



Apuntes agronómicos y económicos del riego complementario en sésamo, algodón y soja

Victor Enciso

Sixto Hugo Rabery Cáceres

Rubén Franco

Víctor A. Gómez López

José Roberto Lezcano

Egidio Joel Caballero

San Lorenzo-2020

La presente publicación ha sido elaborada con el apoyo del CONACYT. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso se debe considerar que refleja la opinión del CONACYT.

La presente publicación ha sido elaborada con el apoyo del CONACYT. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso se debe considerar que refleja la opinión del CONACYT.



Apuntes agronómicos y económicos del riego complementario en sésamo, algodón y soja

Victor Enciso

Sixto Hugo Rabery Cáceres

Rubén Franco

Víctor A. Gómez López

José Roberto Lezcano

Egidio Joel Caballero

San Lorenzo-2020

La presente publicación ha sido elaborada con el apoyo del CONACYT. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso se debe considerar que refleja la opinión del CONACYT.

DATOS INTERNACIONALES DE CATALOGACIÓN EN LA PUBLICACIÓN (CIP)

Apuntes agronómicos y económicos del riego complementario en sésamo, algodón y soja. / Víctor Enciso (et al.). – San Lorenzo, Paraguay : Víctor Enciso, 2020.
79 h. : tablas, figuras ; 30 cm.

Incluye bibliografías y anexos.
ISBN 978-99967-0-960-9

1. Agricultura. 2. Sésamo. 3. Algodón. 4. Soja. 5. Suelo. 6. Cultivo. 7. Labores culturales. 8. Riego. 9. Análisis técnico. 10. Análisis económico. I. Rabery Cáceres, Sixto Hugo. II. Franco, Rubén. III. Gómez López, Víctor A. IV. Lezcano, José Roberto. V. Caballero, Egidio Joel. VI. Título.

CDD: 630

Publicación Cofinanciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONACYT con recursos del FEEI

MATERIAL DE DISTRIBUCION LIBRE Y GRATUITA

PRESENTACIÓN

La Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA/UNA) fue adjudicada, por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para la cofinanciación y ejecución del proyecto de investigación “14-INV-128 “Incidencia agronómica y económica del riego complementario en cultivos de renta”. La adjudicación correspondió a la Convocatoria 2013, en el marco del Componente I Fomento a la Investigación Científica, de la Modalidad 4 “Proyectos de Iniciación de investigadores” (PROCIENCIA), por Resolución N° 437/14 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

EL proyecto tuvo como objetivo generar información agronómica y económica del efecto del riego complementario en los cultivos de extensivos de renta (algodón, canola, girasol, maíz, soja y trigo), y otros (sorgo forrajero, etc.). A la hora de implementarlo en terreno, los ajustes de la realidad hicieron que el trabajo se concentrara en tres rubros agrícolas. Estos fueron sésamo (*Sesamum indicum* (L.)), algodón (*Gossypium hirsutum* (L)) y soja (*Glycine max* Merrill).

Los objetivos específicos fueron: (i) cuantificar la variación en el rendimiento de los cultivos citados con la aplicación de riego complementario; (ii) medir la eficiencia en el uso del agua, (iii) documentar las variaciones en el manejo de los cultivos con riego complementario en relación a los cultivos no irrigados, (iv) estimar la rentabilidad de la inversión de un sistema de riego en los cultivos indicados con diferentes escenarios de precios.

El presente documento es el informe de actividades de las áreas que cubrió el proyecto, a saber aspectos relacionados a la agronomía, a cargo de Sixto Hugo Rabery Cáceres, José Roberto Lezcano y Egidio Joel Caballero; aspectos relacionados al riego a cargo de Rubén Franco; aspectos relacionados al costo a cargo de Víctor Enciso y aspectos relacionados a la fitosanidad a cargo de Victor Gómez López.

A través de proyectos de esta naturaleza, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, consolida su posición como centro de investigación y generación de conocimientos, a la vez que fortalece la relación de la academia con la sociedad.

Los autores

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS	4
MARCO TEÓRICO	6
Referencias Bibliográficas.....	8
ASPECTOS RELACIONADOS A LA AGRONOMIA	9
Metodología	10
Resultados sésamo	17
Resultados algodón	20
Resultados soja	23
Referencias bibliográficas.....	27
ASPECTOS RELACIONADOS AL RIEGO.....	29
Metodología	30
Resultados	33
Referencias bibliográficas.....	37
ASPECTOS RELACIONADOS AL COSTO.....	38
Introducción	39
Costos Fijos	39
Costos Variables	41
Costo Total.....	43
Conclusión	44
Referencias	45
Anexo 1. Efecto del costo de riego en el ensayo de algodón.....	46
Anexo 2. Efecto del costo de riego en el ensayo de sésamo	48
Anexo 3. Efecto del costo de riego en el ensayo de soja	49
ASPECTOS RELACIONADOS A LA FITOSANIDAD	51
Algodón.....	52
Sésamo.....	60
Soja 65	
Referencias bibliográficas.....	71
CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACION.....	72
CONTRIBUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	72
ANEXOS.....	73

INTRODUCCIÓN

En los últimos veinte años el sector agrario paraguayo ha experimentado un proceso de transformación en varios aspectos. Uno de ellos se relaciona con el cambio en composición de los productos primarios que forman parte de la oferta exportadora del país. Las estadísticas muestran un cambio en la importancia relativa y absoluta de los bienes en el valor total exportado. En líneas generales los cambios estuvieron orientados hacia la especialización en productos agroalimentarios evidenciado en el aumento de la oferta exportadora de complejo soja y carne bovina. En contrapartida se ha dado una disminución relativa del valor exportado de algodón y madera.

