricultura, con gran aporte de biomasa al suelo en sistemas de siembra directa. En la zafra 2018/2019 la superficie sembrada en el país fue de 1.085.005 hectáreas con una producción total de 5.576.900 toneladas siendo 885.005 hectáreas de entrefra y 200.000 hectáreas de maíz zafra (MAG, 2019).

Para Cruz (2013) el factor que más influye en la productividad del cultivo es la semilla, y para alcanzar rendimientos máximos es imprescindible que tengan una buena respuesta en las condiciones de siembra (Doria, 2010), por su parte Prystupa, Duggan & Ferraris (2012) citan la incorporación de micronutrientes en tratamiento de semillas como una de las estrategias por la que puede optar el productor para lograr resultados óptimos.

La fertilización foliar es otra estrategia que complementa según Trinidad & Aguilar

(1999) a la edáfica para corregir deficiencias nutricionales en un momento dado del ciclo, mejorar la calidad de los productos y/o corregir problemas fitopatológicos. Este método es el más eficiente para suministrar micronutrientes que son necesarios solamente en pequeñas cantidades (FAO & IFA, 2002).

Este trabajo fue realizado con el objetivo de evaluar la respuesta del maíz a la aplicación complementaria de nutrientes vía semillas y foliar.

Metodología

El trabajo fue llevado a cabo en el Distrito de Santa Rita, Departamento de Alto Paraná, Paraguay, (latitud 25°51'52.9"S y longitud 55°06'60.0"W). El suelo se desarrolla en un paisaje típico en lomada, el material parental es el basalto y la textura del suelo en la zona es arcillosa fina (López et al., 1995). En la Cuadro 1 se presenta el análisis químico del suelo del área al iniciar el experimento.

Cuadro 1. Análisis de suelo de la parcela al inicio del experimento, muestras tomadas a una profundidad de 20 cm, Santa Rita, Alto Paraná, 2019.

pH	M.O.	P	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	S	B	Fe	Cu
	%	m g / LS	-----Cmol/LS-----				meq/100g de suelo	-----mg/LS-----			
5,2	3,12	59,31	3,86	1,33	0,67	0,0	0,30	11,75	0,0	11,45	5,75



El clima se caracteriza por ser húmedo mesotermal, los meses más pluviosos son marzo, octubre y enero, la precipitación media anual varía entre 1.500 a 1.700 mm por año (Aquino, 2014) la temperatura media anual es de 21 °C; la máxima llega a 38 °C y la mínima a 0 °C. El experimento se ejecutó entre los meses de septiembre 2019 a febrero del 2020, con irrigación complementaria por pivot, siendo la cantidad de agua recibida en promedio por el cultivo de 180 mm mensuales. El experimento se realizó según un diseño de bloques completos al azar, con 7 tratamientos y 3 repeticiones, la aplicación de los tratamientos se realizó conforme al Cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos del experimento.

Tratamientos	Dosis
1: Control	0
2: Nutrientes vía TS	500cc 100kg ⁻¹
3: Nutrientes vía TS + fertilizante foliar en V4	500cc 100kg ⁻¹ + 2 L ha ⁻¹
4: Nutrientes vía TS + fertilizante foliar en V4	500cc 100kg ⁻¹ + 4 L ha ⁻¹
5: Fertilizante foliar en V4	2L ha ⁻¹
6: Fertilizante foliar en V4	4L ha ⁻¹
7: Fertilizante foliar en V2 + fertilizante foliar en V4	2L ha ⁻¹ + 4L ha ⁻¹

TS: tratamiento en semillas; Nutrientes vía TS: (2,19 N; 14,6 K; 3,8 S; 1,46 B; 0,73 Cu; 0,15 Fe; 1,46 Mn, 2,19 Mo; 2,19 Zn; expresados en %/V); Fertilizante foliar: (39 N; 7 K; 0,028 B; 0,075 Cu; 0,071 Fe; 0,028 Mn; 0,0014 Mo; 0,071 Zn; expresados en %/V).

El área experimental presentó una superficie total de 472,5 m², el tamaño de las parcelas fue de 5 m de largo por 4,5 m de ancho con 10 hileras de maíz, con un espaciamiento entre hileras de 0,45 m. La siembra se realizó con una densidad de 60.000 plantas ha⁻¹ con 2,7 plantas por metro lineal, el híbrido de maíz utilizado fue Dekalb 255 VT3PRO. La fertilización de base fue realizada con 36 kg ha⁻¹ N, 45 kg ha⁻¹ P₂O₅ y 45 kg ha⁻¹ de K₂O (300 kg ha⁻¹ de la formulación 12-15-15).

Las variables medidas fueron el índice de cosecha (%), la materia seca aérea (kg ha⁻¹), la relación grano marlo y el peso de mil semillas (g), la primera variable se obtuvo dividiendo el peso del grano ajustado al 13% de humedad con el peso de la materia seca (incluyendo peso de granos) por la fórmula, IC= (masa de grano seco/materia seca total) *100. Para la materia seca aérea se extrajo 10 plantas en las laterales del área útil (3 m lineales, 5 hileras centrales, que representa una superficie de 6,75 m²), se procedió a pesar con un dinamómetro digital, extraer una sub muestra llevada al laboratorio a 60°C por 48h, obtener peso constante y ajustar la humedad por la formula MSA= PH-((PH*%H°)/100).

La relación grano marlo se obtuvo de 10 espigas cuyos componentes grano y marlo fueron pesados por separados para un posterior ajuste de humedad a partir de una sub muestra sometida a estufa 60°C por 48h y finalmente realizar la división del peso de grano con el peso del marlo. La última variable se obtuvo de un conteo simple de las mil semillas, que fueron pesadas, y para el ajuste de humedad una sub muestra fue sometida a estufa a 105 °C por 15 horas.

Una vez obtenidos los datos se realizó el análisis de varianza y comparación de medias por la prueba de Scott-Knott (1974) al 5% de probabilidad de error.



Resultados y discusión

En la Figura 1 se presenta la variable índice de cosecha para la cual no se registraron diferencias significativas entre las medias, esta variable fue influenciada por la materia seca aérea que varió en un rango de (8.155-11.461 kg ha⁻¹) y el rendimiento en granos (7.790-9.940 kg ha⁻¹), en ambas variables no se encontraron efectos significativos. Contrariamente a los resultados encontrados en este trabajo, Rengel, Gil & Montaña (2011) observaron aumentos significativos en la producción de materia seca total de plantas utilizando una suspensión concentrada a base de zinc para el tratamiento de semillas en una gramínea. En plantas de maíz con fertilización al suelo y vía foliar sometidas a estrés hídrico Meléndez, Hernández & Fernández (2006) no registraron diferencias significativas en materia seca, comentando que esta respuesta puede estar relacionada con la condición genética de cada material y diversos factores ambientales.

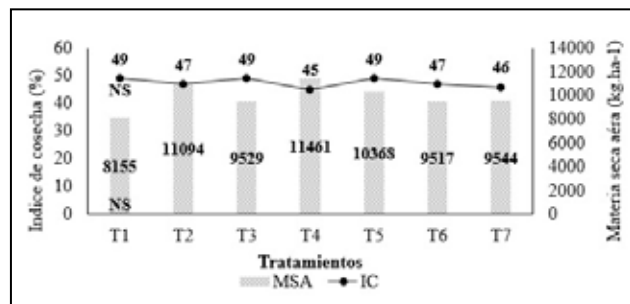


Figura 1. Índice de cosecha y materia seca aérea de la planta de maíz en cosecha. NS representa diferencia no significativa entre tratamientos.

En la Figura 2 se presenta la variable relación grano marlo, el mismo expresa la proporción de dichos componentes con respecto al peso total de la espiga entera, una mayor relación de este índice indica que el componente marlo tiene menor importancia en el peso del órgano entero,

los resultados expresan diferencias no significativas entre las medias, en tanto se observa valores similares entre las mismas excepto en el tratamiento 4. Para el peso de mil semillas tampoco se observaron efectos significativos, la media superior presentó el tratamiento seis con 344 gramos. Zamudio et. al. (2018) observaron efectos significativos en diferentes variables evaluadas en el cultivo del maíz bajo fertilización edáfica complementada con la foliar, alegando que estos efectos fueron dados con la implementación buenas prácticas agrícolas, situación acontecida en este experimento conducida en un sistema de siembra directa, con sistema de riego por pivot.

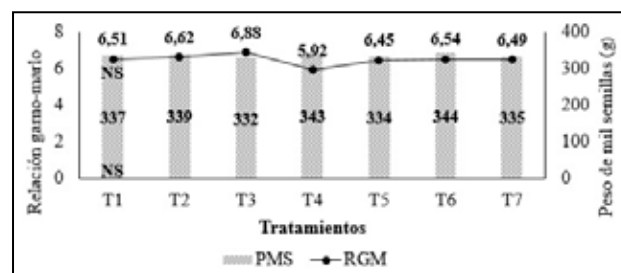


Figura 2. Relación grano marlo y peso de mil semillas. NS representa diferencia no significativa entre tratamientos.

Conclusión

La nutrición vía semilla y foliar en el cultivo del maíz no manifestaron efectos significativos en las variables materia seca aérea, índice de cosecha, relación grano-marlo y peso de mil semillas en la condición ambiental evaluada.

Agradecimientos

A Compañía Dekalpar S.A. por la financiación del trabajo de investigación y por poner a disposición su campo experimental además de toda la logística e infraestructura.



Referencias bibliográficas

- Aquino, M. (2014). *Unidad de estudio agro-económico. Serie histórica por departamento y por rubros agrícolas y pecuarios*. Asunción, Paraguay. Recuperado de <http://www.mag.gov.py/dgp/ZONIFICACION%20AGROECOLOGICA%20ZAFRA%202012%202013.pdf>
- Cruz, O. (2013). *Manual para el cultivo del maíz en Honduras*. Tegucigalpa. Recuperado de <http://dicta.gob.hn/files/2013,-Manual-cultivo-de-maiz--G.pdf>
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: Su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) & IFA (Asociación internacional de la industria de los fertilizantes). (2002). *Los fertilizantes y su uso: Una guía de bolsillo para los oficiales de extensión*. 4 ed. Roma: FAO.
- López, O., González, E., De 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 Region Oriental del Paraguay*. Asunción, Paraguay: SSERNMA/MAG/Banco Mundial. Proyecto de Racionalización del uso de la Tierra.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2019). *Síntesis estadística: Producción agropecuaria 2018/2019*. San Lorenzo, Paraguay. Recuperado de http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%202018_2019_vers._final_04.12.2019%20mod.pdf
- Meléndez, L., Hernández, A., & Fernández, S. (2006). Efecto de la fertilización foliar y edáfica sobre el crecimiento de plantas de maíz sometidas a exceso de humedad en el suelo. *Bioagro*, 18(2), 107-114. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612006000200005
- Prystupa, P., Duggan, M. T., & Ferraris, G. (2012). Tecnología de aplicación de micronutrientes en la región pampeana argentina. *Informaciones Agronómicas*. Recuperado de [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/1218D-B786487E32B852579B900754334/\\$-FILE/2.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/1218D-B786487E32B852579B900754334/$-FILE/2.pdf)
- Rengel, M., Gil, F., & Montaña, J. (2011). Efecto del tratamiento de semilla con zinc y ácido giberélico sobre la emergencia y el crecimiento inicial de las plantas de caña de azúcar. *Agronomía Tropical*, 61(1), 37-45. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2011000100004
- Trinidad, A., & Aguilar, D. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 247-255. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317309.pdf>
- Zamudio, B., Félix, A., Martínez, A., Galvão, J., Espinosa, A., & Tadeo, M. (2018). Producción de híbridos de maíz con urea estabilizada y nutrición foliar. *Ciencias Agrícolas*, 9(6), 1231-1244. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i6.407>



Respuesta del cultivo de poroto a la fertilización fosfatada asociado al uso de PGPR

Vera, B.¹, Karajallo, J.^{1*}, González, L.¹, Alemana, M.¹, Paster, E.¹

¹Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional del Este. Sede Itakyry, Paraguay.

*Krajallojc@hotmail.com

Introducción

El poroto (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), es una leguminosa cultivada en varios países del mundo para la alimentación humana, así también, parte de la planta como las hojas y el grano verde, es utilizado como cobertura y forrajes para la alimentación de animales debido a su alto contenido de proteína bruta del 25% en el grano, y posee cerca de un 56% de hidratos de carbono de alta digestibilidad, presenta un manejo a nivel campo fácil, con un costo de producción bajo. En Paraguay este rubro es cultivado en el sector de la agricultura familiar, es destinada al autoconsumo, y es una de las principales fuentes de ingreso de las familias campesinas.

Tradicionalmente en el Paraguay, en el sector de la agricultura familiar, el uso de fertilizantes químicos es muy escaso, y el uso de microorganismos (inoculantes) es prácticamente nulo, y a la baja fertilidad de los suelos, le sumamos las malas prácticas agrícolas, va causando una acelerada disminución y pérdida de la fertilidad del mismo, lo que da como resultado un rendimiento de grano deficiente al momento de la cosecha. Una de las formas de corrección de la deficiencia es la utilización de fertilizantes en este caso, con fuentes de fósforo (P), la disponibilidad de fósforo también es afectada por varios factores tales como el pH del suelo, textura, entre otros. Ante la necesidad de buscar alternativas que mejoren la

eficiencia de utilización de los fertilizantes minerales, el uso de tecnologías cada vez más sustentables y en equilibrio con el ecosistema, se ha impulsado el uso de los microorganismos, los cuales pueden ayudar al mejor aprovechamiento del fósforo promoviendo una mayor absorción por las plantas. A estos microorganismos se les denomina movilizadores de fósforo y se incluyen dentro de un grupo de microorganismos denominados PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria).

El objetivo de esta investigación es evaluar la respuesta del cultivo de poroto a la fertilización fosfatada asociado al uso de PGPR.

Metodología

El trabajo se llevó a cabo en el barrio Santo Domingo, del distrito de Itakyry, ubicado a 27 km de la Súper carretera y a 100 km de Ciudad del Este, capital de Departamento Alto Paraná, Paraguay. El suelo predominante de la zona de estudio es de textura franco arenoso, se clasifica como Rhodic paleudult. (López et al. 1995). Para la preparación de la parcela se realizó la aplicación de herbicida. El resultado del análisis de suelo indicó: pH= 4,10; Materia orgánica= 29,15 g dm⁻³; P= 3,10 mg dm⁻³; K= 0,11 cmol_c dm⁻³; Ca= 1,51 cmol_c dm⁻³; Mg= 0,48 cmol_c dm⁻³; Al= 1,25 cmol_c dm⁻³.



La variedad utilizada de poroto fue el pyta'i, por el color de los granos que son de color rojo oscuro, de ciclo corto (2,5 meses). La aplicación de los fertilizantes fosfatados y potásicos fueron realizados de manera conjunta, de forma manual, al momento de la siembra, la fertilización potásica fue aplicada conforme al requerimiento del análisis de suelo. Se utilizó Cloruro de potasio (KCl) como fuente, con 60% de K_2O , fue aplicado de manera homogénea en toda la parcela de estudio, con una dosis de 60 kg ha^{-1} . La siembra, se realizó de forma manual separados cada 0,90 m, entre hilera donde fueron depositadas tres semillas

cada 0,30 m, teniendo aproximadamente una densidad de $37.000 \text{ plantas por ha}^{-1}$.

El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar con arreglo bifactorial 5×2 con (10) tratamientos y cuatro repeticiones totalizando 40 unidades experimentales. El factor 1 correspondió a la aplicación de dosis creciente de fósforo (P_2O_5), los cuales fueron aplicados en su totalidad en el momento de la siembra. El factor 2 por su parte fue la inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) 1 mL por cada kg de semilla. Los tratamientos se citan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Dosis de fósforo, con y sin inoculación en poroto *Vigna unguiculata*. Facultad de Ingeniería Agronómica- UNE, Sede Itakyry, 2019.

Tratamientos	Dosis de P_2O_5 (kg ha^{-1})	Inoculación con PGPR (1 mL/kg de semilla)
T1	0	S.I.
T2	30	S.I.
T3	60	S.I.
T4	90	S.I.
T5	120	S.I.
T6	0	C.I.
T7	30	C.I.
T8	60	C.I.
T9	90	C.I.
T10	120	C.I.

S.I.=Sin inoculación. C.I.= Con inoculación.

El 100% de fósforo fue aplicado al momento de la siembra en bandas al lado de las líneas de siembra. El inoculante que fue utilizado contenía a la fecha de fabricación 3×10^8 bacterias de *Pseudomonas fluorescens* y 1×10^9 bacterias de *Azospirillum brasilense* en cada mililitro, la dosis que se utilizó fue lo recomendado por el fabricante. Los cuidados culturales que se han realizado en la parcela de estudio fueron la aplicación de insecticida y una aplicación de funguicida

según necesidad. La cosecha de las vainas se realizó en forma manual, cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica (grano seco), posterior a eso se expuso al sol unas 4-5 horas a los efectos de facilitar la apertura de las vainas y el secado de los granos, la trilla también se realizó en forma manual. Las variables evaluadas fueron; número de vainas por planta: para el efecto se tomaron 10 plantas al alzar dentro de la parcela útil, posterior a eso se procedió al



contaje de las vainas. número de granos por vaina: Se efectuó el conteo de los granos secos extraídos de 5 vainas pertenecientes a las plantas seleccionadas al azar, peso de 1.000 granos: Se seleccionaron los 1.000 granos secos al azar de cada tratamiento, luego se procedió al pesaje de estos, utilizando la balanza de precisión, mientras que para el rendimiento del cultivo en kg ha^{-1} : Se llevó a cabo el pesaje total de los granos secos de la parcela útil, utilizando una balanza electrónica. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA) con la ayuda del programa Infostat 2018 y a la comparación de medias por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados y discusión

El número de vaina por planta y el número de grano por vaina, no presentaron diferencia estadística significativa, para los factores estudiados, dosis de fósforo, con y sin inoculación con PGPR. El rango de los números de vaina estuvo entre 11,64 y 13,65, con relación al número de granos por vainas fue de 13,14 y 14,30,

además se puede mencionar que no hubo interacción entre la dosis de fósforo, con y sin inoculación como se pueden apreciar en el cuadro 2.