El dinamismo exportador señalado ha estado acompañado por investigaciones en áreas de manejo agronómico, densidad y época de siembra, control de plagas y enfermedades y fertilización entre otros. Se ha generado un paquete de información tecnológica nacional sobre el manejo del cultivo y su rotación con trigo, maíz y girasol principalmente. Así mismo se destaca las investigaciones hechas en siembra directa, lo cual ha permitido que la mayor parte el cultivo actualmente se haga con cobertura vegetal. El “stock” de información tecnológica nacional ha servido de soporte para que los productores asumieran los riesgos de incrementar el área de siembra y la producción. En el caso de la soja se ha pasado de 1.000.000 ha en 1997 a 3.100.00 ha en el 2013, con una producción de 2,600 t a 9,300 t en el mismo periodo.

Contrariamente, las investigaciones que permitan la generación de información y conocimientos sobre el uso del riego no han estado a la par de las agronómicas. Tal vez la tradicional regularidad de las lluvias en el país no haya alentado su estudio. Sin embargo los cambios observados en los últimos años, han llevado a situaciones polarizadas de abundancia o escasez de agua, hacen pensar en la posibilidad de implementar sistemas de riego en cultivos extensivos. De hecho cada día se tienen noticias de nuevas instalaciones de sistemas de riego en soja.

Por tanto surgen preguntas tales como: ¿será rentable regar la soja?, ¿y los demás cultivos?; ¿grano o semilla?; ¿cuál es el área mínima para cubrir los costos?; ¿y la incidencia de enfermedades?, ante las cuales no se tienen respuestas basadas en estudios formales y sistemáticos fundamentadas en experiencias locales. Por ello lo más común es recurrir a informaciones provenientes de otros países, tales como Brasil, Argentina o Estados Unidos, que debido a las diferencias en las condiciones agroecológicas la información solo tiene carácter referencial.

La insuficiencia de conocimientos de los efectos tanto agronómicos como económicos del uso de riego en los cultivos del complejo soja y, la necesidad de generar información en las condiciones agroecológicas locales que permitan ampliar el “stock” de información tecnológica nacional para los cultivos citados, sirven de justificación de la presente propuesta. A más de ello la generación de conocimientos fundamentadas en datos y hechos particulares, servirá para una mejor formación académica de los egresados de la Facultad de Ciencias Agrarias en forma específica y al público interesado en general al ponerse la información resultante como información pública.

El proyecto básicamente consistió en la instalación de parcelas de experimentales en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción en San Pedro de Ycuamandyyú, por una parte regadas y por otras no regadas. Estas

parcelas experimentales serian parte del trabajo de fin de grado de sendos estudiantes, en dichas parcelas se realizarían las mediciones antes citadas.

Debido a atrasos en el inicio del proyecto en el primer año no se pudo obtener espacio en el campo experimental sino para tres cultivos (algodón, sésamo y soja). El cultivo de maíz en verano, fue desechado ante el masivo ataque de aves. Según pobladores de la zona, la siembra de maíz en enero es solamente viable en grandes extensiones desprovistas de árboles, que sirven de refugio a las aves.

Se realizaron todas las siembras durante el mes de noviembre de 2016 tal como se había planeado. En el fin de semana siguiente de la siembra, al inicio de la germinación-emergencia de las plántulas, ocurrió un frente de inestabilidad meteorológica resultando en un desperfecto del transformador de potencia de la ANDE ubicado dentro del predio del campo experimental, suspendiéndose completamente la provisión de la energía eléctrica para el funcionamiento del equipo de riego hasta el final de Enero. En este periodo se produjo el mayor déficit de precipitaciones, igual a 140 mm. Consecuentemente no pudo aplicar el riego necesario. Ante esta situación el coordinador decidió desechar los datos de los ensayos. Posiblemente esta situación fue la causa de que para el segundo año no se tuvieran estudiantes interesados en realizar sus trabajos de fin de grado en las parcelas del Proyecto. Por ello el informe cubre solamente el periodo 2017/2018. En el invierno no se realizaron siembras sino que se decidió sembrar abonos verdes debido al bajo contenido de materia orgánica de las parcelas. En el segundo año agrícola se tuvo un desarrollo normal cuyos resultados forman el presente informe

El informe consta de una primera parte “común” a todo el informe, y luego una parte específica relacionada con los objetivos, agronómicos, de riego y económico. La parte común a todos se inicia con esta introducción seguida de los objetivos, y resultados esperados y cierra con el marco teórico. Luego se presenta la parte específica que se subdivide en cuatro capítulos. En el primero se presenta el informe sobre producción, en el segundo los aspectos relacionados con el riego o agua, en el tercer capítulo el aspecto de costos y beneficios del ensayo, y finalmente se incluye el trabajo sobre el aspecto fitosanitario, que si bien no formaba parte de los objetivos, vale la pena su inclusión. Cada uno de los capítulos citados presenta su metodología, sus resultados, sus conclusiones y referencia bibliográfica. Luego al cierre del informe, se realiza una conclusión global y se especifica las contribuciones de la investigación.

OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

El objetivo del proyecto fue generar información agronómica y económica del efecto del riego complementario en cultivos extensivos de renta (algodón, canola, girasol, maíz, soja y trigo), y otros (sorgo forrajero, etc.). Más específicamente buscaba (i) cuantificar la variación en el rendimiento de los cultivos citados con la aplicación de riego complementario, (ii) medir la eficiencia en el uso del agua, (iii) documentar las variaciones en el manejo de los cultivos con riego complementario en relación a los cultivos no irrigados, y (iv) estimar la rentabilidad de la inversión de un sistema de riego en los cultivos indicados con diferentes escenarios de precios.

Los resultados esperados fueron: (i) obtener información útil y aplicable. Se tendrá información sobre la viabilidad agronómica y económica del riego complementario en los cultivos estudiados, todos ellos de importancia económica para el país. La información servirá

de insumo para tomar decisiones sobre aplicación de riego, en condiciones similares a las de la zona donde se efectuó el ensayo. (ii) Mejora en la calidad de la formación de los futuros profesionales del agro. Los investigadores trasladarán la información y los conocimientos adquiridos en la investigación a los estudiantes. (iii) Conformación y consolidación de equipo de trabajo: La viabilidad y necesidad de la interdisciplinariedad en los equipos de investigación se verá fortalecida con esta experiencia. El trabajo fortalecerá un equipo técnico focalizado en el tema que luego podrá ampliar la investigación a otras áreas del país.

MARCO TEÓRICO

Las investigaciones sobre el efecto del riego en la agricultura hecha en Paraguay en su mayor parte forman parte de la literatura gris. Rabery, et al (2012, en edición) encontraron diferencia significativa en las plantas regadas en relación a las no regadas en las siguientes características: (i) altura de las plantas: las regadas tuvieron una altura promedio igual a 91,6 cm contra 66,9 cm en las que no tuvieron riego; (ii) número de vainas: en promedio las regadas presentaron 50 vainas/planta mientras que las no regadas presentaron 33 vainas/planta; (iii) rendimiento: las regadas tuvieron un promedio de rendimiento de 3.275 kg/ha, contra 2403 kg/ha, de las no regadas.

La referencia sobre riego en el país proviene en su mayor parte de experiencias en Argentina y Brasil, por la similitud en los cultivos. Este resumen contiene publicaciones con resultados relacionados a variación en la producción por causa del riego y a la viabilidad económica en esos países. La mayoría de la literatura consultada señala que el riego incrementa la producción de los cultivos. En todos los casos consultados los resultados económicos fueron positivos.

Seguidamente se presenta un resumen de la literatura revisada:

Barrena, P. (2012) realizó ensayos con riego gravitacional en soja, en el Valle Bonaerense del Río Colorado. El objetivo fue observar el comportamiento del cultivo de soja regado por gravedad y determinar el sistema de siembra que brinda mejores resultados. Sus conclusiones indicaron que los rendimientos de la soja solo fueron aceptables, y que la siembra directa no es una práctica aconsejable para los cultivos soja regados por manto en los suelos de la zona.

Rodríguez, H. et al (2011), en Entre Ríos, Argentina buscaron determinar el consumo de agua de maíz y soja ante diferentes ofertas hídricas, y la eficiencia de uso de agua. Su resultados demostraron que el riego permitió incrementar los rendimientos en un 34 % en soja y en un 87% en maíz. Así mismo la eficiencia en el uso del agua en la producción de grano aumentó hasta un 30 % con el riego suplementario en maíz y no fue afectada en soja.

Mambrin, L. et al (2005) midieron el efecto en el cultivo de soja de dos sistemas (siembra en platabanda y en manto) en Corrientes, Argentina. Los resultados mostraron que el sistema por manto en labranza convencional fue el que mejor rendimiento presentó, mientras que el sistema de platabanda no mostró diferencias con el testigo. El año anterior, Currie, H., Contreras & Zini (2004) tuvieron una respuesta al riego de 4.690 kg ha⁻¹ en Platabanda y 3410 kg ha⁻¹ con Manto vs 2520 kg ha⁻¹ testigo.

Zampedri, S. y Currie, H. (2000) midieron el impacto del riego complementario en los rendimientos del cultivo de la soja en el centro sur de la Provincia de Corrientes. Sus resultados muestran una diferencia a favor de las plantas regadas de 47% con respecto a las no regadas.

Piccoli, J (2011) evaluó la viabilidad de utilizar un sistema de pivot central para regar complementariamente soja y maíz en Campos Novos, Sta. Catarina-Brasil. Sus conclusiones indicaron que las pérdidas por falta de agua en soja fueron inferiores al costo de irrigación, mientras que en maíz fueron superiores a los costos de irrigación.

Camargo, G. et al (2006) midieron la viabilidad financiera de la implementación de un pivot central en oeste de Bahía, Brasil para rotación de cultivos que incluía algodón, maíz, poroto y trigo. Los resultados demostraron que tanto con financiamiento propio o de terceros el

proyecto presenta un resultado financiero positivo.

Tosi J. (2005) realizó un análisis sobre la viabilidad del riego en cultivos extensivos (maíz, trigo y soja) para el sudeste argentino. Los resultados mostraron la conveniencia de la inversión para la implementación del riego complementario.

Salinas, A. et al (2004) en el INTA de Manfredi vienen conduciendo un experimento desde 1996 en un módulo con riego suplementario en una superficie de 30 hectáreas, con dos secuencias de cultivos. La primera incluye Trigo/Soja 2°...Maíz 1° y la segunda Trigo/Maíz 2°... Soja 1°. Los resultados indican que los mayores incrementos con riego fueron en trigo, luego maíz y finalmente soja. No se encontraron prácticamente diferencias de rentabilidad entre ambas secuencias. Finalmente el trabajo concluyó con que con "las diferencias de márgenes brutos entre riego y seco, permitirían recuperar la inversión en un plazo de 3 a 5 años.

Referencias Bibliográficas

Barrena, P. (2012). Soja con riego gravitacional. Disponible en <https://corfo.gob.ar/wp-content/uploads/2015/12/Soja2011-2012.pdf>

Currie, H., Contreras & Zini (2004). Efecto en los rendimientos de diferentes sistemas de riego gravitacionales y evaluación de la eficiencia de conversión del agua en cultivo de soja. Disponible en <https://studylib.es/doc/5968920/efecto-en-los-rendimientos-de-diferentes-sistemas-de-riego>

Faccioni, Gustavo De Camargo & Oliveira, Adilson Jayme De & Figueiredo, Cícero Célio De & Santo, Ernani Do Espírito. (2006). Estudo Da Viabilidade Financeira Da Implantação De Pivô Central Com A Utilização De Rotação De Culturas No Oeste Baiano. Disponible en <https://ideas.repec.org/p/ags/sobr06/148210.html>

Mambrin, L. et al (2005). Evaluación del rendimiento de soja bajo riego en dos modalidades y secano. Disponible en <https://studylib.es/doc/5327448/evaluaci%C3%B3n-del-rendimiento-de-soja-bajo-riego-en-dos-moda...>

Piccoli, J (2011). Avaliação da viabilidade da instalação de sistema de pivô central na região de Campos Novos (SC). Disponible en <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/120958>

Rodríguez, H. et al (2011). Limitaciones en la disponibilidad de agua y respuesta al riego en soja y maíz sobre un suelo vertisol de Entre Ríos. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-eea_parana-serie_extension_83_soja-2018.pdf

Salinas, A. et al (2004). Resultados de 17 años de experiencia en el módulo de riego de INTA Manfredi – Córdoba. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-libro_3_reunin_internacional_de_riego_2012.pdf

Tosi, J. (2005). Principales Cultivos del Sud Este de Buenos Aires: Un análisis retrospectivo de los Resultados Económicos. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_principales_cultivos_del_sud_este_de_buenos_aires.pdf

Zampedri, S. M.; Currie, H. M. (2000). Impacto del riego complementario en los rendimientos del cultivo de la soja en el centro sur de la Provincia de Corrientes. Disponible en https://www.researchgate.net/scientific-contributions/2055095469_Hector_M_Currie

ASPECTOS RELACIONADOS A LA AGRONOMIA

**Sixto Hugo Rabery Cáceres,
José Roberto Lezcano
Egidio Joel Caballero**

Metodología

Los experimentos se realizaron en dos periodos agrícolas, (2016 – 2017 y 2017 – 2018) en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, localizada en la Filial San Pedro del Ycuamandyyu (S 24°08'53"; W57°08'74"),

Previo a la instalación de los experimentos, se realizaron prospecciones de las características físicas y químicas del suelo, así como de la disponibilidad de agua por medio del cálculo del coeficiente del cultivo (Kc) y la evapotranspiración potencial. El análisis de suelo fue realizado en el Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNA, cuyo resultado determinó una textura arenosa, con un 90% de contenido de arena y bajo contenido de materia orgánica, P, Ca, Mg y K (Ver Anexo 1). La densidad aparente del suelo de la parcela experimenta, mostrada en el Anexo 2, fue realizada en el mismo Laboratorio de Suelos. Los resultados indican que presenta valores superiores a los que se aceptan como densidad aparente para su clase textural, según López Báez et al. (2018).