Los resultados obtenidos con relación a las variables número de vainas por planta y número de granos por vaina no coincide con los autores Grandae et al. (2017) donde manifiestan que la aplicación de inoculante bacteriano (PGPR) permite incrementar significativamente los números de vainas por planta. Y con relación a la fertilización fosfatada, no coincide con Soares (2013), donde menciona que incrementa el número de vaina por planta, y Nonato (2012) afirma que la fertilización fosfatada en el cultivo de poroto con dosis de 150 kg ha^{-1} de P_2O_5 aplicado en el momento de la siembra proporciona un aumento en la cantidad de vainas por planta, que difiere del presente resultado. Teniendo en cuenta los resultados de números de granos por vainas coincide con el trabajo de Grandae et al. (2014) que no fueron afectados por la utilización de PGPR.

Cuadro 2. Número de vainas por plantas, número de granos por vaina, de poroto pytai utilizando diferentes dosis de fósforo (P_2O_5 , con y sin inoculación y la interacción de los factores. Facultad de Ingeniería Agronómica – UNE, Sede Itakyry, 2019.

Dosis de fósforo (F1) kg ha^{-1}	Número de vainas por plantas	Número de grano por vaina
0	11,64 ^{ns}	14,13 ^{ns}
30	12,05	13,14
60	12,31	13,88
90	13,65	14,30
120	12,85	14,00
Inoculación (F2)		
C.I.	12,63 ^{ns}	13,50 ^{ns}
S.I.	12,38	14,28
Interacción (F1 x F2)	ns	ns

ns: no significativo al 5 % de probabilidad del error, test de Tukey.



Para las variables peso de mil granos y rendimiento, hubo diferencia estadística significativa, con relación a las dosis de fosforo, y con relación a la inoculación se observó diferencia en la variable rendimiento no así para el peso de mil granos, además se puede mencionar que hubo interacción entre los factores según el Cuadro 3. En relación a la interacción, el T₈ (con 60 kg de P y con PGPR) tuvo un menor promedio de peso de mil granos

con 125 gramos; seguido por T₁ (sin aplicación) con una media de 127 gramos; T₆ (con PGPR) con media de 127 gramos; y los mejores tratamientos en relación al peso de mil granos fueron en donde se aplicaron 90 kg de fosforo con inoculación y 120 kg de fosforo con y sin inoculación que fueron 152,75, 146,50, 142,75 gramos respectivamente, coincidiendo con los investigadores Ndoret al. (2012).

Cuadro 3. Peso de mil granos y rendimientos de poroto pytai, utilizando diferentes dosis de fosforo (P₂O₅, con y sin inoculación y la interacción de los factores. Facultad de Ingeniería Agronómica – UNE, Sede Itakyry, 2019.

Dosis de fosforo (F1)	Peso de mil granos (g)	Rendimiento de granos (kg ha ⁻¹)
120	144,63 ^a	1210 ^b
90	143,38 ab	1333a
60	130,13 cd	1173 b
30	136,13 bc	991 c
0	127,25 d	989 c
Inoculación (F2)		
C.I.	137,85 ^{ns}	1207a
S.I.	134,75	1072 b
Interacción (F1 x F2)		
90 (C.I.)	152,75 ^a	1449 ^a
120 (C.I.)	146,50 ab	1238 b
120 (S.I.)	142,75 ab	1183 b
30 (C.I.)	137,50 bc	975 c
60 (S.I.)	135,25 bc	1134 b
30 (S.I.)	134,75 bc	1007 c
90 (S.I.)	134,00 bc	1218 b
0 (C.I.)	127,50 c	1159 b
0 (S.I.)	127,00 c	819 d
60 (C.I.)	125,00 c	1212 b

ns: no significativo al 5 % de probabilidad del error. *Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)



El rendimiento del poroto, analizando individualmente los factores se obtuvo mayor resultado aplicando 90 kg de fósforo y el menor en el testigo y con 30 kg de fósforo, con la aplicación del inoculante PGPR, aumento el rendimiento en 135 kg más con relación a los tratamientos que no recibieron el producto. En relación con la interacción se obtuvo mejor resultado aplicando 90 kg de fósforo con inoculación con un promedio de 1.449 kg ha⁻¹, y el menor resultados fue en el testigo donde no se aplicó fósforo ni inoculante con PGPR, promediando 819 kg ha⁻¹, habiendo una diferencia de 630 kg ha⁻¹, Trabelsi et al. (2011) obtuvo resultados parecidos a la presente investigación

Conclusión

El rendimiento del poroto se ve afectado directamente por la aplicación del fósforo y el inoculante PGPR, no así el número de vainas por planta y número de grano por vaina, y en relación con el peso de mil semillas no hubo diferencia en relación a la aplicación o no del inoculante.

Referencias bibliográficas

- Granda, K., Ochoa, M., Ruilova, V., Guzmán, F., Torres, R. (2014). Evaluación de cepas nativas de rhizobium sobre parámetros fenotípicos en fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L). "La Argelia". Consultado el 05 de noviembre del 2017. (en línea). Disponible en: http://unl.edu.ec/sites/default/files/investigacion/revistas/2014-12-1/bio_art3.pdf
- Granda, K., Alvarado, Y., Torres, R. (2017). Efecto en campo de la cepa nativa COL6 de *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* sobre frijol común cv. Percal en Ecuador. "La Argelia". Consultado el 11 de noviembre del 2017. (en lí-

nea). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025357852017000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es

López O. et. al. (1995) República del Paraguay: Mapa de Reconocimientos de Suelos de la región Oriental Asunción (Par) Escala 1:500.000. Color.

Nonato, R. (2012). Adubação fosfatada e potássica na nutrição e na produtividade de feijão-caupi,

cultivado no município de bom Jesus-pi. Jaboticabal - São Paulo.

Ndor, E.; Dauda, N.; Abimuku, E.; Azagaku, D.; Anzaku, H. (2012). Effect of Phosphorus Fertilizer and Spacing on Growth, Nodulation Count and Yield of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp) in Southern Guinea Savanna Agroecological Zone.

Soares, R. (2013). Biometria e componentes de produção do feijão-caupi em diferentes doses de adubação fosfatada. Teresina. Consultado el 03 de noviembre del 2017. Disponible en (línea): http://ufpi.br/arquivos_download/arquivos/ppga/files/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Raimundo.pdf

Trabelsi, D.; Mengonio, A.; Ammar, H.; Mhamdi. (2011). Effect of on-field inoculation of *Phaseolus vulgaris* with rhizobia on soil bacterial communities. Borj-Cedria. Consultado el 11 de noviembre del 2017. (en línea). Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1574-6941.2011.01102.x/epdf>



Variables de rendimiento en el cultivo de trigo bajo diferentes dosis de nitrógeno en cobertura

Alfonzo, L. L.^{1*}, Leguizamón, C. A.¹, González, H. A.¹, Bareiro, J. L.¹, Peña, P. R.¹, Rolón, M. P.¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay.

*alfonzolizlujan@gmail.com

Introducción

El nitrógeno (N) es un nutriente de vital importancia para el crecimiento y desarrollo de las plantas, sobre todo para las especies de la familia poaceae (Cubilla, Wendling, Eltz, Amado & Mielniczuk, 2012). En un sistema de siembra directa con bajas temperaturas, propias de la época de siembra de trigo, hacen que se ralentice la mineralización de nitrógeno del suelo provocando un déficit de este nutriente (Keller & Fontanetto, 2002). Por ello, los mismos autores mencionan, que la suplementación con fuente mineral de nitrógeno es una alternativa para acompañar la necesidad nutricional y que influye sobre los indicadores de rendimiento del cultivo. Entre las fuentes más utilizadas se encuentra la urea, que es una de las fuentes de N con menor costo por unidad de nutriente y la de mayor concentración de N en el mercado, aproximadamente 45% de N disponible, según Morales, Rubí, López, Martínez & Morales (2019).

Viendo la necesidad de conocer la dosis que mejor se adecue a nuestras necesidades, se estableció como objetivo del trabajo evaluar cinco dosis de nitrógeno (N) para determinar la mejor estrategia de manejo.

Metodología

El experimento fue llevado a cabo en el distrito de Santa Rita, departamento de Alto Paraná, Paraguay, (coordenadas

25°51'44"S 55°07'01"W) entre los meses de mayo-septiembre del 2020. El suelo se caracteriza por presentar alta fertilidad natural y con buen nivel de humedad durante parte importante del año. El análisis de suelo arrojó pH H₂O: 5,28; MO: 3,12%; P disponible: 59,3 mg. L⁻¹; Ca⁺⁺: 3,86; Mg⁺⁺: 1,33; K⁺: 0,67; Al⁺⁺⁺: 0,30; H+Al: 5,99; CIC: 11,85 en cmolc L⁻¹, el contenido de arcilla es de 53%, limo 9% y arena 38%.

Se realizó el ensayo del tipo cuantitativo, que consistió en dosis de N utilizando como fuente la urea. El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar, siendo los tratamientos las dosis de N: 0, 14, 21, 28 y 35 kg ha⁻¹, totalizando 5 tratamientos y 3 repeticiones (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción y disposición de los tratamientos.

Tratamiento	Fuente	Dosis de N (kg ha ⁻¹)
1	Urea	0
2	Urea	14
3	Urea	21
4	Urea	28
5	Urea	35

El área total del experimento fue de 132 m² disponiéndose de unidades experimentales de 5 m por 1,76 m dentro de los cuales se delimitó el área útil de 3 m por 88 cm. El cultivo de trigo se condujo bajo Sistema



de Siembra Directa, sembradas de forma mecanizada estableciéndose un distanciamiento entre hileras de 22 cm, siendo la variedad Itapúa 80. Esta variedad presenta altura media, una moderada susceptibilidad a suelos ácidos y alto potencial industrial.

La parcela tuvo una fertilización base con la formulación 12-15-15 (N-P₂O₅-K₂O) 300 kg ha⁻¹, siendo aportado 36 kg ha⁻¹ de N, 45 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 45 kg ha⁻¹ de K₂O para eliminar posibles efectos de elementos limitantes. La aplicación de los tratamientos (dosis de N-urea) fue realizada 20 días después de la siembra. Fueron evaluados el rendimiento (kg ha⁻¹), altura de planta (cm), peso hectolítrico (kg hl⁻¹) y peso de mil semillas (g).

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza al 5% de confiabilidad y luego a la prueba de comparación de medias de Tukey.

Resultados y discusión

En el Cuadro 2 se observa el efecto de la aplicación de los diferentes tratamientos con urea en las variables de rendimiento, peso hectolítrico, peso de mil semillas y altura de la planta. No se detectaron diferencias estadísticas significativas en las variables de rendimiento, altura y peso de mil semillas, resultados que concuerdan con lo obtenido por González, Chaparro, Rasche & Leguizamón (2017) quienes estudiaron el efecto de la aplicación de las diferentes dosis de N en dichas variables.

Cuadro 2. Variables de rendimiento en función a dosis de nitrógeno

Urea	Rendimiento kg ha ⁻¹	Peso hectolítrico kg hl ⁻¹	Peso de mil semillas (g)	Altura de planta cm
Dosis de N (kg ha⁻¹)				
0	2.103 ^{ns}	79,92 c	40,59 ^{ns}	73,7 ^{ns}
14	2.084	78,52 bc	39,31	68,4
21	2.004	76,58 b	42,12	71,3
28	1.838	74,17 a	41,23	71,3
35	1.837	72,38 a	40,59	68,6
Media	1.973	76,31	40,768	70,65
CV%	12,9	0,99	7,85	6,36

Según el test de Tukey al p= 0,05 medias seguidas por letras iguales no difieren estadísticamente uno de otro. ns: no significativo

El peso hectolítrico, indicador de calidad de los granos de trigo (Quicaño, 2018), presentó diferencia significativa, presentando los valores más altos entre la dosis 0-21 kg ha⁻¹ de N, mientras que entre la dosis 28-35 kg ha⁻¹ se observó un comportamien-

to similar sin diferencia estadística. Dicha variable mostró una disminución entre las dosis 28-35 kg ha⁻¹ ubicándose por debajo del estándar ideal de 76 kg hl⁻¹ (Cabre-ra, Mohan, Aguero, Altamirano & Benítez, 2016). Don (2008), menciona que el trigo con peso hectolítrico de valores entre 74-80 kg hl⁻¹ son de mejor calidad ya que el crecimiento de este valor se traduce en un mayor contenido de harina.



Conclusión

Bajo estas condiciones de experimento se concluye que la aplicación de N utilizando como fuente la urea, en el cultivo de trigo, genera un efecto negativo en el peso hectolítrico. Las variables rendimiento en granos, peso de mil semillas y altura del trigo Itapúa 80 no son afectadas.

Agradecimientos

A la Compañía Dekalpar S.A. por la financiación del trabajo de investigación y por el campo experimental además de toda la logística e infraestructura. Leguizamón, C.A. y González, H.A. agradecen al CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) por sus respectivos incentivos en el marco del Programa de Incentivo a los Investigadores (PRONII).

Referencias bibliográficas

- Cabrera, G., Mohan, M., Agüero, M., Altamirano, E., & Benítez, G. (2016). Calidad industrial de variedades de trigo, Itapúa 80, Itapúa 85 y Canindé 21. *Investigación Agraria*, 18(1), 95-100.
- Cubilla, M., Wendling, A., Eltz, F., Amado, T., & Mielniczuk, J. (2012). *Recomendaciones de fertilización para soja, trigo, maíz y girasol bajo el sistema de siembra directa en el Paraguay*. Asunción, Paraguay: CAPECO. 86 p.
- Don, J. (2008). *Cereales y forrajes: Cultivo práctico* (Tomo 11). Madrid, España: Librería Editorial.
- González, A., Chaparro, L., Rasche, J., & Leguizamón, C. (2017). Fertilización nitrogenada aplicada en cobertura en trigo. En II Congreso Paraguayo de Ciencias Agrarias, (2), 205-208.
- Keller, O., & Fontanetto, H. (2002). Fertilización nitrogenada y azufrada en trigo. resultados de dosis y momentos de aplicación. *Publicación miscelánea. EEA Rafaela, Área de Investigación en Agronomía*, (96).
- Morales, J., Rubí, M., López, J., Martínez, A., & Morales, E. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7230619>.
- Quicaño, F. (2018). Labranza de suelos y niveles de fertilización nitrogenada en el rendimiento del cultivo de trigo, Pampa del Arco-Ayacucho, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3157>



Estrategias de nutrición en tratamiento de semillas y fertilización foliar del cultivo de soja

González, T.^{1*}, Leguizamón, C. A.¹, González, H. A.¹, Giret, B.V.¹, Céspedes, N. A.¹, Vázquez, C. C.¹

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

*tatianagc7471@gmail.com

Introducción

Es importante considerar la nutrición en tratamiento de semillas (TS), pues Bonnin, Cabrera, Franco, Rivas & Chamorro (2017) indican que el sistema productivo del cultivo de soja presenta una alta productividad en consecuencia a una buena calidad de semilla.

La fertilización foliar (FF) es una herramienta para el manejo sostenible y productivo de los cultivos. Tiene una acción inmediata y orientada al objetivo que la fertilización del suelo, ya que los nutrientes pueden ser aplicados directamente a los tejidos vegetales durante las etapas críticas del crecimiento de las plantas (Fernández, Sotiropoulos & Brown, 2015).

Azcón y Talón (2013) señalan que los elementos esenciales presentes en mayores cantidades en las plantas se denominan macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S), mientras que aquellos presentes en cantidades mínimas se denominan micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Ni). El tema es de gran trascendencia, sobre todo en las plantas de interés agrícola, porque estos aspectos ejercen un impacto importante sobre la cantidad y la calidad de la producción, y ello ha determinado un incremento en la utilización de fertilizantes con la adición de micronutrientes. Según Prato y Gómez (2014) la fertilización eficiente de manganeso (Mn) requiere manejos agronómicos diferenciados dadas las complejas variables de absorción y disponibilidad de este micronutriente en el suelo. Deuner et al. (2016) apuntan que los micronutrientes cobalto (Co) y molibdeno

(Mo) incrementan el rendimiento por hacer parte de la enzima nitrogenasa, sintetizada por bacterias durante el proceso biológico de fijación de nitrógeno por simbiosis. El objetivo del trabajo fue evaluar la influencia de nutrición en fase de semilla y estadio vegetativo del cultivo de soja.

Metodología

El experimento fue efectuado en el campo experimental del Distrito de Santa Rita, Departamento de Alto Paraná (coordenadas 25°52'44" S y 55°07'01" W a 282 msnm) entre finales de septiembre de 2019 e inicio de febrero de 2020. Según el análisis de laboratorio, la zona del experimento contó con un suelo predominantemente arcilloso (53 % de arcilla, 9 % de limo y 38 % de arena), buen contenido de materia orgánica (3 %), alta capacidad de intercambio catiónico (11,8 cmol LS⁻¹) y pH ácido (5,2). De acuerdo con INBIO (2019, 2020) entre los años del experimento 2019 y 2020 se registró una temperatura que varió entre 16 y 35 °C, mientras que la precipitación osciló entre 10 a 200 mm por mes. Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Los tratamientos se distribuyeron en 6 con 3 repeticiones por tratamiento y cada unidad experimental tuvo 10 hileras de soja de 5 m de longitud, espaciamiento de 0,45 m entre hileras y 11 a 13 plantas m⁻¹. En base al estudio preliminar, previamente se realizó una fertilización base de 300 kg ha⁻¹ (04 N- 30 P₂O₅ - 10 K₂O), luego se ejecutó el experimento en el cultivo de soja, en dos fases: la primera durante el tratamiento



de semillas y la segunda a campo con pulverizaciones durante la fase fenológica V4 (formación completa de cuatro trifolios) conjuntamente con glifosato, tal como se indica en el Cuadro 1. Para el tratamiento de semillas se utilizaron Producto A y

Producto B con la ayuda de un tanque mezclador, mientras que el suministro en follaje en estadio V4 fue conllevado con una mochila pulverizadora, usando el Producto C como fertilizante foliar.

Cuadro 1. Tratamientos del experimento por nutrición vía semilla y foliar en estadio V4. Santa Rita, Paraguay 2019/20.

Tratamientos		Descripción de tratamientos		
Aplicación en tratamiento de semillas (TS)		Fertilización foliar en estadio V4 (FF)*		
Producto	ml 100 kg ⁻¹ semillas	Producto	ml ha ⁻¹	
T1	Testigo	-	Testigo	-
T2	-	-	Producto C	1000
T3	Producto A	500	-	-
T4	Producto A	500	Producto C	1000
T5	Producto B	150	-	-
T6	Producto B	150	Producto C	1000

Producto A contiene (% V⁻¹): Nitrógeno N (2,19)-Potasio K (14,6)-Azufre S (3,8)-Boro B (1,46)-Cobre Cu (0,73)-Hierro Fe (0,15)-Manganeso Mn (1,46)-Molibdeno Mo (2,19)-Zinc Zn (2,19)

Producto B contiene (% V⁻¹): Cobalto Co (1,5)-Molibdeno Mo (15)-Aminoácidos AA totales (4,6)

Producto C contiene (% V⁻¹): Manganeso Mn (8,7)-Nitrógeno N (7,2)

*Fertilización en conjunto con herbicida glifosato

En el estadio fenológico R4 se evaluaron la altura de la planta y el diámetro del tallo de soja, con el uso de una cinta métrica y un paquímetro respectivamente. En cambio, durante la cosecha se determinó el rendimiento de soja en un área útil de 6,75 m², además del índice de cosecha de soja a partir de 12 plantas por unidad experimental. Una vez obtenidos los datos, los mismos fueron sometidos a ANAVA y prueba de comparación de medias Scott-Knott al 10 % de probabilidad de error.

Resultados y discusión

En relación a la Figura 1 se logró apreciar que la altura de la planta de soja varió entre 52,30 y 56,08 cm, sin respuesta significativa estadísticamente, a pesar de que según Graebin et al. (2018) la altura de planta en la soja demostró verse influenciada por fertilizaciones de cobalto y molibdeno a razón de 100 ml para 50 kg de semillas, teniendo como factores a 2 cultivares de soja y distintos momentos de aplicación. En contraposición se verificó que el diámetro del tallo de soja en el experimento sí tuvo diferencias significativas mediante el análisis estadístico, el cual fluctuó entre 3,83 y 4,70 mm, siendo los tratamientos 2, 3 y 4 de mayor valor (letra A) que incidieron de manera acentuada sobre la diferenciación contrastándolos con los restantes tratamientos 1, 5 y 6, cuyos valores demostraron tener menor diámetro (representados por la letra B). Deuner et al. (2015) también encontraron en el cultivo de soja diferencias significativas al evaluar el diámetro del tallo por tratamiento de semillas y aplicación foliar



de macro-micronutrientes (potasio, fósforo, cobalto, molibdeno, manganeso, boro). No se pudo observar comportamientos dependientes ni tendencias respecto a ambas variables medidas.

A lo que concierne Figura 2, ésta presentó al rendimiento de soja que varió entre 4.439 y 5.144 kg ha⁻¹, así como también al índice de cosecha de soja que osciló entre 53,50 y 57,09 %. Ambos parámetros que fueron estudiados no tuvieron diferencias significativas estadísticamente. Según CAPECO (2020), en última zafra de la soja se estima un rendimiento promedio de 2.857 kg ha⁻¹ a nivel país, por tanto toca enfatizar que el experimento superó dicha media nacional. De acuerdo con Roján, Maqueira & Torres (2019), la variación diferencial en rendimiento radicó entre fechas de siembra y entre cultivares según sus datos obtenidos también en cultivo de soja que fueron sometidos a análisis estadístico, verificando respuestas significativas. Además, en cuanto al índice de cosecha cabe hacer mención que se denota de mejor manera ciertas diferencias entre cultivares (Maqueira, Torres, Roján, Pérez & Toledo, 2016) y entre espaciamientos de surcos en el cultivo de la soja (Chacón et al., 2011).

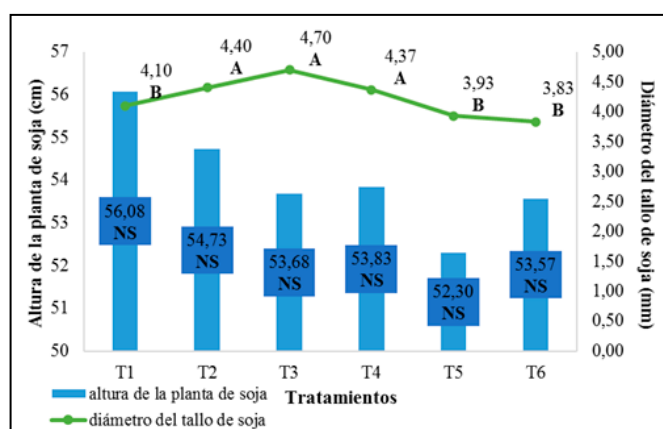


Figura 1. Altura de la planta de soja (cm) con valores estadísticamente no significativos (NS) y diámetro del tallo de soja (mm) con respuesta estadística significativa (letra A: mayores valores; letra B: menores valores). Santa Rita, Paraguay 2019/20.



Figura 2. Rendimiento de soja (kg ha⁻¹) e índice de cosecha de soja (%) con valores no significativos (NS) según el análisis de estadística de ambos. Santa Rita, Paraguay 2019/20.

Conclusión

La nutrición de soja en fase de semilla (Producto A) y por vía foliar (Producto C) denotó favorablemente su incidencia en el diámetro del tallo. En referencia a las demás variables de la soja (altura de la planta, rendimiento e índice de cosecha) no hubo influencia de los tratamientos.

Referencias bibliográficas

- Azcón, J., & Talón, M. (2013). Fundamentos de fisiología vegetal. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana de España.
- Bonnin, J. J., Cabrera, M. G., Franco, R., Rivas, H. D., & Chamorro, S. M. (2017). Análisis de la variabilidad espacial de la rentabilidad del cultivo de soja en una propiedad del Distrito de Villeta-Departamento Central, Paraguay. *Revista Investigación Agraria*, 7(1), 16-27. Recuperado de <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/401/314>.

CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas, Paraguay). (2020). Área de siembra, producción y rendimiento. Recuperado de <http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>.



- Chacón, A., Cardoso, S., Barreda, A., Colás, A., Alemán, R., & Rodríguez, G. (2011). Acumulación de materia seca, rendimiento biológico, económico e índice de cosecha de dos cultivares de soya [*Glycine max* (L.) Merr.] en diferentes espaciamientos entre surcos. *Centro Agrícola*, 38 (2), 5-10. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/283246347_Acumulacion_de_materia_seca_rendimiento_biologico_economico_e_indice_de_cosecha_de_dos_cultivares_de_soya_Glycine_max_L_Merr_en_diferentes_espaciamientos_entre_surcos
- Deuner, C., Dutra, R. S., Terra, C., Peil, M., Suárez, C. I., Meneghello, G. E. (2016). Desempeño fisiológico de semillas de soja y frijol tratadas con dos micronutrientes. *Revista Investigación Agraria*, 18(1), 8-14. Recuperado de <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/351/300>
- Deuner, C., Meneghello, G. E., Borges, C. T., Griep, L., Almeida, A. S., & Deuner, S. (2015). Rendimiento e qualidade de sementes de soja produzidas sob diferentes manejos nutricionais. *Revista de Ciências Agrárias*, 38 (3), 357-365. Recuperado de <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rca/v38n3/v38n3a10.pdf>
- Fernández, V., Sotiropoulos, T., & Brown, P. (2015). Fertilización foliar: Principios científicos y práctica de campo. París: Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes.
- Graebin, A., Peroni, W., Dias, J. K., Pinto, N., Gomes, M., & Bastos, C. (2018). Desempenho agrônomico de cultivares de soja em função de diferentes métodos de aplicação de cobalto e molibdênio. *Revista Cultivando O Saber*, 11 (2), 120-128. Recuperado de https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/5b0d87aab2ff5.pdf
- INBIO (Instituto de Biotecnología Agrícola, Paraguay). (2019). Agroclima: Mapas y condiciones. Recuperado de <https://inbio.org.py/agroclima/#>
- INBIO (Instituto de Biotecnología Agrícola, Paraguay). (2020). Agroclima: Mapas y condiciones. <https://inbio.org.py/agroclima/#>
- Maqueira, L. A., Torres, W., Roján, O., Pérez, A. S., & Toledo, D. (2016). Respuesta del crecimiento y rendimiento de cuatro cultivares de soya *Glycine max* (L.) Merrill durante la época de frío en la localidad de Los Palacios. *Cultivos Tropicales*, 37 (4), 98-104. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193247419009>
- Prato, A. I., Gómez, M. I. (2014). Aplicación líquida edáfica y foliar de manganeso en espinaca (*Spinacia oleracea* L.) cultivada en sustrato vermicompost. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 262-271. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n2/v8n2a09.pdf>
- Roján, O., Maqueira, L. A., & Torres, W. (2019). Variabilidad del rendimiento en cultivares de soya (*Glycine max* L.). Parte I. Época de frío. *Cultivos Tropicales*, 40 (1), 1-28. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v40n1/1819-4087-ctr-40-01-e08.pdf>



Dimensionamiento de la malla de muestreo para la caracterización de la variabilidad espacial de la compactación de un suelo agrícola

Martínez Giménez, E.E.^{1*}, Bonnin, J.J.¹, Sanabria Almada, G.A.¹, Franco Ibars, R.¹, Chamorro, S.M.¹

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

*anaileile98@gmail.com

Introducción

Uno de los componentes esenciales para llevar a cabo la actividad agrícola es el suelo, recurso fundamental en la productividad de la agricultura, este constituye la base para la vida de las plantas ya que sirve de soporte a las mismas y es fuente elemental de nutrientes indispensables para obtener un desarrollo óptimo. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (2016) señala que, la compactación del suelo puede reducir el rendimiento agrícola hasta un 60%.

La mala gestión agrícola (80%) y el sobrepastoreo (16%) son las dos principales causas antrópicas de compactación. La agricultura de precisión requiere información precisa acerca de las propiedades del suelo para conocer en qué medida éstas satisfacen las necesidades específicas del cultivo y a partir de ello optimizar la aplicación de insumos. La variabilidad de las propiedades del suelo es principalmente espacial y debe conocerse para hacer un buen uso de este recurso (Jaramillo 2012). La variabilidad espacial se puede estudiar a través de técnicas geoestadísticas que permiten elaborar mapas y así delimitar áreas de manejo diferencial, de esa manera

realizar el estudio de la distribución espacial de las propiedades del suelo, como la compactación, se necesitan definiciones metodológicas con respecto a la densidad y el tamaño de la cuadrícula de muestra ideal para la evaluación de las características espaciales de los atributos de interés.

Teniendo en cuenta lo mencionado el objetivo general de la investigación consistió en determinar la cantidad mínima de puntos óptimos de la resistencia mecánica del suelo a la penetración (RMSP) mediante el índice de Kappa (K).

Metodología

La investigación fue realizada en un suelo clasificado como Ultisol con manejo conservacionista en una superficie de 6,2 ha. El área se encuentra localizada en el Departamento de Caaguazú, distrito de Raúl Arsenio Oviedo, colonia Panambi, situadas entre las coordenadas 25°5'28,98" latitud Sur y 55°39'59,92" longitud Oeste y con una altitud de 291 msnm.

Para la vectorización del área experimental, primeramente, fue realizada la demarcación del perímetro, por medio del colector



GNSS trimble modelo Juno SB y software de agricultura de precisión Farm Works Mobile integrado al mismo. Posteriormente mediante el Software QGis fue generada la malla de muestreo donde los puntos de muestreo fueron distribuidos dentro de la parcela, fue definida una malla de muestreo de 36 x 36 m, de forma a configurar una mejor distribución de los puntos en el área de estudio, lo que totalizó 46 puntos de análisis que corresponden a 7 muestras/ha.

El levantamiento de datos para determinación de la compactación del suelo fue realizado con el penetrómetro Eijkelkamp con un cono de 1 cm² en las profundidades de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm respectivamente. Además de la malla de muestreo de referencia fueron seleccionadas una malla de 54 x 54 m que corresponden a 5 muestras/ha). Los datos obtenidos fueron primeramente sometidos a un análisis exploratorio (Estadística descriptiva), con la finalidad de describir los parámetros estadísticos: medidas de localización (Media, mínima y máxima), tendencia central (Asimetría y Kurtosis), dispersión (Coeficiente de variación) y forma de distribución de los datos (Homogeneidad y normalidad).

Para la determinación de la normalidad de las muestras fue utilizado el test de Shapiro-Wiks. El análisis espacial fue estudiado mediante la geoestadística a través del software QGis, fue realizada la interpolación mediante el método de kriging. El acuerdo entre mapas se realizó por la matriz de error calculada por el índice Kappa (*K*).

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se representan los resultados del análisis de la estadística descriptiva en función a las mallas de muestreo, estos para los valores del índice de cono a diferentes profundidades de muestreo utilizadas, así como el índice de aproximación de los datos a una curva de distribución normal teórica calculada a través del Test de Shapiro-Wiks.

Los datos presentan distribución normal a excepción de la malla 54 x 54 m a una profundidad de 0-10 cm de acuerdo con el test de * Test de Shapiro-Wiks ($p < 0,05$). Los valores medios indican que la resistencia mecánica del suelo a la penetración fue en aumento a medida que aumentaba la profundidad de las muestras. Soil Science Division Staff (2017), indica que a partir de 2 MPa existe una fuerte restricción en el crecimiento de las raíces; por lo que en el área no se observa presencia de niveles altos por no presentar valores superiores a 2 MPa.

La determinación del coeficiente de variación se realizó de acuerdo con el criterio propuesto por Warrick y Nielsen (1980), que consideran: variabilidad baja ($CV < 12\%$); media ($12\% < CV < 60\%$) y alta ($CV > 60\%$), por ello se considera que en todas las profundidades y mallas muestrales se presenta una variabilidad media. Según los criterios de Dicovski (2012) se presenta un 62,5 % de valores positivos de asimetría que indica que la distribución se encuentra sesgada hacia la derecha y 37,5 % de valores negativos donde la distribución se encuentra sesgada hacia la izquierda.



En la profundidad de 0-10 cm para ambas mallas se presenta curtosis negativa que indica que la curva es mas plana con respecto a la normal (Curva platicúrtica) y para todos los demás se presenta curtosis positiva donde la curva es más puntiaguda o levantada (Curva leptocúrtica). El grado de

dependencia espacial se evaluó mediante el porcentaje del efecto pepita a nivel y según el criterio propuesto por Cambardella *et al.* (1994), el grado de dependencia fue bajo (Superiores al 75%) y valores moderados (25 a 75 %) para las variables estudiadas.

Tabla 1. Parámetros del análisis de la estadística descriptiva de los valores de Índice de Cono (MPa), con mallas muestrales de diferentes dimensiones en cuatro profundidades de muestreo. Departamento de Caaguazú, Paraguay, 2020.

Malla de muestreo	Dist. Normal	Media	Min.	Max.	D.S.	CV (%)	Asimetría	Curtosis
IC (MPa) – Profundidad 0-10 cm								
36 x 36 m	Aceptada*	0,85	0,40	1,65	0,30	35,45	0,37	-0,32
54 x 54 m	Rechazada	0,97	0,6	1,37	0,27	28,50	-0,001	-1,484
IC (MPa) – Profundidad 10-20 cm								
36 x 36 m	Aceptada	1,06	0,06	1,80	0,37	35,00	-0,66	0,08
54 x 54 m	Aceptada	1,14	0,26	1,80	0,33	29,14	-0,867	1,27
IC (MPa) – Profundidad 20-30 cm								
36 x 36 m	Aceptada	1,23	0,69	2,09	0,28	22,87	0,61	0,46
54 x 54 m	Aceptada	1,18	0,10	1,70	0,35	29,60	-1,414	2,86
IC (MPa) – Profundidad 30-40 cm								
36 x 36 m	Aceptada	1,37	0,76	2,20	0,29	20,99	0,44	0,18
54 x 54 m	Aceptada	1,29	0,54	1,91	0,33	25,34	-0,371	0,05

* Test de Shapiro-Wilks ($p < 0,05$); CV: coeficiente de variación; D.S: Desviación estándar

En la Tabla 2 se puede observar los valores estimados del índice de concordancia de kappa (K), la determinación se realizó según los valores propuestos por Landis y Koch (1977), estas fueron obtenidas a partir de la matriz de error para comparar los mapas temáticos de Índice de cono

(IC), el mapa utilizado como referencia corresponde al de 36 x 36 m. Se revela que se presentan valores insignificantes (K 0,01-0,20) en todas las profundidades de muestreo, esto indica que la disminución de mallas muestrales afecta la calidad de los mapas.



Tabla 2. Nivel de exactitud de la clasificación de mallas de muestreo conforme al valor de índice de Kappa. Departamento de Caaguazú, Paraguay, 2020.

Malla de muestreo	Malla de referencia (36x36 m)			
	IC 0-10 cm	IC 10 – 20 cm	IC 20-30 cm	IC 30-40 cm
54 x 54 m	K: 0,03 (Insignificante)*	K: 0,07 (Insignificante)*	K: 0,09 (Insignificante)*	K:0,09(Insignificante)*

* Clasificación propuesta por Landis y Koch (1977); K - Índice de Kappa

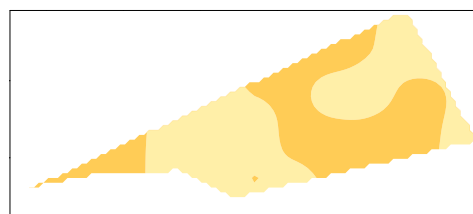
En la figura 1 se observa que en la profundidad de 0-10 cm predominan valores bajos de IC (0,01-1 MPa) y a medida que aumenta la profundidad se denotan valores moderados (1 -2 MPa), valores altos se presentan en la malla de referencia a una

profundidad de 30-40 cm, no así en la malla 54 x 54 m, esto según los parámetros establecidos por Soil Science Division Staff (2017), se verifica que existen diferencias entre los mapas temáticos elaborados con la disminución de puntos de muestreo.

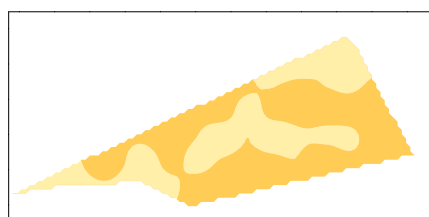
Malla 36 x 36 m IC: 0-10 cm



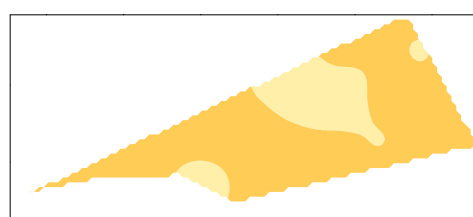
Malla 54 x 54 m IC: 0-10 cm



Malla 36 x 36 m IC: 10-20 cm

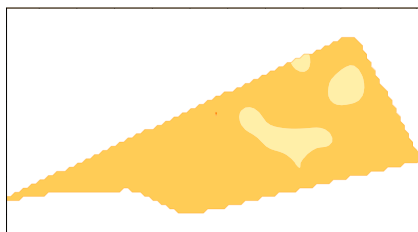


Malla 54 x 54 m IC: 10-20 cm



Malla 36 x 36 m IC: 20-30 cm

Malla 54 x 54 m IC: 20-30 cm



Malla 36 x 36 m IC: 30-40 cm



Malla 54 x 54 m IC: 30-40 cm

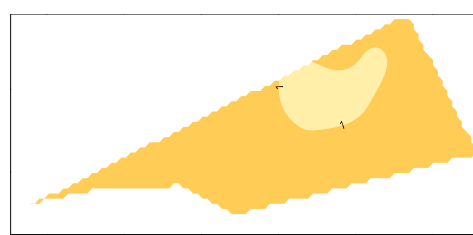
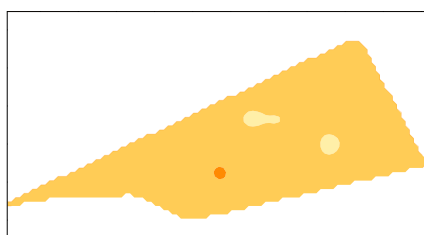


Figura 1. Mapas temáticos de valores de índice de cono (IC) en cuatro profundidades con diferentes mallas de muestreo. Departamento de Caaguazú, Paraguay, 2020.