Los datos indican la posibilidad que a profundidades de entre 25 a 30 cm pueda existir una capa compactada y una baja capacidad de retención de agua debido a su granulometría, espacio de profundidad hasta donde se desarrolla la mayor parte de las raíces. Con esa base, relacionando con los datos de la densidad de suelo propuso los valores de Kc (coeficiente de cultivo) según las etapas de crecimiento de la especie, para crecimiento vegetativo de 0,6 a 0,8 y para la fase de floración y desarrollo de los frutos 0,8.

Para la siembra, el suelo fue preparado del modo convencional, con arada aproximadamente hasta 0,25 m de profundidad y nivelado con rastra de discos, sobre restos desecados de la vegetación presente. Los experimentos fueron instalados en dos parcelas separadas, una recibió riego y otra sin riego y las variedades sembradas en cada parcela. El diseño experimental utilizado fue, en bloques completos al azar con tres repeticiones para el periodo (2017 – 2018). Cada unidad experimental representaba un área de 14 m² con cuatro hileras de 5 m de largo separadas a 0,70 m. Las semillas fueron sembradas en forma manual en surcos corridos aproximadamente 0,02 m de profundidad y cubierta enseguida. En el momento de la cosecha, a modo de evitar el efecto de borde, se cosecharon las dos hileras centrales en un largo de tres metros (4,2 m²). Las plantas cosechadas fueron puestas a secar hasta aproximadamente 13% de humedad de las cápsulas sobre polipropileno vinil lona o lona PVC para evitar pérdida de semillas por dehiscencia, luego se evaluó el rendimiento de granos por cada variedad cosechado.

Los granos se pesaron en una balanza de precisión digital (marca Gural, de procedencia argentina con, capacidad de 15 Kg), de dos decimales y los valores ajustados para ser expresados en kg ha⁻¹. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de la varianza mediante el programa informático InfoStat versión 2013, (Di Rienzo et al., 2013). Los resultados de los experimentos de cada periodo fueron analizados individualmente. Con diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los rendimientos de granos, se procedía a su comparación por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad de error. Los resultados de los tratamientos de riego x variedad fueron comparados todos contra todos, variedades y riegos.