Conclusión

La disminución de las mallas muestrales altera la precisión del total de muestras representativas del índice de cono (IC) presentes en el área de estudio, por ello se recomienda utilizar la malla de referencia de 36 x 36 m (7 muestras/hectárea).

Referencias bibliográficas

Cambardella, C; Moorman, T; Parkin, T; Karlen, D; Novak, J; Turco, R; Konopka, A. (1994). Variabilidad de las propiedades del suelo a escala de campo en suelos de Iowa Central. *Soil Science Society of America* 58(5): 1501. Consultado 09 oct. 2020. Disponible en <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/18168>

Dicovski, L. (2012). Estadística básica para ingenieros. Estelí, Nicaragua. UNI-Sede regional Norte. 111 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2016). Compactación del suelo. Consultado 13 oct. Disponible en fao.org/3/a-i6473s.pdf

Jaramillo, D. (2012). Variabilidad espacial del suelo: Bases para su estudio (en línea). Consultado 15 oct. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rfc/article/view/49004/50077>

Landis, J.; Koch, G. (1977). The measurements of agreement for categorical data. *Biometrics* 33(3): 159-179

Soil Science Division Staff. (2017). Soil Survey manual. Washington, Estados Unidos, USDA. 437 p.

Warrick, A; Nielsen, D. (1980). Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Applications of soil physics. New York, Estados Unidos, Academic Press, 385 p.



Nivel de ruido generado por un tractor agrícola en condición estática

Bonnin Acosta, J.J.¹, Martínez Giménez, E.E.^{1*}, Vera Ojeda, P.A.¹, Chamorro Díaz, S.M.¹, Franco Ibars, R.A.¹

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

*anaileile98@gmail.com

Introducción

El tractor agrícola es uno de los responsables de producir altos niveles de presión sonora (ruido), principalmente, cuando el motor opera a mayor rotación, y en función de eso, todo el personal cercano a la maquinaria puede ser afectada por la polución sonora producida por el tractor de acuerdo con Ruas et al. (2011). Para Miyajima et al. (2016) la mecanización a combustión viene causando diversos perjuicios al operador con relación a los factores ergonómicos y más específicamente a su salud física, como postura inadecuada para ejecutar el trabajo, exposición excesiva a una temperatura elevada y por último, los niveles sonoros a que está sometido constantemente el personal agrícola. En este contexto, Poje et al. (2016) destaca la necesidad de estudiar la presión sonora generada por las maquinarias agrícolas a fin de comprender mejor su propagación y el efecto causado, principalmente, en el sistema auditivo del operador. Siendo así, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el nivel de ruido generado por un tractor

agrícola en función a la rotación del motor, ángulo y radio de alejamiento de la fuente emisora bajo condición estática.

Metodología

La investigación fue realizada en el Área de Ingeniería Agrícola de la FCA/UNA y como fuente de potencia fue utilizado un tractor agrícola, John Deere modelo 5605 TDA 4x2, equipado con un motor a combustión interna diésel, con una potencia máxima de 55 kW (75 CV). Las evaluaciones de campo fueron realizadas en un área plana de 1.000 m² cubierta por césped, libre de obstáculos que pudieran interferir en la determinación acústica de la maquinaria. Los niveles de ruido emitidos por el tractor fueron registrados por medio de un Decibelímetro (Medidor de presión sonora) portátil, de la marca RadioShack Digital Sound Level Meter Digital (Figura 1, a), con dos rangos de medición de 50 a 126 decibel (dB), y dos niveles de respuesta (Lento/Rápido). La calibración del decibelímetro fue realizada de acuerdo con el manual del fabricante del referido equipo.

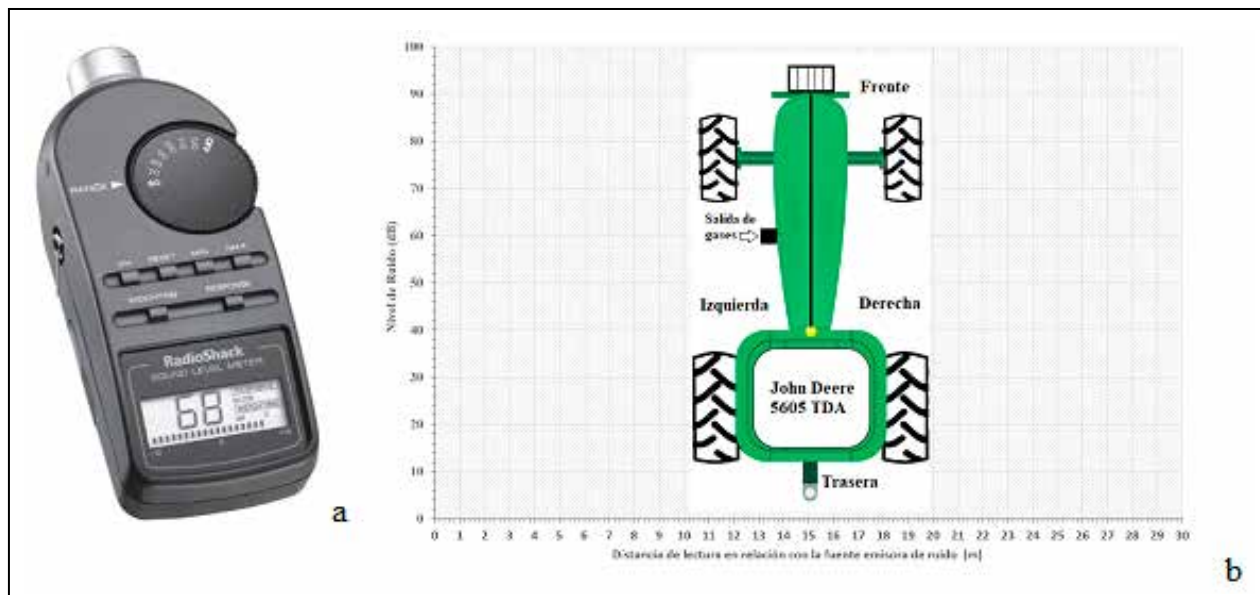


Figura 1. Decibelímetro Radioshack (a). Esquema de distribución espacial de los puntos de muestreo para la determinación de los niveles de ruido (b).

El delineamiento experimental utilizado fue un factorial completamente al azar, siendo el factor A: rotación del motor (1.700, 2.150 y 2.400 rpm), factor B: cuatro posiciones de medición sonora en función a la localización del sistema de salidas de los gases del motor (frente, trasera, derecha e izquierda de la salida de caño de escape) y el factor C: distancia de lectura en relación con la fuente emisora de ruido, determinados a cada intervalo de un metro (de 0 a 15 m). En cada punto de evaluación se realizaron 10 repeticiones, como se puede observar en la Figura 1 (b).

Las mediciones de ruido fueron realizadas a nivel del oído del operador y a continuación los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y comparación de

media, posteriormente, se procedió a confrontados con los límites establecidos en el Artículo 232 (de la Ley N° 1.100/97).

Resultados y discusión

En el Cuadro 1, se presentan los resultados del análisis de varianza para los factores estudiados, donde se pudo observar diferencias significativas para los factores analizados al 5% de probabilidad de error, indicando una dependencia estadística significativa entre los factores de rotación, posición y distancia.

De esta forma se procedió a realizar una comparación de medias (Prueba de Tukey).



Cuadro 1. Análisis de la Varianza de los niveles de ruido (dB) generados por el Tractor John Deere 5605 TDA. FCA/UNA, San Lorenzo, 2020

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16.442,20	179	91,86	763,11	<0,0001
Rotación (A)	1.815,63	2	907,82	7.541,86	<0,0001
Posición (B)	3.249,68	3	1.083,23	8.999,11	<0,0001
Distancia (C)	10.506,28	14	750,45	6.234,50	<0,0001
Error	65,00	540	0,12		
Total	16.507,20	719			
<i>Coefficiente de variación (%): 0,43</i>	<i>Numero de observaciones: 720</i>			<i>R²: 0,99</i>	

Con los resultados de las Pruebas de Tukey, se puede decir que todos los niveles en los factores Rotación (A) y Posición (B) son estadísticamente diferentes, en el caso del factor distancia los niveles de 13 m y 14 m no son estadísticamente diferentes, pero los demás niveles no poseen esta situación. En la figura 2 se representa los resultados

de la prueba de Tukey para la interacción entre (A) y (B), lo mas destacado para estos resultados es que los resultados para la Izquierda (en donde se encuentra la salida del escape) con los tres niveles de Rotación no son estadísticamente diferentes, al igual que los resultados de la rotación 1700 RPM atrás y derecha que poseen letras iguales.

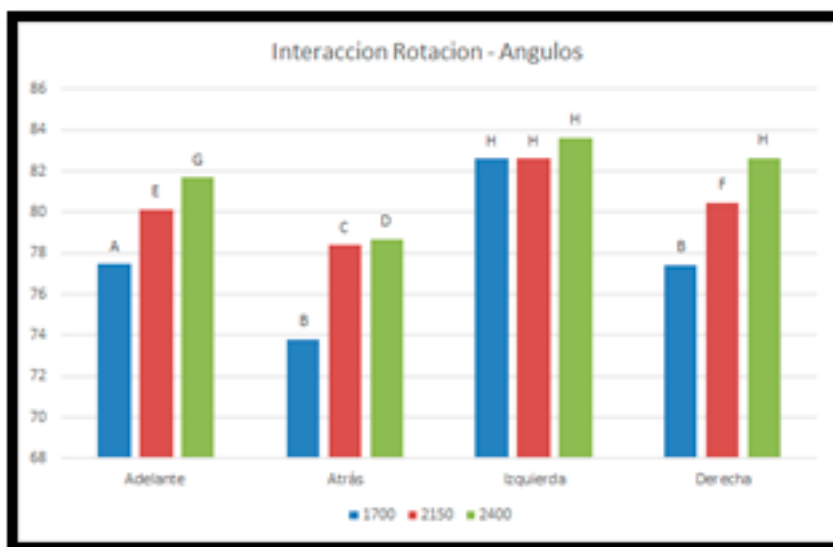


Figura 2: Resultados de la prueba de Tukey A*B. FCA/UNA, San Lorenzo, 2020.



En la figura 3 se puede observar los resultados de las interacciones entre Rotación (A) y Distancia (C), todos los valores con una letra en común significan que no son estadísticamente diferentes entre si, y los que no poseen ninguna letra

en común son estadísticamente diferentes, destacando que, en la interacción de 1 m con los tres niveles de revolución todos estos resultados son los más altos y son estadísticamente diferentes entre ellos.

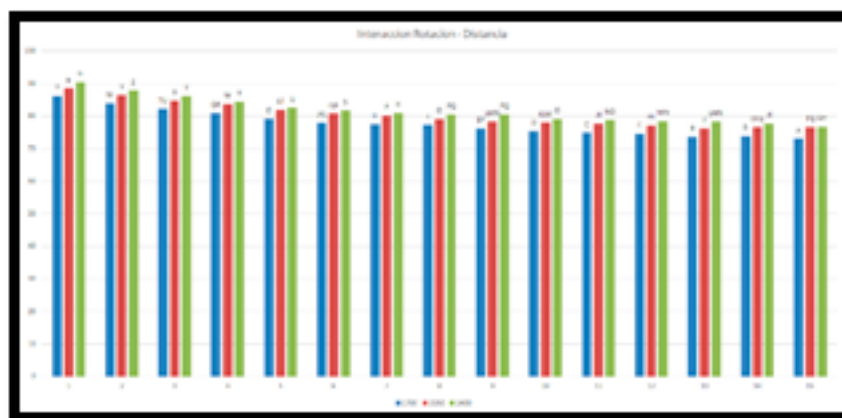


Figura 3: Resultados de la prueba de Tukey A*C. FCA/UNA, San Lorenzo, 2020.

En el caso de la interacción entre Posición (B) y Distancias (C), se pudo destacar que los resultados de la medición realizada a la izquierda a una distancia de 1m, que posee el valor de media mayo (91,67 dB), es estadísticamente diferente comparándolos con las demás combinaciones de niveles, al igual que la medición realizada a la izquierda a una distancia de 3 m que es estadísticamente diferente a las demás combinaciones.

Y en el caso de la interacción en los tres factores (A*B*C), el resultado de la combinación de Rotación 1700, Posición Atrás y a una Distancia de 15 m, fue el único que es estadísticamente diferente entre las demás combinaciones. Sin embargo los resultados de las combinaciones de Rotación 2400 RPM, a una Distancia de 1 m y las Posiciones Izquierda, Derecha y Adelante, no son estadísticamente diferentes.

También fueron registradas diferencias estadísticas ($p > 0,05$) en el factor distancia de lectura en relación con la fuente emisora de ruido. Para una mejor interpretación fue realizado un análisis de regresión para cada una de las revoluciones analizadas en la investigación.

Como se puede verificar en la Figura 3, la presión sonora disminuye en la medida cuadrática con el aumento de la distancia a la fuente emisora de ruido (Motor), independientemente de las rotaciones utilizadas en la evaluación. Resultado semejante fueron obtenidos por

Leite et al. (2014), quienes evaluaron el nivel de ruido generado por un tractor 4x2 TDA en función al radio de alejamiento de la fuente emisora de ruido, en tres rotaciones diferentes (1.400, 2.040 y 2.400 rpm) y concluyeron que los mayores niveles de ruido generados fueron registrados a la



mayor rotación del motor. No obstante, los niveles sonoros emitidos por el tractor durante las pruebas de campo fueron inferiores al límite establecido por el Artículo 232 (de la Ley No. 1.100/97), sin embargo, es necesario que el operador utilice el equipo de protección personal, independientemente, del nivel de ruido generado por cualquier equipo agrícola

utilizado durante una jornada de trabajo a fin de proporcionar un menor riesgo a la salud auditiva del trabajador. De acuerdo con Berndsen et al, (2012) el uso de protectores auriculares del tipo tapón de espuma puede reducir cerca de 30 dB, ya los del tipo auriculares pueden llegar a reducir hasta 40 dB cuando son utilizados adecuadamente.

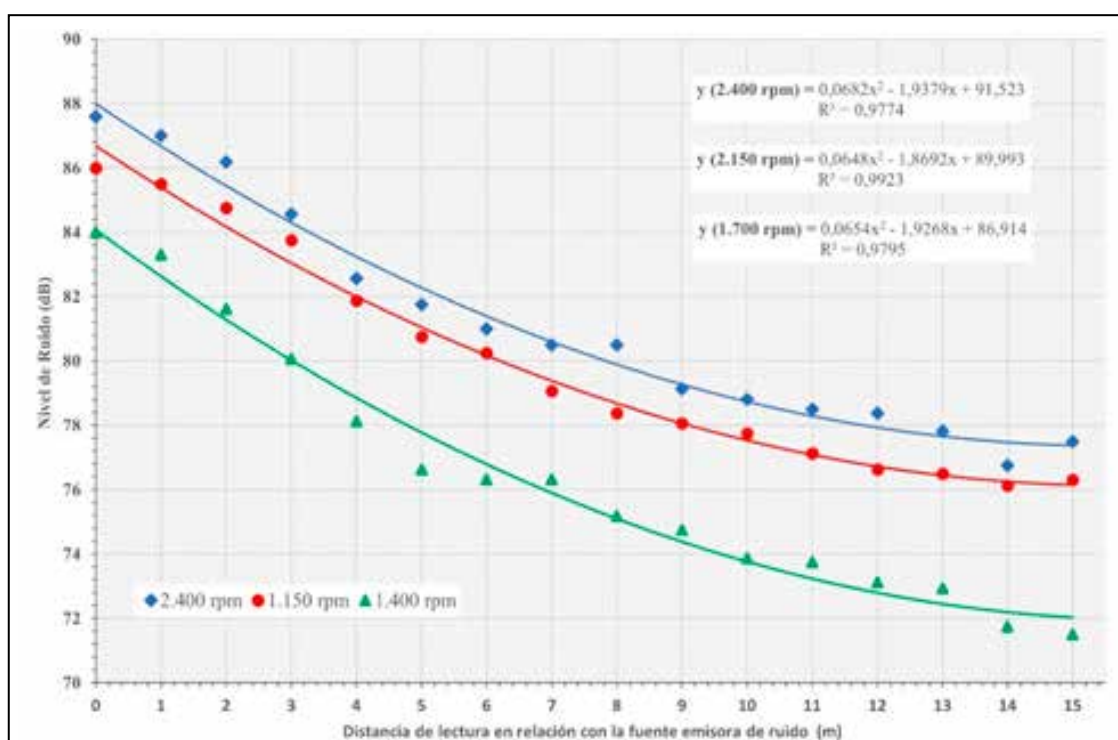


Figura 3. Presión sonora producida por el Tractor John Deere 5605 TDA en función a la distancia de lectura y rotación del motor. FCA/UNA, San Lorenzo, 2020.

Conclusión

Los niveles más elevados de ruido generados por el tractor John Deere 5605 TDA fueron registrados en la mayor rotación del motor a nivel del oído del operador. En todas las variables analizadas se registraron diferencias estadísticas ($p > 0,05$), a pesar de que los niveles sonoros registrados durante las pruebas de campo estaban dentro del límite de tolerancia admitido por el Artículo 232 de la Ley N° 1.100/97, sin embargo, se recomienda la utilización de los equipos de protección personal.

Referencias bibliográficas

Alves, A. D. S.; Costa, F. R. L.; Cortez, J. W.; Dantas, A. C. S.; Nagahama, H. J. (2011). Níveis de potência sonora emitidos por trator agrícola em condições estáticas e dinâmicas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 41(1), 110-119.



- Berndsen, J. C.; Fernandes, C. A.; Silva, E. B.; Forcellini, F. A.; Merino, E. A. D. (2012). Investigación ergonômica de um protetor auricular com óculos de proteção acoplado. *Human Factors in Desing*. Florianópolis, 1(2).
- Leite, D. M.; Rodrigues, M. S.; Fernandes, H. C.; Furtado Junior, M. R.; Silva, A. C. (2017). Espacialização da propagação do ruído emitido por um trator agrícola 4x2 TDA. *Congresso Brasileiro de engenharia agrícola*, Campo grande. Recuperado de: <http://www.sbea.org.br/conbea/anais/R0153-1.pdf>.
- Paraguay. Ley De prevención de la polución sonora. N° 1.1000/97. Congreso Nacional.
- Lima, P. S. J.; Cortez, J. W.; Nagahama, H. J.; Arcoverde, S. N. S. (2014). Nível de ruído emitido por conjunto trator recolhadora de café. *Agrarian*, Dourados, 7(25), 426-433.
- Miyajima, R. H., Tonin, R. P., Vernini, A. A., De Barros Manduca, V. C., Dos Santos, J. E. G. (2016). Verificação de variáveis ergonômicas (Ruído e vibração) em tratores agrícolas submetidos a três superfícies de rolamento. *Blucher Engineering Proceedings*, 3(3), 43-749.
- Ruas, R. A. A.; Machado, R. A. A.; Machado, L. G.; Caixeta, L. F.; Dezordi, L. R.; Ruas, S. R. C. (2011). Determinação do raio de afastamento seguro de acordo com o nível de ruído produzido por um microtrator. *Global Science and Technology*, 4(1), 124-130.
- Poje, A.; Potocnik, I.; Danilovic, M.; Antonic, S. A. (2016). Case Study of the Impact of skidding distance on tractor operator exposure to noise. *Baltic Forestry*, 22(2), 357-364.



Cuantificación de la pérdida de grano en la cosecha mecanizada de la soja según el método de muestreo

Bonnin; J.J.¹, Céspedes, C.D., Martínez Giménez, E.E.^{1*}, Franco Ibars, R.A.¹, Chamorro, S.M.¹

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

*anaileile98@gmail.com

Introducción

El cultivo de soja de gran importancia económica en el Paraguay es el primer producto de exportación del país y el sexto en exportación de granos a nivel mundial. De acuerdo con la Unión de Gremios de la Producción en la campaña agrícola de 2019/20 la producción total de granos fue del orden de 10 millones de toneladas, con un rendimiento promedio por superficie de 2.857 kg ha⁻¹. En la última década, el sector agrícola paraguayo, ha sufrido una serie de transformaciones, principalmente, en el sistema productivo de la soja, como la adopción de sistemas conservacionistas, calidad de semilla, densidad de siembra, aplicación más eficiente de fertilizantes, correctivos y defensivos. Pero, a pesar de estas mejoras, en la etapa de la cosecha mecanizada sigue persistiendo las pérdidas de grano durante este proceso, lo que ocasiona un perjuicio significativo en los costos de producción. De acuerdo con la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) (2011), un 80 a 85% de las pérdidas de granos ocurre en la plataforma de corte, el 12% de pérdidas se relacionan a mecanismos internos de las maquinarias y solo un 3% es atribuible a las pérdidas naturales que ocurren en el ciclo del cultivo. Para poder determinar las pérdidas Manteufel (2012), destaca la importancia determinar primero el área a ser utilizada para el levantamiento de los

granos no cosechado por la máquina y la metodología para correlacionar con las pérdidas causadas en la pos-cosecha. Uno de los métodos desarrollados por la EMBRAPA Soja es el vaso medidor volumétrico, que permite cuantificar las pérdidas a nivel de campo y sugiere la utilización de un área de muestreo rectangular (Silveira y Conte, 2013). Otro método propuesto para la determinación de pérdidas en la cosecha mecanizada es la de Augsburg (1992), que propone la utilización de cuatro o más marcos circular. El objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes métodos de muestreo para la determinación de pérdidas en la cosecha mecanizada de soja.

Metodología

La zafra estudiada comprende el periodo de 2018/2019. La investigación fue realizada en la Agroganadera Querencia, localizada en el Distrito de Villeta, Departamento Central (Paraguay), cuyas coordenadas geodésicas fueron 25°33'32" S, 57°26'52" W (Datum WGS 84). El área experimental es utilizada bajo manejo conservacionista, con un cultivo de verano (Soja) de mayor renta alternando con abono verde en el invierno, con el fin de mantener siempre cubierto el suelo. La implantación, del cultivo de soja, fue realizado en un área de 21 ha, donde se utilizó la variedad BMX Potencia RR, de ciclo



de maduración de 129 días. La investigación contempla el desarrollo de dos tratamientos y un testigo. La primera propuesta por Mesquita et al. (1998), denominada método del marco rectangular (M_{MR}), con una superficie de muestreo de 2 m^2 . La misma estaba construida con dos tubos de PVC y dos cordones de nylon con una dimensión de 3,9 m, que coincide con el ancho de la plataforma de corte de la cosechadora New Holland modelo 8040 y las laterales con una longitud obtenida por el cociente entre, el área del marco (2 m^2) y el ancho de la

plataforma de la máquina, resultando en una longitud de 0,51 m (Figura 1 a). Para la determinación de la pérdida fue utilizado un vaso medidor volumétrico desarrollado por la EMBRAPA, el cual asocia el volumen con la cantidad de granos colectados en los 2 m^2 , dando como resultado la pérdida de granos por hectárea, a través de una escala graduada de lectura directa con la salvedad que el resultado es expresado por unidad de bolsa de 60 kg por hectárea (Figura 1b), siendo necesario convertir el resultado a kg ha^{-1} posteriormente.

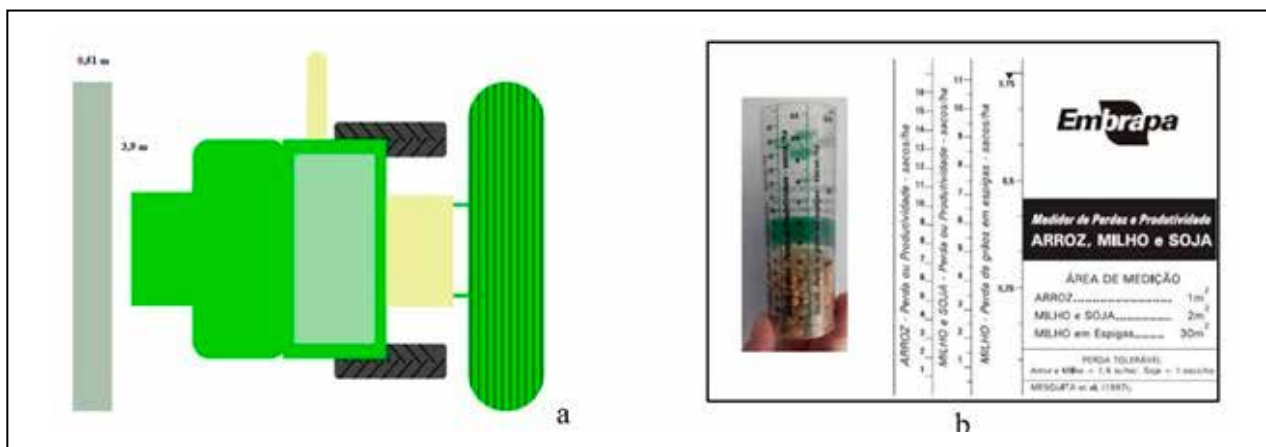


Figura 1. Método del marco rectangular (a). Vaso medidor volumétrico - EMBRAPA (2011) (b).

El segundo método, fue el propuesto por Bragachini et al (2013), denominado método del marco circular (M_{MC}), el cual requiere de 4 aros iguales de $0,56 \text{ m}^2$ (Figura 2a), resultado de un área total de muestreo de 2 m^2 , y la cuantificación de

las pérdidas de grano de soja realizada a través del vaso medidor volumétrico desarrollado por el INTA-PRECOP (2011) (Figura 2b), teniendo en cuenta que 60 granos medianos de soja representan 100 kg ha^{-1} de pérdida.

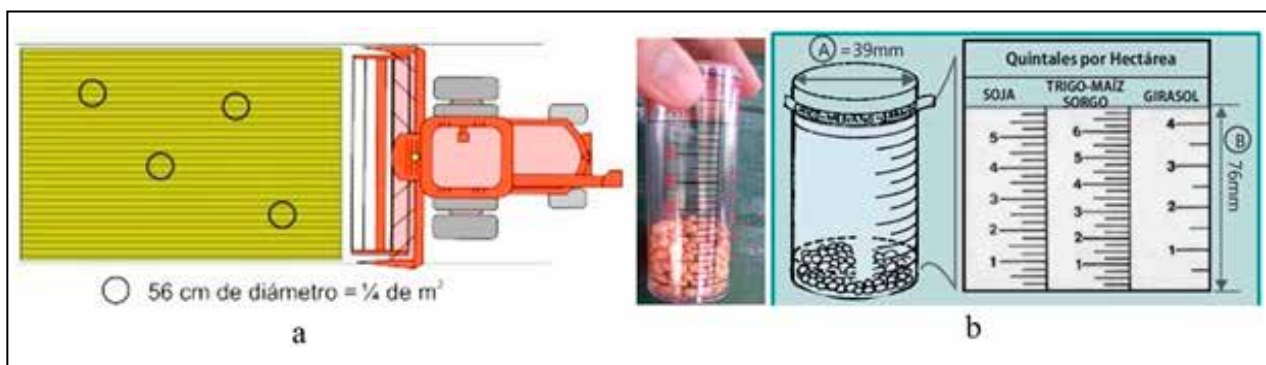


Figura 2. Método del marco circular (a). vaso medidor volumétrico - INTA-PRECOP (2011) (b)



Como método de referencia (Testigo) para la determinación de pérdidas de grano luego de la cosecha mecanizada, se utilizó la metodología de pesaje directo (M_{PD}) de los granos en una balanza de precisión y posteriormente, fueron enviadas al localizador de semillas de la CIF/FCA/UNA, para la determinación de la masa y la humedad de los granos de soja, donde posteriormente, la humedad fue uniformizada a 13% de acuerdo con la recomendación de Portella (2000) y por último, cada muestra obtenida en cada uno de los puntos de cosecha fueron extrapolados a $kg\ ha^{-1}$. Todas las cuantificaciones de pérdidas de granos fueron realizadas posteriormente, a la cosecha mecanizada (Pos-cosecha mecanizada) del área de estudio, en forma manual, y para ello fue definida una malla regular de muestreo de 40 puntos, georreferenciados, con un receptor GNSS Trimble Juno 3B y el software Farm Works™ Mobile.

En cada punto de muestreo fue colocado en sentido transversal a la línea de siembra los marcos de muestreos evaluados en el trabajo. Para una mejor caracterización del área experimental también fue determinada la productividad de grano de soja por superficie previa a la cosecha mecanizada. La regulación de los sistemas de trilla y limpieza de grano de la cosechadora fueron realizadas antes de la cosecha, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para el cultivo de soja.

La velocidad media de desplazamiento durante la cosecha del área experimental fue de 5,50 km/h. Para la interpretación de los datos, inicialmente fue realizado un análisis exploratorio, con la finalidad de describir los parámetros estadísticos, que permitió identificar la tendencia, dispersión y distribución de los datos, a través del software InfoStat y luego fueron sometidos a un análisis de varianza y comparación de medias por la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se puede observar el análisis exploratorio de las variables estudiadas en el trabajo. La productividad promedio de grano de soja en el área de estudio fue de $2.9667\ kg\ ha^{-1}$, la cual fue superior al promedio nacional de $2.401\ kg\ ha^{-1}$ para la zafra 2018/2019. Con relación a las pérdidas de grano pos-cosecha mecanizada, los valores registrados en promedio por el método del marco rectangular (M_{MR}) fue de $47,81\ kg\ ha^{-1}$ y el obtenidos a través del método del marco circular (M_{MC}) fue de $28,79\ kg\ ha^{-1}$, ya el método de pesaje directo (M_{PD}) considerado como testigo presentó una pérdida de $45,29\ kg\ ha^{-1}$ de soja. De acuerdo con el INTA-PRECOP (2011) y EMBRAPA (2011) los valores de tolerancia fijadas para las pérdidas en la pos-cosecha mecanizada, la tolerancia aceptada es de $75\ kg\ ha^{-1}$ para el cultivo de soja y en este caso si consideramos la pérdida promedio, se puede observar que no se superó ese límite, a pesar de que sí se observó valores máximos superiores a lo establecido como referencia por las metodologías, que según Aguila, Aguila & Theisen (2011) las pérdidas en soja se pueden deberse a factores tales como una inadecuada regulación de la cosechadora, a la incompetencia del operario, velocidad inapropiada de la máquina, ya que en ningún momento se influenció en la forma en que el productor realizaba la operación de campo, lo que nos da para ver que no fue constante o no dio un monitoreo de las regulaciones en la plataforma, mecanismo de trilla y limpieza, que de alguna manera afectaron o incrementaron la pérdida en la cosecha mecanizada, otro factor inherente a la cosechadora es la propia arquitectura de la planta de soja (La inserción de las vainas muy próximos al suelo, lo que imposibilita la entrada de la vaina en la plataforma de corte de la cosechadora). De acuerdo con Mesquita, Costa, Pereira, Maurina &



Andrade (2001) existe una tendencia a tener menor pérdidas de grano cuando las cosechadoras trabajan a velocidades inferiores a 7 km/h. Esto lo confirma Syrio (2018) al evaluar las pérdidas de grano de soja en función diferentes velocidades de cosecha, donde se observó que a una velocidad de 7 a 5 km/h, las pérdidas se mantuvieron el orden de 47,86 a 65,05

kg ha⁻¹. Con relación al coeficiente de variación (CV) registrados durante las evaluaciones, es posible ver que existe una variabilidad media (12%<CV<60%) para los parámetros M_{MR} y M_{PD} , sin embargo, para el caso del M_{MC} la variabilidad fue alta (CV>60%) conforme los límites propuestos por Warrick & Nielsen (1980).

Cuadro 1. Análisis exploratorio de los datos de productividad y pérdidas de grano pos-cosecha mecanizada en el cultivo de soja. Agrogranadera Querencia, Villeta (2019)

Variable	Productividad	M_{MR}	M_{MC}	M_{PD}
Promedio (kg ha ⁻¹)	2.967	47,81	28,79	45,29
Máximo (kg ha ⁻¹)	4.490	90	100	120
Mínimo (kg ha ⁻¹)	1.910	15	5	10
DE	807,16	23,62	28,04	25,73
CV (%)	27,21	49,40	97,39	56,82
Asimetría	0,36	0,25	0,82	0,89
Curtosis	-1,02	-0,90	-0,26	0,60
Dist. Normal	Aceptada*	Aceptada*	Aceptada*	Aceptada*

*Prueba de normalidad de Shapiro-Waillks; Método del marco rectangular (MMR); Método del marco circular (MMC); Método de pesaje directo (MPD); Coeficiente de variación (CV). Desvío estándar (DE)

A través del análisis de varianza, para la variable pérdida de grano pos-cosecha mecanizada en función a la metodología de muestreo para el cultivo de soja, fue posible detectar diferencias significativas al 5% de probabilidad de error y a través de la prueba de Tukey al 5%, se pudo verificar la significancia de la interacción de las variables estudiadas, que pueden ser observados en el Cuadro 2. Donde se puede afirmar con un 95 % de certeza, que los valores de pérdida registrados por los métodos M_{MR} y M_{PD} no difieren estadísticamente, pero sí difieren estadísticamente del método M_{MC} , que presentó un valor menor de pérdida de grano por superficie.

Esta diferencia estadística entre los métodos M_{MR} y M_{MC} se puede deber a factores intrínsecos a los vasos medidores como menciona Rodrigues de Cunha & Zandbergen (2008), ya que en estos métodos no se tiene en cuenta la humedad de los granos, pero en contrapartida presentan una gran ventaja a nivel de campo, ya que nos permite tener un resultado en tiempo real de las pérdidas de grano independiente del tipo de cultivo, del contenido de agua en el grano y de la calidad del grano, en el momento que se está realizando la cosecha mecanizada, lo que nos permitiría realizar ajuste en la maquinaria a fin de disminuir esas pérdidas.



Cortez et al. (2007) compararon los métodos de marco rectangular, cuadrado y circular en cultivo de maní y constataron que el marco rectangular y cuadrado no diferían estadísticamente entre los mismos

y constataron que presentan un aumento de niveles de pérdidas significativo de 36% en relación con el marco circular, resultado semejante fue obtenido en este trabajo.

Cuadro 2. Pérdida de grano pos-cosecha mecanizada en función a la metodología de muestreo. Agroganadera Querencia, Villeta (2019).

Métodos de muestreo	Media (kg ha ⁻¹)
M _{PR}	47,81 a
M _{MP}	45,29 a
M _{MC}	28,79 b

* Medias seguidas por la misma letra minúscula, en la columna, no difieren estadísticamente por Tukey (p<0,05)

Conclusión

El método M_{MR} no difieren estadísticamente del método M_{MC} considerado como estándar para la determinación de pérdida de grano pos-cosecha, lo que nos permite sugerir como un método validado a nivel de campo, ya que nos permite tener un resultado en tiempo real de las pérdidas de grano independiente del tipo de cultivo.

Referencias bibliográficas

Aguila, L., Aguila, J. S., & Theisen, G. (2011). Perdas na colheita na cultura da soja. Pelotas, Brasil: Embrapa. Recuperado de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79567/1/comunicado-271.pdf>

Augsburger, H. K. M. (1992). Determinación de pérdidas en la cosecha de granos. Montevideo, Uruguay: INIA. 63 p.

Bragachini, M., Peiretti, J., Sanchez, F., Ustarroz, F., Giordano, J., & Bragachini, M. (2013). Cosecha de soja com valor agregado em origen. Argentina: INTA. 32 p.

Cortez, J. W., Silva, R. P., Santana, C., Furlani, C. E. A., Tabile, R. A., & Toledo, A. (2007). Perdas na colheita do amendoim na fase de arranquio. IV Encontro sobre a Cultura do Amendoim.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). (2011). Perdas na colheita de soja. Rio Grande do Sul, Pelotas, Brasil: Embrapa Clima Temperado. 271 p.