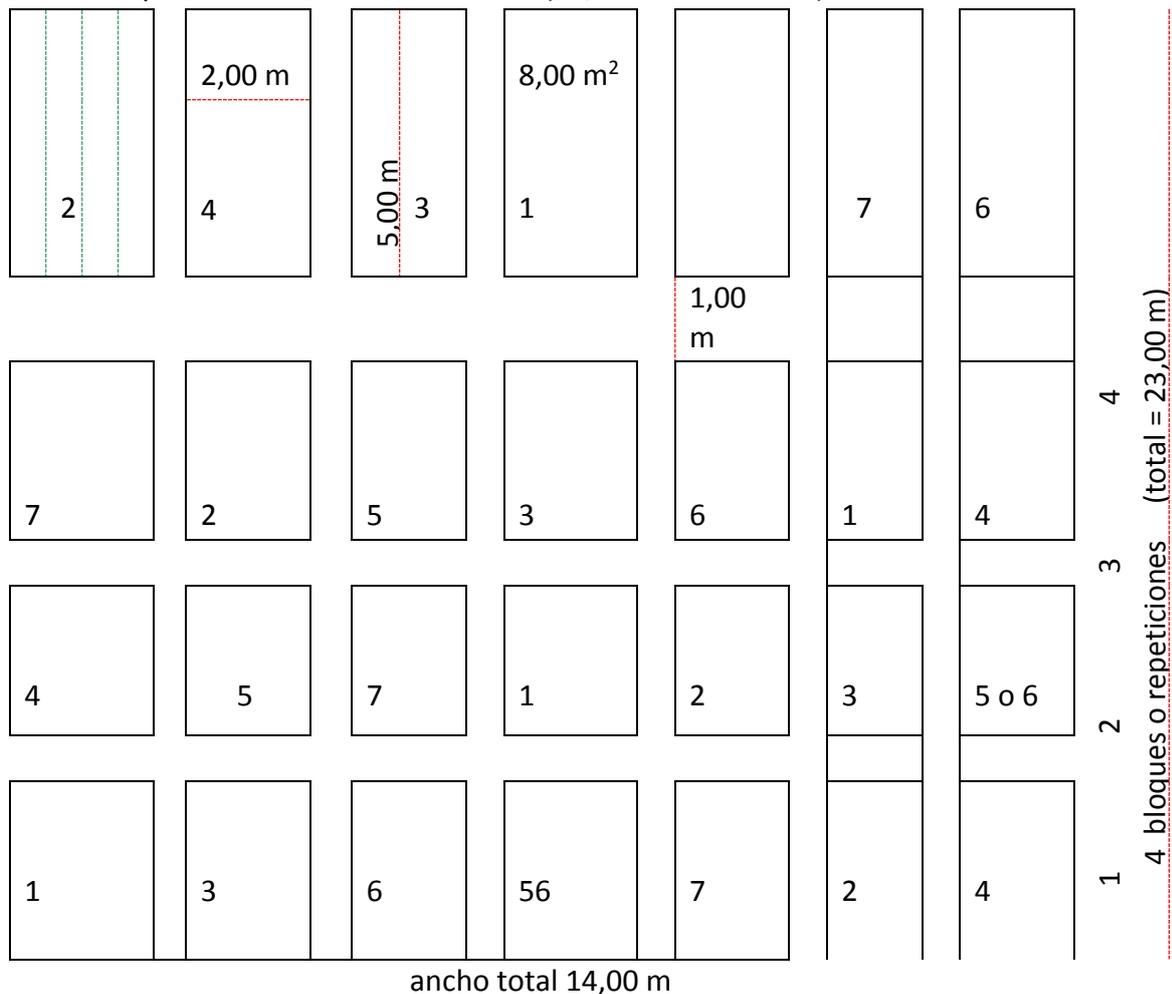
Planos y procedimientos

Se presenta a continuación los planos y procedimiento de todos los ensayos realizados.

Ensayo de soja

5 hileras por cada variedad

(14,00 m ancho total)



TRATAMIENTOS: 7 Variedades de soja

DISEÑO EXPERIMENTAL: Bloques completos al azar,
con 7 tratamientos y 4 repeticiones

TAMAÑO: Total: 322,00 m² (ancho = 14,00 m y largo 23,00 m)

Unidad experimental: ancho = 2,00 m x 5,00 m largo = 10,00 m²

Bloque:5,00 m x 14,00 m = 70,00 m²

Espacio entre hileras: 0,40 m

Espacio entre bloques = 1,00 m

Espacio entre unidades experimentales: 0,40 m

Área útil para cosecha = 4,80 m² (1,20 m x 4,00 m)

OBSERVACIÓN: el mismo plano para riego y sin riego.

Área total para soja = 644,00 m²

TRAT.	MATERIAL		TRAT.	MATERIAL
1	NS 72091 PRO		5	DM 6.2 i
2	NS 6483		6	AG 6525
3	NS 77091 PRO		7	BAUP 6380
4	NS 69061 PRO			

Fecha de siembra: 21 de noviembre de 2017

T= Tratamiento T1 T2 T3 T4

R= Repetición o bloque (es lo mismo) 1 2 3 4 etc.

(Ej. T1R1; Trat. 1 en Rep 1, etc.)

Ensayo de sésamo

5 hileras por cada variedad (14,00 m ancho total)



TRATAMIENTOS: 4 Variedades de sésamo

DISEÑO EXPERIMENTAL: BCA, con 4 tratamientos y 5 repeticiones

TAMAÑO: Total: 406,00 m² (ancho = 14,00 m y largo 29,00 m)

Unidad experimental: ancho: 3,50 m x 5,00 m largo = 17,50 m²

Bloque:: 5,00 m x 14,00 m = 70,00 m²

Espacio entre hileras = 0,70 m

Espacio entre bloques = 1,00 m

Espacio entre unidades experimentales: 0,70 m

Área útil para cosecha = 8,40 m² (2,10 m x 4,00 m)

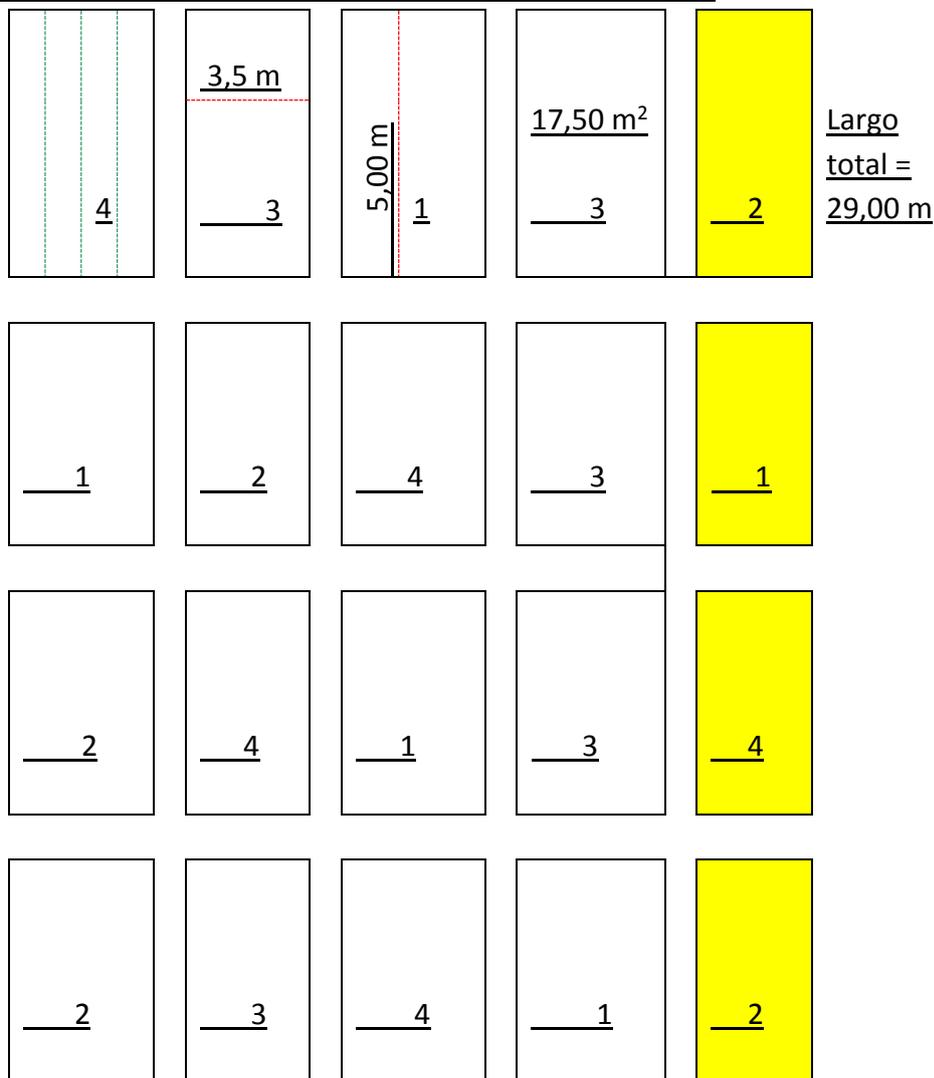
OBSERVACIÓN: para ensayo con riego así como está y otro igual para sin riego.