INTA-PRECOP (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (2011) Cosecha de SOJA con Valor Agregado en Origen. Actuación Técnica N 77. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cosecha_de_soja.pdf



- Manteufel, M. A. (2012). Avaliação de desempenho de duas plataformas de corte para colhedoras de grãos (TCC Graduação). Curso de Engenharia Mecânica. Faculdade Horizontina, Horizontina.
- Mesquita, C. M., Costa, N. P., Mantovani, E. C., Andrade, J. C. M., França Neto, J. B., Silva, J. G., Fonseca, J. R., Portugal, F. A. F., & Guimarães Sobrinho, J. B. (1998). Manual do produtor: Como evitar desperdícios nas colheitas de soja, do milho e do arroz. Londrina, Brasil: Embrapa. 32 p.
- Mesquita, C. M., Costa, N. P., Pereira, J. E., Maurina, A. C., & Andrade, J. G. M. (2001). Caracterização da colheita mecanizada da soja no Paraná. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, 21(2), 197-205.
- Portella, J. A. (2000). Colheita de grãos mecanizada: Implementos, manutenção e regulação. Viçosa, Brasil: Aprenda Fácil. 190 p.
- Rodrigues de Cunha, P. A., & Zandbergen, H. P. (2008). Perdas na colheita mecanizada da soja na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. *Bioscience Journal*, 23(4).
- Silveira, J. M., & Conte, O. (2013). Determinação de perdas na colheita de soja: Copo medidor da Embrapa. Londrina, Brasil: Embrapa. 17 p.
- Syrio, M. G. (2018). Metodologias para análises de perdas na colheita mecanizada de soja (Trabalho de conclusão de curso Bacharelado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, Brasil.
- Warrick, A. W., & Nielsen, D. R. (1980). Spatial variability of soil physical properties in the field. En Hillel, D. (Ed.). *Applications of soil physics* (pp. 319-344). New York: Academic Press.



Evaluación de la resistencia del suelo a la penetración y de la densidad del suelo en campo bajo de San Juan Bautista - Misiones

González Galarza, A.F.¹, Campos, R.J.¹, Sebastián Rojas, M.M.¹, García, M.G.¹,
Cubilla Andrada, M.², González Cárdenas, T.^{1*}

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

²Consultora Nuestro Suelo. San Juan Bautista-Misiones, Paraguay.

*Autora para correspondencia: tatianagc7471@gmail.com

Introducción

Los suelos de Misiones reciben regionalmente el nombre de campos bajos o suelos inundables y está sujeto a inundaciones estacionales (Lima 2006). Machado et al. (1996), señalan que los suelos de llanura aluvial son los que se encuentran en las llanuras adyacentes a ríos y lagos, desarrollados sobre sedimentos que han sido depositados por las aguas, estos suelos presentan características físicas favorables para el cultivo de arroz inundado, ya que implica menores pérdidas de agua y nutrientes en el sistema, sin embargo, son restrictivos para el desarrollo del sistema radicular de cultivos de secano y, en casos extremos de compactación, perjudicial incluso para el arroz inundado.

Las características de estos suelos son: baja profundidad efectiva, alta densidad, baja porosidad, alta microporosidad y con el uso intensivo de maquinaria e implementos agrícolas, también pueden acelerar la mineralización de materia orgánica en el suelo, reforzando sus limitaciones, que pueden culminar en la reducción de la productividad en estas áreas. Entender las características físicas del suelo,

además de las químicas y biológicas, es de fundamental importancia dentro del concepto de sustentabilidad, desde la perspectiva de una visión del sistema de integrada del suelo.

La densidad del suelo se ha utilizado como medida de la calidad del suelo debido a sus relaciones intrínsecas con otros atributos como porosidad, humedad del suelo, conductividad hidráulica, etc. (Costa et al., 2007; Martins et al., 2009). Reichardt y Timm (2008) también enfatizan que la densidad del suelo puede usarse como un índice del grado de compactación de un suelo, pudiendo considerarse la textura del suelo para su interpretación.

La resistencia del suelo a la penetración es otro método utilizado para identificar capas compactadas en el suelo, ya que es un medio rápido y fácil de interpretar que puede correlacionarse con la densidad y macroporosidad, permitiendo identificar capas de suelo potencialmente limitantes a crecimiento de raíces (Colet et al., 2009). Una de las variables a atender en la interpretación de esta propiedad es la humedad del suelo la cual representa la densidad alcanzada en función a la



humedad. Según Taboada y Alvarez (2008) la densidad aparente varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica; puede variar estacionalmente por efecto de labranzas y con la humedad del suelo sobre todo en los suelos con arcillas expandentes.

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la resistencia del suelo a la penetración y la densidad del suelo en parcela de evaluación de cultivos de secano, en campo bajo de Misiones.

Metodología

El estudio se realizó en la Propiedad 7 Palmas, en el Distrito de San Juan Bautista del Departamento de Misiones, Región Oriental del Paraguay, compuesto por una superficie de 2.300 km². En las siguientes coordenadas geográficas: 57° 46.10' N, 26° 72.3' O. El suelo está clasificado como Albaquic Paleudalf, caracterizado por presentar un color gris muy oscuro en los horizontes superiores y el cambio textural se ha observado verificarse a los 17 cm de profundidad, pasando de textura franco-arenosa a arcillo-arenosa, drenajes deficientes y pastizales (campos bajos) destinados a la producción pecuaria (López et al., 1995), actualmente utilizados para la producción de arroz de riego. Los trabajos de laboratorio se realizaron en el Área de Suelos y Ordenamiento Territorial de la FCA/UNA.

La caracterización física de la parcela experimental para la implementación de investigación de larga duración, para la evaluación de la producción de granos en secano en esta condición de campos

bajos de Misiones. La parcela experimental se dividió en 3 bloques y se realizaron evaluaciones en dos puntos por bloque. Se evaluaron la densidad del suelo, la resistencia del suelo a la penetración, la humedad del suelo y la textura.

Para evaluar la densidad del suelo (Ds) y la humedad del suelo se abrieron minicalcatas de 60 cm de profundidad. La Ds se determinó mediante el método de anillo volumétrico, según Embrapa (1997), en 7 profundidades (0 a 5 cm, 5 a 10 cm, 10 a 15 cm, 15 a 20 cm, 20 a 30 cm, 30 a 40 cm y 40 a 50 cm). En cada profundidad se extrajeron tres muestras (3 repeticiones) por cada punto de muestreo.

Los anillos se introdujeron en el suelo mediante percusión en las diferentes profundidades establecidas, hasta que se llenaron por completo. Posteriormente, se eliminó el exceso de suelo, hasta que los bordes del anillo quedaran uniformes, siendo el suelo del cilindro depositado en bolsas plásticas resistentes previamente codificadas. La muestra de suelo se llevó al laboratorio, se pesó (masa húmeda) y posteriormente se llevó a estufa a 105 °C, durante 48 h, para obtener su masa seca (ms). La Ds se determinó usando la ecuación: $Ds = ms/Vc$. En que: Ds= Densidad del suelo, g/cm³; m = masa de suelo seco; Vc = volumen del anillo, cm³. La masa húmeda se utilizó para determinar la humedad del suelo (H) según la siguiente ecuación $H\% = (Mh - Ms) / Ms \times 100$, donde: Mh= Masa de suelo húmedo, g; Ms=Masa de suelo seco, g.

La resistencia del suelo a la penetración se realizó también en dos puntos por bloque. En cada punto se realizaron evaluaciones



con 4 repeticiones. Las profundidades de evaluación fueron hasta 50 cm de profundidad, con intervalos de 5 cm de profundidad. Fue utilizado un penetrómetro digital de la marca Falker, modelo penetroLOG PLG 2040.

La textura del suelo fue determinada por el método del tacto en las muestras que fueron obtenidas para determinar la Ds y la humedad.

Los resultados de Ds, resistencia del suelo y humedad serán presentados por profundidad en cada bloque, siendo presentados las medias aritméticas. Los valores de humedad y de textura auxiliaron en la interpretación de los resultados de manera a presentar la caracterización, luego fueron procesados y presentados en figuras.

Resultados y Discusión

La resistencia a la penetración, en bloque 1, 2 y 3, presentaron diferencias en las diferentes profundidades. En bloque 1, en las capas 0-5 cm y 5-10 se obtuvieron 48 y 377 (KPa) respectivamente, el mayor valor alcanzado fue de 3.132 (KPa) en

la capa de 20-30 cm, que coinciden con los valores de densidad 2,16 g/cm³. Posteriormente en la capa de 40-50 cm se obtuvo un valor de 2.574 (KPa) que nuevamente coincide los valores dentro del rango de compactación.

En el bloque 2, en las capas de 0-5 cm y 5-10 cm presentó baja resistencia a la penetración obteniendo valores de 168 y 860 (KPa) respectivamente, el mayor valor alcanzado fue de 2.758 (KPa) en la capa de 20-30 cm, para luego obtener valores menores en las capas siguientes, 2.566 y 1.570 (KPa) para las capas de 30-40 cm y 40-50 cm respectivamente.

En el bloque 3 las capas superiores de 0-5 cm y 5-10 cm se obtuvieron resultados de 30 y 252 (KPa) respectivamente, en la capa de 20-30 se registró el mayor valor de 2.503 (KPa), que representó un suelo bastante compactado, limitando a su vez el crecimiento de las raíces (Wolf & Snyder, 2003) para luego obtener valores de 2.037 y 1.649 (KPa) para las capas de 30-40 cm y 40-50cm respectivamente.



Figura 1. Resistencia a la penetración del suelo en distintas profundidades. 7 Palmas, San Juan Btta., Misiones, 2020.



Figura 2. Densidad del suelo en distintas profundidades. 7 Palmas, San Juan Btta., Misiones, 2020.



A partir de estos resultados se verificó alta resistencia a la penetración, principalmente en la camada 20 a 30 cm. Como puede observarse, según la profundidad existe un amplio rango de valores de resistencia mecánica del suelo, en los tres bloques del área experimental. Sin embargo, fueron obtenidos valores considerados críticos para el desarrollo de las raíces (mayor a 2.000 KPa) principalmente en la camada 20 a 30 cm (Nesmith, 1987). Esta es la camada donde se inicia incremento significativo de arcilla, en tanto que, las camadas más superficiales son de textura franco arenoso. En este sentido, se indica que los suelos arcillosos son más susceptibles a la compactación que los arenosos (Silva, 1999). También puede mencionarse tendencia de menores valores de resistencia en el bloque 1.

En cuanto a la densidad aparente, según Sellés (2012), la densidad que podría afectar el crecimiento de las raíces para los suelos franco arcillo arenoso es de 1,60 g/cm³, siendo menores los valores críticos a medida que aumenta la concentración de arcilla en el suelo. Incrementos en la densidad del suelo pueden verificarse a partir de los 15 cm de profundidad, siendo registrado el mayor valor en el bloque 1, (2,16 g/cm³) a la profundidad de 20-30 cm. Estos resultados indica limitaciones por compactación del suelo en la camada de 15 a 30 cm. Según Haddad (2005) Cuando la densidad aparente del suelo aumenta, se incrementa la compactación y afectan las condiciones de retención de humedad (Figura 3).

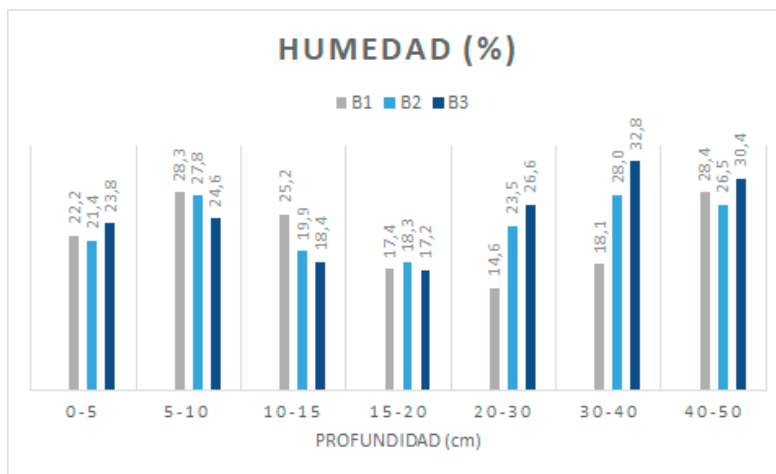


Figura 3. Humedad del suelo en distintas profundidades. 7 Palmas, San Juan Btta., Misiones, 2020.

Conclusión

El área de investigación presentó menor resistencia a la penetración del suelo en la camada 0 a 15 cm, y valores con potencial de restringir el crecimiento de raíces en la profundidad de 20 a 30 cm. La parcela tuvo densidades del suelo que pueden limitar el

crecimiento de raíces en las camadas de 15 a 30 cm de profundidad.

Los resultados de resistencia del suelo a la penetración y densidad del suelo presentaron correspondencia e indicaron presencia de camada compactada en la profundidad de 15 a 30 cm.



Referencias bibliográficas

- Costa, M. J.; Rosa Júnior, E. J.; Rosa, Y. B. C. J.; De Souza, L. C. F.; Rosa, C. B. J. Atributos químicos e físicos de um latossolo sendo influenciados pelo manejo do solo e efeito da gessagem. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 29, n. 5, p. 701-708, 2007.
- Colet, M.J.; Sverzut, C.B.; Weirich Neto, P.H.; Souza, Z.M. Alterações em atributos físicos de um solo sob pastagem após escarificação. *Ciência Agrotecnologica*, v. 33, p. 361-368, 2009.
- Collares, G.L.; Reinert, D.J.; Reichert, J.M. Kaiser, D.R. Qualidade física do solo na produtividade da cultura do feijoeiro num Argissolo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, p.1663-1674, 2006.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análises de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1997.
- Haddad, N. Introduction – why study earth system science. Online internet. Cambridge, Terc, 2004. (En línea) Disponible en: <http://serc.carleton.edu/files/eet/globe/earthsynt.pdf>. Consultado en diciembre de 2020)
- Lima, Edvaldo; Mello, Jaime Wilson Vargas; Schaefer, Carlos Ernesto G. R.; Ker, João Carlos & Lima, Miguel Nascimento. Mineralogia e Química de três solos de uma toposequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. *R. Bras. Ci. Solo*, 30:59-68, 2006.
- Machado, Roberto L. T., Turatti, Ariovaldo Luiz, Machado, Antônio L. T., Alonco, Aírton dos S. Reis, Ângelo V. Estudo de Parâmetros Físico em solo de várzea, antes e após escarificação. *Rev. Bras. de AGROCIÊNCIA*, v.2, no 3, 175-178, Set.-Dez., 1996.
- Martins, M. V.; Passos, E.; Carvalho, M.; Andreoti, M.; Montanari, R. Correlação linear e espacial entre a produtividade do feijoeiro e atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 31, n. 1, 147-154, 2009.
- Nesmith, D.S. Soil compaction in double cropped wheat and soybean on Ultissol. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.51, p.183-186, 1987.
- Reichardt, K.; Timm, L. C. Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. Barueri: Manole, 2008.
- Silva, V.R. Compressibilidade de um Podzólico e um Latossolo em função do estado inicial de compactação e saturação em água. Santa Maria, RS, 1999. 116p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Biodinâmica de Solos) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1999
- Taboada, M.A.; Alvarez, C.R. 2008. Fertilidad física de los suelos. 2da Ed. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Sellés, G.; Fereyra, R.; Ruiz Schneider, R. Compactación de suelos y su control: estudio de casos en el valle de Aconcagua. *Instituto de investigaciones agropecuarias*, v. 234, 2012.



Enmienda orgánica y fertilización fosfatada y su efecto sobre la producción de raíces de mandioca

Soto Vera, D.E.^{1*}, Gallas Rojas, A.S.¹, González Vera, C.M.¹, Rojas Mena, P.D.¹, Leguizamón Rojas, C.A.¹, Rasche Alvarez, J.W.¹.

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

*sotovera.de@gmail.com

Introducción

El fósforo (P), es el componente básico de las nucleoproteínas, ácidos nucleicos, fosfolípidos y de todas las enzimas involucradas en el transporte de energía, es un elemento esencial para el proceso de fosforilación, fotosíntesis, respiración, descomposición y síntesis de carbohidratos, proteínas y grasas. A través de estos procesos, el P afecta el crecimiento de las raíces (Burgos y Cenóz 2012). Plaster (2000), indica que el fósforo estimula el pronto y rápido crecimiento y desarrollo de la raíz.

Cubilla (2014) menciona que los suelos de las regiones productoras en la región oriental del Paraguay tienen dos factores químicos limitantes para la producción agrícola, estos son la acidez y el bajo tenor de fósforo. A pesar de ser el fósforo un nutriente esencial, el mismo es el más deficiente en las parcelas de agricultura familiar paraguaya, siendo el que más limita la producción de mandioca, por su escasa o inexistente aplicación (CODIPSA 2010). Por este motivo es necesario que la fertilización fosfatada pueda satisfacer los requerimientos de la planta y del suelo (Cubilla 2014).

Para la FAO (2008) la mandioca es la tercera fuente más importante de calorías en las regiones tropicales, después del arroz y

el maíz. Millones de personas dependen de la mandioca en África, Asia y América Latina, la cultivan mayoritariamente agricultores de escasos recursos, en tierras marginales. MAG/DEAG (2010) señalan que, la mandioca ofrece diferentes usos alternativos; consumo en la alimentación humana y de animales en la finca en estado fresco, materia prima para la extracción de almidón a escala industrial y artesanal y otros derivados como la fariña, harina, entre otros y comercialización en forma fresca a los centros urbanos para el consumo directo como también generando ingresos. A pesar de lo importante que es este cultivo no se le otorga los cuidados que son necesarios para obtener altos rendimientos, lo confirma la cifra de la zafra de 2015/2016 que solo llegó a 17400 kg ha⁻¹ (Caballero 2019).

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de la enmienda orgánica y de la fertilización fosfatada sobre el rendimiento de la mandioca.

Metodología

El experimento fue realizado en una parcela de la finca de la familia Sanabria Franco, ubicada en el distrito de Caaguazú, Paraguay. Cuyas coordenadas son los paralelos de latitud 25° 23'18'' y



longitud 56°02'36", altitud 315 msnm. En esta región predomina el suelo Rhodic Paleudult de textura arenosa (López et al. 1995). El trabajo de investigación se realizó en el marco del proyecto 14-INV-130 "Manejo de la fertilidad del suelo para la producción de alimentos" apoyado por el "Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). La investigación en dicha parcela inició en el 2015, correspondiendo este trabajo al cuarto año de investigación; siendo evaluados los mismos factores en todo este periodo (Sanabria 2016, Rivas 2018, Garcete 2018).

El experimento tuvo un diseño de bloques completos al azar en parcelas subdivididas, donde fueron aplicados tres dosis de estiércol bovino T1:0, T2:7,5 y T3:15 t ha⁻¹ y cinco dosis de P₂O₅, T1:0, T2:35, T3:70, T4:105 y T5:140 kg ha⁻¹ con cuatro repeticiones. En todos los tratamientos fueron adicionados 60 kg ha⁻¹ de N-urea y 50 kg ha⁻¹ de K₂O-cloruro de potasio y la fuente

de P₂O₅ fue superfosfato triple (0-46-0). En el área experimental que consta de 900 m², se distribuyó las parcelas de 15 m de largo y 5 m de ancho que incluyó cinco hileras de mandioca. A los 13 meses de la implantación del experimento fue evaluado el rendimiento del cultivo.

Las variables a evaluadas fueron número y rendimiento de raíces comercial, no comercial y total de mandioca. Las medias de las variables que presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza fueron comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error usando el programa estadístico infostat.

Resultados y discusión

En la tabla 1 se puede visualizar las medias obtenidas por la enmienda del estiércol bovino y la fertilización fosfatada sobre el número de raíces de mandioca.

Tabla 1. Efecto de diferentes dosis de estiércol bovino y dosis de P₂O₅ sobre el número de raíces comercial, no comercial y total de la mandioca. Caaguazú, Paraguay 2019.

Dosis de estiércol (t ha ⁻¹)	Número de raíces		
	Comercial	No Comercial	Total
0,0	21,55 ^{ns}	37,55 ^{ns}	59,10 ^{ns}
7,5	17,25	39,80	57,05
15,0	19,45	38,75	58,10
Promedio	19,42	38,7	58,08
Dosis de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)			
0	20,33 ^{ns}	40,58 ^{ns}	60,91 ^{ns}
35	18,00	38,58	56,58
70	18,50	38,50	57,00
105	20,33	39,83	60,25
140	19,83	36,00	55,83
Promedio	19,40	38,70	58,11

Medias con letras "ns" no presentan diferencias significativas, por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad del error.



Tanto en los tratamientos de estiércol bovino como de P_2O_5 no se encontró diferencia. Sanabria (2016), obtuvo menor número de raíces en un experimento con el mismo cultivo aplicando estiércol bovino con dosis mayor, pero usando la misma dosis de P_2O_5 . Sin embargo, el mismo autor logró obtener diferencia significativa

para la aplicación de estiércol no así en los tratamientos fertilizados con P_2O_5 .

En la tabla 2 se puede visualizar las medias obtenidas por la enmienda del estiércol bovino y la fertilización fosfatada sobre el rendimiento de mandioca.

Tabla 2. Efecto de diferentes dosis de estiércol bovino y dosis de P_2O_5 sobre el rendimiento de raíces comercial, no comercial y total de la mandioca. Caaguazú, Paraguay 2019.

Dosis de estiércol (t ha ⁻¹)	Rendimiento de raíces (kg ha ⁻¹)		
	Comercial	No Comercial	Total
0,0	21369 ^{ns}	11192 ^{ns}	32561 ^{ns}
7,5	20185	12846	33031
15,0	22433	12030	34463
Promedio	21329	12023	33352
Dosis de P_2O_5 (kg ha ⁻¹)			
0	20185 ^{ns}	13741 ^{ns}	36713 ^{ns}
35	19735	11530	31355
70	20110	11910	32150
105	23135	11740	32956
140	23680	11191	33583
Promedio	21369	12022	33351

Medias con letras "ns" no presentan diferencias significativas, por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad del error.

Para la variable de rendimiento no se encontró diferencia tanto en los tratamientos de estiércol bovino como en los del fertilizante. El mismo autor citado anteriormente, obtuvo otros resultados encontrando diferencias significativas entre los tratamientos de estiércol en el rendimiento de raíces comercial y total; no así en el rendimiento de las raíces no comercial donde no se encontró diferencias significativas.

Por lo tanto, se puede decir que al disminuir la dosis de estiércol así también disminuye el rendimiento en las raíces comercial, no comercial, y total. En cuanto a los tratamientos del fertilizante, el mismo autor no encontró diferencias para raíces comerciales y totales, en cambio para raíces no comerciales se verificó diferencias entre tratamientos.



Conclusión

En el periodo de evaluación y bajos las condiciones en las que fue desarrollado este experimento, la enmienda orgánica y la fertilización fosfatada, no tuvo efectos en el número y el rendimiento de raíces de mandioca de la variedad takuara pytã.

Referencias bibliográficas

- Burgos, Á. M., & Cenóz, P. J. (2012). Efectos de la aplicación de fósforo y potasio en la producción y calidad de raíces de mandioca. *Revista Científica UDO Agrícola*, 143-151.
- Caballero Mendoza, C. A. (2019). *Cultivo de la mandioca. PPT (Proyecto paquetes tecnológicos)*. San Lorenzo, Paraguay: JICA (Agencia de Cooperación Internacional de Japón) FCA-UNA (Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Asunción).
- CODIPSA. (2010). *Producción de mandioca para uso industrial*. Asunción: CODIPSA (Compañía de Desarrollo y de Industrialización de Productos Primarios S.A).
- Cubilla, M. M. (2014). Manejo del suelo, fertilidad y nutrición de la soja para aumentar la capacidad productiva de la región oriental del Paraguay. *IAH 13 (Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica)*, 2-6.
- FAO. (26 de Septiembre de 2018). *¿Por qué la mandioca?* (FAO, Editor) Obtenido de FAO: http://www.fao.org/ag/agp/agpc/gcds/index_es.html.
- Garcete Martínez, A. A. (2018). *Fertilización fosfatada y orgánica en el maíz chipa (Zea mays L. subsp. amylacea Sturtev.)*. San Lorenzo: FCA-UNA (Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Asunción).
- López Gorostiaga, O., González Erico, E., de Llamas G., P. A., Molinas M, A. S., Franco S, E. S., García S, S., & Ríos A., E. O. (1995). *Estudio del reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preeliminar para la Región Oriental del Paraguay. Proyecto de racionalización de uso de la tierra*. Asunción: SSERNMA/ Banco Mundial.
- MAG/DEAG. (2010). *Guía Técnica de rubros agropecuarios: campaña agrícola 2009-2010*. San Lorenzo, Paraguay: MAG/DEAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería/ Dirección de Extensión Agraria). Obtenido de [https:// bibliotecadeamag.wikispaces.com/ file/view/guia+tecnica.pdf](https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/guia+tecnica.pdf).
- Plaster, E. J. (2000). *La ciencia del suelo y su manejo*. DF México: Paraninfo.
- Rivas Mendieta, A. M. (2017). *Fertilización fosfatada con estiércol bovino en maíz en el distrito de Caaguazú*. San Lorenzo: FCA-UNA (Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Asunción).
- Sanabria Franco, M. F. (2016). *Fertilización fosfatada con enmienda orgánica en el cultivo de mandioca (Manihot esculenta Crantz)*. San Lorenzo: FCA-UNA (Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Asunción).



Evaluación de calidad de granos de trigo *Triticum aestivum* var. Itapúa 80 con fertilización complementaria

Brítez, R.¹, Cáceres, J. A.¹, Leguizamón, C. A.¹, González, H. A.¹, González, T.^{1*}, Soto, D. E.¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Área de Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay.

*tatianagc7471@gmail.com

Introducción

La producción de soja de aproximadamente 3,5 millones de hectáreas cultivada en la Región Oriental, tiene al cultivo de trigo como contraparte en los meses de invierno. Estos dos cultivos con el maíz constituyen la base principal de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas de producción de granos de nuestro país. La superficie de este cereal se ha mantenido en casi un 20 % de la superficie total cubierta por la soja. Este cereal cubre el suelo agrícola durante el invierno proporcionando 2-4 toneladas de rastrojos; contribuye con ingresos a través de la provisión de materia prima para la industria nacional y exportación en el mercado regional; comparte costos de producción con varios cultivos lo que disminuye los riesgos de inversión en el agro (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas [CAPECO, 2017]).

Con la fertilización complementaria ya sea con productos orgánicos o minerales que aporten elementos beneficiosos a la planta en determinadas etapas de su crecimiento se busca lograr un buen desarrollo foliar y radicular, también ayudar a la planta en momentos de estrés producidos por factores ambientales como sequía. Todo esto para aumentar el rendimiento de los cultivos. Es de suma importancia no coincidir el perio-

do de encañado con las heladas donde comienza un periodo de sensibilidad creciente intensificándose en la antesis o floración, en esta etapa comienza la formación y el llenado de grano por lo que temperaturas inferiores a 0 °C reducen la viabilidad del polen que origina esterilidad de las flores, reduciendo el rendimiento, por el menor número de granos por espiga.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización complementaria en el cultivo de trigo.

Metodología

El experimento se realizó en el campo experimental de la empresa Dekalpar ubicada en Santa Rita departamento de Alto Paraná. El periodo del experimento abarcó el segundo semestre del año 2020. La cosecha de trigo de cada unidad experimental fue analizada en el laboratorio de semillas de la Facultad de Ciencias Agrarias ubicada en el campus universitario de la Universidad Nacional de Asunción, Ruta II Mcal. José F. Estigarribia, Km 11, en la Ciudad de San Lorenzo, Departamento Central, Paraguay.

El experimento se estableció según un Diseño en Bloques Completos al Azar con seis tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos están detallados en la tabla 1.



Tabla 1. Tratamientos del experimento fertilización complementaria en trigo.

Tratamientos	Dosis
1: Control	0
2: Nutrientes vía TS	500 ml 100 kg ⁻¹ semillas
3: Nutrientes vía TS + fertilizante foliar en V4	500 ml 100 kg ⁻¹ semillas + 2 L ha ⁻¹
4: Nutrientes vía TS + fertilizante foliar en V4	500 ml 100 kg ⁻¹ semillas + 4 L ha ⁻¹
5: Fertilizante foliar en V4	2L ha ⁻¹
6: Fertilizante foliar en V4	4L ha ⁻¹

TS: tratamiento en semillas; Nutrientes vía TS: (2,19 N; 14,6 K; 3,8 S; 1,46 B; 0,73 Cu; 0,15 Fe; 1,46 Mn; 2,19 Mo; 2,19 Zn; expresados en % V⁻¹); Fertilizante foliar: (39 N; 7 K; 0,028 B; 0,075 Cu; 0,071 Fe; 0,028 Mn; 0,0014 Mo; 0,071 Zn; expresados en % V⁻¹).

Los factores fueron fertilizante foliar y dosis, tratamiento de semilla y la combinación de TS y fertilizante foliar. A partir de estos factores se tiene seis tratamientos con tres repeticiones, el experimento cuenta con 18 unidades experimentales. Las unidades experimentales (c/ repetición) tuvieron 15 m de largo y el número de hileras a definir (disponible 180 m de ancho).

Las variables evaluadas fueron materia seca de la parte aérea, rendimiento, peso hectolitro (PH) y peso de mil semillas (PMS), por tanto, se cosecharon los granos de trigo en un área útil de 2,64 m² por cada unidad experimental. Para materia seca de la parte aérea se llevaron las muestras a estufa por 24 h a 60 °C para obtener el peso seco de las mismas, en determinación de rinde se utilizó un dinamómetro, el PH fue medido con una balanza para

peso de hectolitro de un litro de capacidad y para medir el PMS fueron contabilizadas las mil semillas con ayuda de una zaranda especial para dicho fin y pesándolas con una balanza digital. Los resultados se evaluaron según análisis de varianza, las variables que presentaron diferencias significativas fueron comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error con ayuda del programa InfoStat (versión estudiantil, 2020).

Resultados y discusión

La materia seca de la parte aérea no presentó diferencia significativa ($P > 0,05$) entre el testigo y los demás tratamientos, excepto el tratamiento 6 que presentó 1,52 kg de materia seca en 2,64 m², 23 % menos con respecto al control. Estadísticamente las aplicaciones de fertilización complementaria produjeron rendimientos similares. El factor que más afectó la materia seca de la parte aérea no se debió a la fertilización complementaria, pudiendo atribuirse a la baja humedad del suelo y a las heladas registradas en el crecimiento inicial y en la etapa de llenado del grano.



Tabla 2. Peso de materia seca de la parte aérea con fertilización complementaria

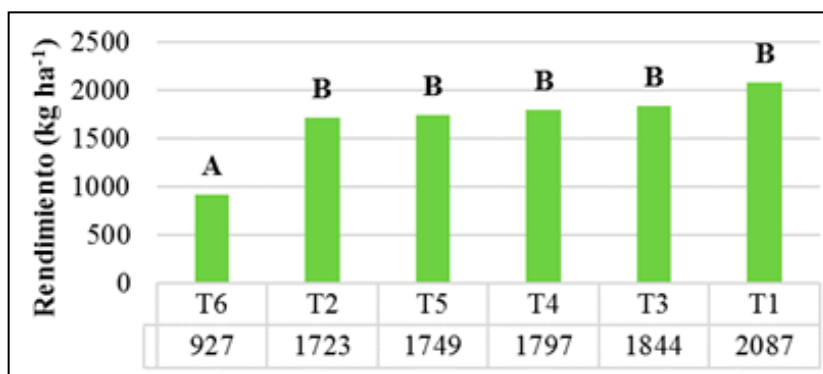
Tratamiento	Aplicaciones		
1ra	2da	Promedio Peso M.S. parte aérea (g)	
1	Control		2,01 B
2	Nutrientes vía TS		1,69 A B
3	Nutrientes vía TS	+ fertilizante foliar en V4	1,85 A B
4	Nutrientes vía TS	+ fertilizante foliar en V4	1,88 A B
5	Fertilizante foliar en V4		1,80 A B
6	Fertilizante foliar en V4		1,52 A

TS: tratamiento en semillas; Nutrientes vía TS: (2,19 N; 14,6 K; 3,8 S; 1,46 B; 0,73 Cu; 0,15 Fe; 1,46 Mn; 2,19 Mo; 2,19 Zn; expresados en % V⁻¹); Fertilizante foliar: (39 N; 7 K; 0,028 B; 0,075 Cu; 0,071 Fe; 0,028 Mn; 0,0014 Mo; 0,071 Zn; expresados en % V⁻¹).

El mayor rendimiento con 2087 kg ha⁻¹ fue para el testigo (T1), no observándose diferencia significativa (P>0,05) con los tratamientos 2, 3, 4, y 5 (Figura 1). En cuanto al tratamiento 6 con 927 kg ha⁻¹ si hubo diferencia significativa. La nula respuesta del rendimiento a la fertilización complementaria

pudo deberse a la incidencia de heladas sobre las plantas registradas a los 44 días después de la siembra en los primeros días de julio, así como el 21, 22 y 23 de agosto.

Según Gómez et al. (2018), el daño que pueden producir las bajas temperaturas extremas en trigo depende de la magnitud de la helada y del estado fenológico del cultivo en el momento en que ocurre. Una exposición previa a bajas temperaturas antes de la ocurrencia de una helada y el tiempo de exposición a las temperaturas extremas también puede afectar el cultivo, pudiendo reducir la calidad del grano.



*Medias con una letra común no son significativamente diferentes por la prueba de Tukey al 5%.

Figura 1. Rendimiento del grano (kg ha⁻¹) ajustado a una humedad del 13 %.



El peso hectolítrico (PH) es la relación de peso del grano de trigo por volumen de un hectolitro, este parámetro determina la calidad harinera e industrial del trigo y se utiliza generalmente a nivel mundial en la comercialización del trigo para determinar su precio y uso industrial. Valores de PH por encima de 76 representa una bonificación en el precio recibido por el productor por un mayor porcentaje de harina en la molienda. Daños causados por sequía, heladas y enfermedades, así como la presencia de granos inmaduros y partidos disminuyen el PH y por lo tanto el rendimiento harinero (Mellado, 1986). En un estudio llevado a cabo por Arredondo, Kohli, Agüero, Altamirano & Quintana (2016), donde evaluaron la calidad industrial de tres las variedades, en tres campañas seguidas encontraron valores excelentes de PH para la variedad Itapúa 80 entre 76 kg hL⁻¹ y 79 kg hL⁻¹. En el presente experimento no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos (tabla 2) esto pudo deberse a que la variedad no pudo expresar su poten-

cial, así como tampoco una respuesta a la fertilización ya que el cultivo se vio afectado por heladas tardías. La incidencia de la helada tardía en la etapa en el que grano se encontraba lechoso pudo afectar la calidad del grano, ya que se pudo evidenciar que un buen porcentaje de grano cosechado estaba arrugado, disminuyendo tanto el PH como en el peso de mil semillas (PMS) (Chidichimo, Asbornó & Pardi, 2008).

El peso de mil granos es un indicador de calidad harinera y esto se explica en que los granos más densos contienen mayor proporción de endospermo y por lo tanto mayor rendimiento de harina, para la variedad utilizada, este tiene un potencial de PMS de 40 gramos (CAPECO, 2017). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) para la variable PMS, al haber un periodo de helada de tres días consecutivos en la etapa de llenado de grano seguido de un periodo de 30 días hasta la cosecha donde solo se registró una precipitación de 5 mm.

Tabla 3. Peso de mil semillas (g) y peso hectolitro (kg 100 L⁻¹)

Tratamiento	Peso de mil semillas (g)	Peso hectolitro (kg 100 L ⁻¹)
6	30,92 A	70,88 A
2	29,94 A	71,33 A
5	30,90 A	71,70 A
3	31,59 A	71,86 A
4	31,05 A	72,06 A
1	30,99 A	73,65 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes por la prueba de Tukey al 5%.



Conclusión

No se observaron diferencias significativas entre tratamientos, el bajo rendimiento y la disminución de la calidad del grano teniendo en cuenta los parámetros de peso hectolitro y peso de mil granos se atribuyeron a las heladas tardías, evidenciándose también esto en los granos arrugados.