Área total para sésamo = 812,00 m²

Fecha de siembra: 23 de noviembre de 2017

Ensayo de algodón

5 hileras por cada variedad (14,00 m ancho total)



TRATAMIENTOS: 4 Variedades de algodón

DISEÑO EXPERIMENTAL: BCA, con 4 tratamientos y 5 repeticiones (el amarillo es la 5° repetición)

TAMAÑO: Total: 406,00 m² (ancho = 14,00 m y largo 29,00 m)

Unidad experimental: ancho: 3,50 m x 5,00 m largo = 17,50 m²

Bloque:: 5,00 m x 14,00 m = 70,00 m²

Espacio entre hileras = 0,70 m

Espacio entre bloques = 1,00 m

Espacio entre unidades experimentales: 0,70 m

Área útil para cosecha = 8,40 m² (2,10 m x 4,00 m)

OBSERVACIÓN: para ensayo con riego así como está y otro igual para sin riego.

Área total para sésamo = 812,00 m²

Observación: la última columna a la derecha es la quinta repetición.

Siembra: 23 de noviembre de 2017

Toma de datos

T1 R2 (significa que el dato proviene de la parcela del T1 en la Repetición 2, (se escribe en la bolsa de cosecha de esa parcela experimental (cada bolsa con su identificación clara, independiente, sin mezclas con otras, cada una permanece independiente de lo cosechado en la otra parcela).

1) Para cosechar: (parcela útil) se deja en cada cabecera 0,5 m y dos hileras laterales como bordes (Ejemplo: Si la parcela tiene 5 m de largo se cosecharán 4 metros de largo de las dos hileras centrales). Se dejan como bordes las demás hileras laterales al área de cosecha.

2) Se cuenta la cantidad de plantas que se cosechan por metro de hilera, para calcular después la población final de plantas cosechadas.

Se secan en el sol en las mismas bolsas, y siguen separadas por tratamiento y repetición. Se pesan, se miden, se cuentan independientemente cada bolsa (si un tratamiento produce más de una bolsa, ejemplo, espigas cosechadas o lo que sea, etc.) se marcan las dos bolsas con la misma característica (ejemplo. T1 R4, T1 R4 y la suma de ambos resultados es el valor a ser utilizado como dato para el análisis).

4) Altura de la planta: (en m o en cm, según la unidad utilizada al comienzo, preferible en investigación el empleo de la unidad métrica m). Se toma el dato desde la base de la planta en el suelo hasta última YEMA antes del ápice. En maíz, hasta el último nudo, en soja, etc, hasta el último nudo del tallo principal). Este dato se toma durante la evaluación o momento antes de la cosecha, pues se cuenta en ese momento el NÚMERO DE PLANTAS COSECHADAS POR METRO DE HILERA, el NÚMERO DE MAZORCAS o RAMAS u otra variable.

5) Número de ramas: en soja, sésamo, algodón u otra especie ramificada (también puede realizarse la evaluación luego de la cosecha en especies de tamaño menor). Se anota el valor observado, (normalmente se usan 5 o 10 plantas por unidad experimental)

6) Número de espigas por planta: (en trigo y en maíz, se realiza junto con las mediciones de altura final de la planta).

7) Número de vainas en soja, de capullos en algodón, de cápsulas en sésamo. Se realiza

eligiendo, dependiendo del tamaño de las plantas, 5 o 10 plantas por unidad experimental, durante el trabajo que se realiza fuera del campo experimental, en un banco de trabajo por ejemplo.