Referencias bibliográficas

- Arredondo, G. C., Kohli, M. M., Agüero, M., Altamirano, E., & Quintana, G. B. (2017). Calidad industrial de variedades de Trigo Itapúa 80, Itapúa 85 y Caninde 21. *Investigación Agraria*, 18(2), 95-100. Recuperado de <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/392/309>
- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas). (2017). Las semillas mejoradas de trigo. Convenio, IPTA/CAPECO/INBIO. Proyecto Fortalecimiento de la investigación y difusión del cultivo de trigo en Paraguay. Recuperado de <https://capeco.org.py/wp-content/uploads/2017/09/cuadripticoVariedadesDeTrigo-2017.pdf>
- Chidichimo, H. O., Asbornio, M. D., & Pardi, H. M. (2008). Efecto de las heladas tardías sobre la calidad comercial, molinera e industrial del trigo. En *XII Reunión Argentina de Agrometeorología*. San Salvador de Jujuy, Argentina. Recuperado de http://agro.unc.edu.ar/~clima/AADA/Congresos/Jujuy/08_adversidades/045%20-%20Chidichimo2%20-%20Listo.pdf
- Gómez, D. T., Bainotti, C. T., Salines, J. H., Formica, M. B., Fraschina, J. A., & Donaire, G. M. (2018). Efecto de las heladas tardías en trigo. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_trigo_heladastardias18mj.pdf
- Mellado, M. (1986). Peso del hectolitro en trigo: El peso del hectolitro se debe determinar en una balanza oficial. *IPA, Ouilamaou*, 30, 15-18. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR04700.pdf>



Azufre elemental y su efecto sobre algunas propiedades químicas de un suelo del distrito de Filadelfia

Chaparro, L.E.^{1*}, Rasche, J.W.¹, Moreno, H.¹, Escobar, N. C.¹, Fatecha, D.A.¹, Candia, A. B.¹

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

*enrichap.car@gmail.com

Introducción

La región Occidental se caracteriza por presentar zonas alcalinas, con pH por encima de 7, además de elevados contenidos de sales solubles y de sodio intercambiable. En la medida en que el suelo se vuelve más alcalino, la disponibilidad de nutrientes como hierro, zinc, manganeso y fósforo se reduce, limitándose fuertemente el crecimiento de las plantas. La acumulación de sales solubles en el suelo puede provocar un déficit hídrico en la planta debido a la disminución del potencial hídrico y osmótico del suelo, además en estas condiciones determinados iones poseen una acción tóxica para la planta, entre ellos el sodio, cloro y el boro (Lamz & González, 2013). Así mismo, la acumulación de sodio intercambiable en el perfil produce un deterioro de la estructura del suelo afectando su permeabilidad. El azufre elemental (S°) al ser aplicado en el suelo es oxidado a sulfato por medio de microorganismos, liberando iones H^+ , por lo tanto, acidificando el suelo, esta es la reacción que se aprovecha cuando se utiliza S° en corrección de la alcalinidad de los suelos (Marcano, Rodríguez & Moshin, 2003). Por otro lado, el S° es también utilizadas en suelos sódicos y salinos-sódicos debido a que en el proceso de oxidación microbiológica del S° , se produce H_2SO_4 lo cual contribuye a la disolución de minerales que contienen carbonatos y bicarbonatos de calcio, que provee de esta forma Ca^{+2} a la solución del suelo y la

cual desplaza a los iones Na^+ , que luego es lixiviado en la forma de sulfato de sodio (Simanca, 2017). El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar el efecto de dosis crecientes de azufre elemental sobre algunas propiedades químicas del suelo.

Metodología

Este trabajo forma parte de una investigación financiada por el Programa Universitario de Becas para la Investigación "Andrés Borgognon Montero" (PUBIABM) y la Cooperativa Colonizadora Multiactiva Fernheim Ltda. El experimento se realizó en el invernadero del área de Suelos y Ordenamiento Territorial, ubicado en la Facultad de Ciencias Agrarias-UNA, San Lorenzo, en el periodo comprendido entre setiembre y noviembre del 2020. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cinco tratamientos (T: 0; T2: 0,05; T3: 0,1; T4: 0,2 y T5: 0,4 g de S° kg de suelo⁻¹) y cinco repeticiones, totalizando 25 unidades experimentales. Se utilizó suelo de la camada 0-20 cm, proveniente del distrito de Filadelfia, departamento de Boquerón, clasificado como Solonetz. Se tamizó el suelo utilizando un tamiz de 2 mm, y se cargaron en bolsas plásticas de 5 kg. Se aplicó el azufre correspondiente a cada tratamiento y se removió las bolsas para que haya una mezcla uniforme del fertilizante con el suelo. Se colocó una pajita por cada bolsa plástica para que pueda haber un intercambio de gases y



luego se cerraron las bolsas. Se procedió a incubar la muestra por un periodo de 30 días. Durante este periodo de incubación se realizó el riego de manera a mantener el suelo a 70% de capacidad de campo y se removieron las muestras cada ocho días con el fin de facilitar la reacción del azufre con el suelo. Posteriormente las muestras fueron cargadas en macetas plásticas donde se regaron periódicamente durante 35 días. Las variables evaluadas fueron pH del suelo utilizando 20 g de suelo y 0,02 L de agua destilada con una relación 1:1, conductividad eléctrica del suelo usando 20 g de suelo y 0,02 L de agua con una relación 1:1, concentración de calcio, magnesio y sodio en el suelo para lo cual se pesó 4 g de suelo y se utilizó como solución extractora acetato de amonio, agregando 0,04 L a las muestras, utilizando una relación 1:10.

Todas las variables fueron evaluadas a los 65 días posterior a la incubación. Se realizó el análisis de varianza al 5% de probabilidad de error utilizando el software estadístico Agrostat, para determinar si hubo o no diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Los tratamientos que presentaron diferencias significativas fueron comparados mediante curva de regresión.

Resultados y discusión

Para la variable pH del suelo se encontró diferencia significativa, donde se tiene una disminución lineal con las dosis de S° aplicado (Figura 1). Existe una tendencia de disminución del pH de 2,5004 por cada gramo de S° aplicado.

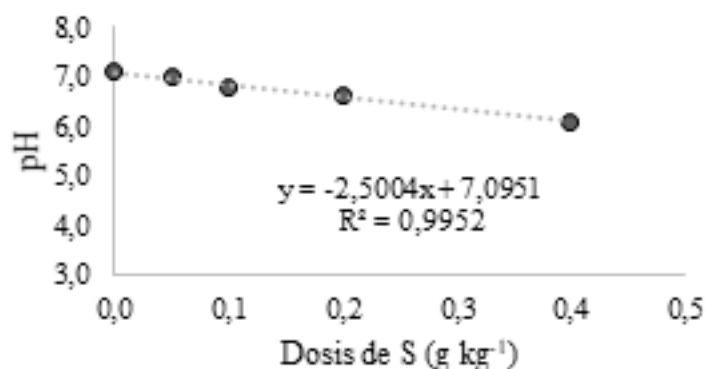


Figura 1. Efecto de la dosis de azufre elemental sobre el pH del suelo después de 65 días de incubación, San Lorenzo, 2020.

Estos resultados concuerdan con Duarte et al. (2019) que aplicaron 0; 2; 4; 6; 8 y 10 g S° kg⁻¹ en un suelo alcalino del Chaco y observaron que hubo una disminución del pH. Esta disminución se debe al aumento de iones H en la solución del suelo debido a que en la oxidación del S° se liberan H⁺.

Para la variable conductividad eléctrica se encontró diferencia significativa, en la cual se tiene una disminución logarítmica en función a las dosis de S° aplicado (Figura 2). La mayor disminución de la conductividad eléctrica se tiene con la dosis de 0,4 g S° kg⁻¹ llegando a valores de 7,8 (testigo) a 4,2.

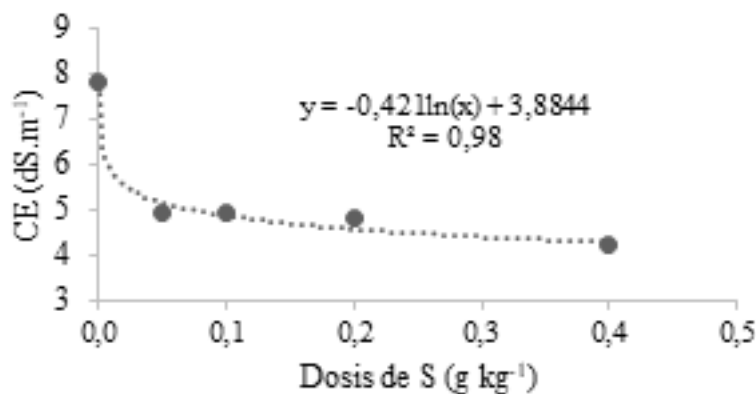


Figura 2. Efecto de la dosis de azufre elemental sobre la conductividad eléctrica del suelo después de 65 días de incubación, San Lorenzo, 2020.

La disminución de la conductividad eléctrica se debe probablemente a la reacción del H_2SO_4 con el $CaCO_3$, que provee calcio a la solución del suelo, generándose $CaSO_4$, donde el calcio reemplaza al sodio intercambiable, y posteriormente con el riego que se realizó se lavaron las sales. Comportamiento similar fue observado por Andreau, Gelati, Provaza, Bennardi & Fernández (2012) cuando aplicaron 500 kg de yeso; 750 kg de S° ; 500 kg de yeso+750 kg de S° ha⁻¹ donde se tuvo la disminución de la conductividad eléctrica en los tres tratamientos.

En el cuadro 1 se puede observar que para la variable concentración de calcio en el suelo no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, con un promedio de 6,42 cmol_c kg⁻¹ de calcio en el suelo. Contrariamente de lo reportado en el experimento, Simanca (2017) aplicó 1.400 kg ha⁻¹ de S° micronizado en un suelo alcalino y observó el aumento del contenido de calcio, atribuido al efecto del ácido sulfúrico sobre la disolución de carbonatos y bicarbonatos, lo cual permite el aumento de la concentración de calcio en el suelo.

Para la variable magnesio en el suelo se encontró diferencia significativa. Se tuvo una disminución de la concentración de magnesio en el suelo, con una tendencia de disminución de 0,1551 cmol_c kg⁻¹ de magnesio en el suelo por cada g de S° aplicado en cada kg de suelo. La dosis de 0,4 g. S° kg⁻¹ causó la máxima disminución del magnesio en el suelo, la que llegó a valores de 1,90 cmol_c kg⁻¹. Resultados similares fueron obtenidos por Marcano et al. (2003) donde aplicaron 0; 2,5; 5; 7,5 y 10 g S° kg⁻¹ e incubaron las muestras por seis meses, donde el testigo presentó el mayor contenido de magnesio en comparación a los tratamientos donde se aplicó azufre. Así mismo, Melo, Barros, Dos Santos & Rolim (2008) aplicaron yeso como fuente de azufre en un suelo salino-sódico en dosis de 0; 50; 75; 100; 125 y 150 % de la necesidad de yeso y constataron una reducción del contenido de magnesio en los tratamientos donde fue aplicado el yeso, probablemente por la sustitución del magnesio intercambiable por el calcio, ocurriendo luego su lavado.



Para la variable concentración de sodio en el suelo se encontró diferencia significativa y se tuvo una disminución de la concentración de sodio en el suelo, existiendo una tendencia de disminución de 4,4057 por cada g de S° aplicado. La dosis de 0,4 g S° fue la que causó la mayor disminución de sodio en el suelo llegando a valores de 5,04 (testigo) a 3,41 cmolc kg⁻¹. Estos resultados concuerdan con Da Silva, Araujo, Canulto, Almeida & Ferreira (2019) quienes utilizaron dosis creciente de azufre en un suelo salino sódico, las que ocasionaron disminución del contenido de sodio debido a que la formación de ácido sulfúrico favoreció a la disolución de CaCO₃, que provee calcio a la solución del suelo y reemplaza al sodio, que fue lavado posterior a la aplicación de una lámina de agua.

Para la variable RAS del suelo se destaca que no se encontró diferencia significativa para ninguno de los tratamientos, con un promedio de 2,19. Apesar de que el contenido de sodio en el suelo haya disminuido, hubo una disminución del contenido de magnesio lo que hizo que no se tenga una disminución significativa en la RAS. Resultados similares fueron obtenidos por Andreau et al. (2012) donde aplicaron S° en un suelo de textura franco arcillo limosa y no observaron diferencia significativa en la RAS. Sin embargo, estos resultados no concuerdan con Tavares, Barros, Rolim & Silva (2012) quienes aplicaron yeso en suelos salinos sódicos donde se tuvo la disminución de la RAS, corrigiendo el carácter sódico del suelo en estudio.

Cuadro 1. Efecto de la dosis de azufre elemental sobre la concentración de calcio, magnesio, sodio y la RAS del suelo después de 65 días de incubación, San Lorenzo, 2020.

Tratamiento	Ca	Mg	Na	RAS
cmol_c .kg⁻¹				
T1	5,88 ^{ns}	2,00	5,07	2,53 ^{ns}
T2	7,38	1,98	5,04	2,20
T3	5,92	1,97	4,77	2,55
T4	6,16	1,94	3,87	1,93
T5	6,75	1,90	3,41	1,74
Ecuación		y=1,9853-0,1551x	y=5,0929-4,4057x	

ns: no significativo según ANAVA al 5% de probabilidad de error.

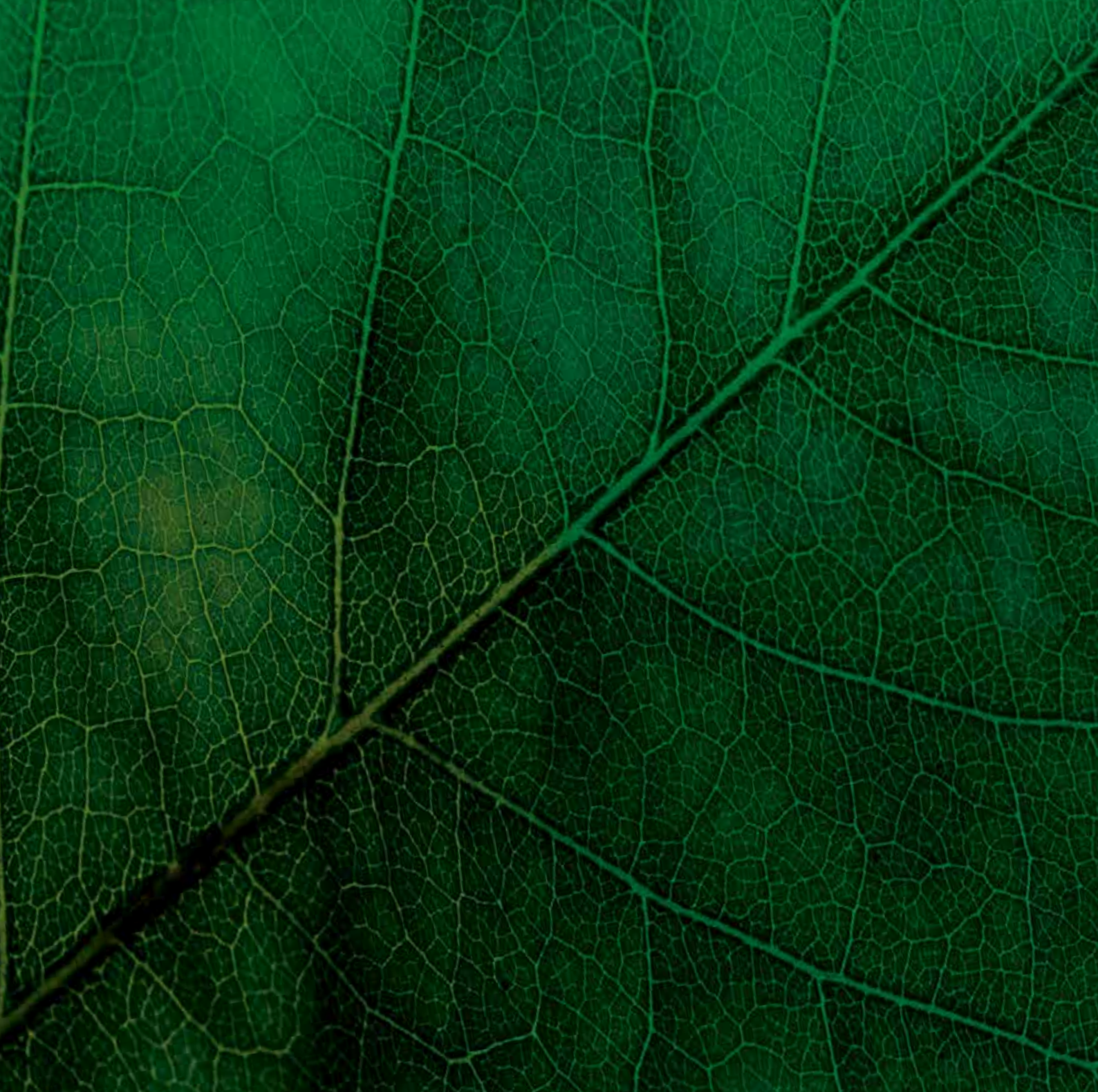
Conclusión

El pH, la conductividad eléctrica del suelo, la concentración de magnesio y sodio en el suelo disminuyen con la aplicación de dosis creciente de azufre, sin embargo, la concentración de calcio en el suelo y la RAS del suelo no son afectadas por el S° a corto plazo.



Referencias bibliográficas

- Andreau, L., Gelati, P., Provaza, M., Bennardi, D., & Fernández, D. (2012). Degradación física y química de dos suelos del cordón hortícola platense: alternativas de tratamiento. *Asociación Argentina de Ciencia del Suelo*, 30 (2), 107-117.
- Da Silva, P., Araujo, J., Canulto, Almeida, I., & Ferreira, A. (2019). Períodos de incubação de enxofre elemental em atributos químicos de um solo salinizado. *Brazilian Journal of Development*, 5 (9), 15815-15827.
- Duarte, A. D., González, E., Samudio, L. F., Ríos, R., Rasche, J. W., Espínola, J. J. (2019). Azufre elemental como corrector de pH y conductividad eléctrica en suelo alcalino del Chaco Central. En *III Congreso Paraguayo de Ciencia del Suelo, 3-5 octubre* (, pp. 194-197). San Lorenzo, Paraguay: Universidad Nacional de Asunción.
- Lamz, A., & González, M. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: La mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos Tropicales*, 34 (4), 31-42.
- Marcano, C., Rodríguez, J., & Mohsin, M. (2003). Efecto del azufre elemental sobre el pH y la solubilidad de algunos nutrientes en fosfocomposts. *Interciencia*, 28 (9), 504-511.
- Melo, R., Barros, M., Dos Santos, P., & Rolim, M. (2008). Correção de solos salino-sódicos pela aplicação de gesso mineral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12 (4), 1087-1810.
- Simanca, R. (2017). Efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas y azufre sobre propiedades químicas y biológicas de un suelo sódico. *SJSS*, 8 (3), 347-362.
- Tavares, A., Barros, M., Rolim, M., & Silva, E. (2012). Incorporação de gesso para correção da salinidade e sodicidade de solos salino-sódicos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16 (3), 1807-1829.



Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Agrarias

Tel.: (+595 21) 585 606/9 int. 199

E-mail: cientifico.cnca@agr.una.py

Campus UNA - San Lorenzo, Paraguay

www.agr.una.py