8) Número de semillas: en soja, en maíz, en sésamo, durante la evaluación de la variable anterior, para no perderse el modelo y oportunidad. Estos datos son útiles para evaluar, el número de granos o semillas por vaina, por cápsula, por espiga en trigo y maíz.

9) Peso de 100 semillas: se expresa en g, para soja, maíz, sorgo, en trigo se mide para 1.000 semillas. Es necesario que las semillas estén secas, entre 13 a 15% de humedad. Este dato de humedad debe ser informado. Se realiza en laboratorio, separando 4 a 5 muestras de 100 semillas (sin seleccionar las mejores, el muestreo es al azar, ¡no las de mayor tamaño). Se pesa y se expresa en g.

Variables medidas

1) Días a emergencia. En días (se cita como Días Después de la Siembra DDS) Una parcela se considera con emergencia plena cuando por lo menos el 50% de la población esperada de plantas puede notarse en la parcela con una hoja abierta o el cotiledón expandido.

2) Población inicial de plantas: Se cuentan en dos hileras de UN METRO la cantidad de plantas, se promedian y se anota este valor. Este dato nos concede la población inicial por hectárea (ha).

3) Días a floración: esta variable se cuenta desde el dato obtenido de la emergencia hasta la floración plena de la parcela en la repetición (DDE = días después de emergencia), con el 50% de plantas florecidas, por lo menos 1 o 2 flores en el tallo principal en la soja, en algodón, en sésamo. En maíz, se evalúa la flor masculina, que aparece antes y luego la femenina que aparece unos días después.

EJEMPLO DE PLANILLA PARA TOMA DE DATOS EXPERIMENTALES

(SE UTILIZA EL MISMO MODELO PARA TODAS LAS VARIABLES A MEDIRSE, cambiar solo el título)

Número de plantas emergidas (se escribe la unidad de medida si corresponde)								
	N° de la Muestra o planta							
Tratamiento y Repetición	1	2	3	4	5	Σ	Media \bar{x}	Observación
T1R1	valor	valor	valor	xxx	xxx	xxxxx	xxxx	
T1R2								
T1R3								
T1R4								
T2R1								
T2R2								
T2R3								
T2R4								
T3R1								
T3R2								
T3R3								
T3R4								
T4R1								
T4R2								
T4R3								
T4R4								

Resultados sésamo

Antecedentes

Sesamum indicum (L.), una especie originaria de India introducida a Paraguay en tiempo relativamente cercano, constituyéndose en una fuente importante de renta para la producción agrícola familiar y, para el ingreso de divisas por exportación a los mercados más exigentes en calidad del producto.

En el ensayo realizado en la temporada de noviembre de 2017 hasta marzo de 2018 en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias en San Pedro del Ykuamandyú, fueron sembradas seis variedades de sésamo, en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones con arreglo factorial del riego. El objetivo del presente estudio fue identificar los efectos del riego complementario en las distintas variables.

Resultados

El análisis de la varianza de los datos demostró haber diferencias altamente significativas en la interacción variedad en condiciones de riego, así como entre variedades y diferencia significativa entre riegos. Los resultados obtenidos como rendimiento de granos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Rendimiento en granos de variedades de sésamo con y sin riego. FCA-San Pedro del Ykuamandyú. 2018

VARIETADES	TRATAMIENTOS*			
	Rendimiento en granos (kg)		Promedio/diferencia Rendimiento en granos (kg)	
	Sin riego (SR)	Con riego (CR)	Diferencia (CR – SR)	Promedio/ Variedad
1. INIA	848 a AB	567 a B	- 281	708 B
2. K 2	1.187 a A	1.053 a A	- 134	1.120 A
3. K 7	486 b B	1.021 a A	535	753 B
4. SH 1	616 b B	1.140 a A	524	878 AB
5. IP 10	660 a B	660 a B	000	660 B
6. ESCOBA	915 a AB	899 a AB	- 16	907 AB
Promedio	785 B	890 A		
DMS	433,63		262,58	
CV (%)	17,43			

* Densidad Media Significativa (DMS). Valores con letras minúsculas en la fila y mayúsculas en la columna, no difieren entre sí por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad de error.

La variedad K2, con 1.120 kg ha⁻¹ fue la de mayor rendimiento, pero estadísticamente semejante con SH1y Escoba. Esta última variedad es la de mayor siembra en el país, con una superficie (2017/2018) aproximado de 40.000.ha y rendimiento promedio de 800 kg ha⁻¹, bien apreciada por sus cualidades organolépticas (aparición y sabor).

El tratamiento del cultivo en condiciones de riego, el promedio de rendimiento de las variedades (899 kg ha⁻¹) fue estadísticamente significativa y superior al tratamiento sin riego (785 kg ha⁻¹). Además se pudo comprobar por medio de las observaciones, diferencias altamente significativas en las respuestas de las variedades como el porte en altura, área

foliar, disminución de presencia de plagas, enfermedades. Por tanto, la variedad SH 1 produjo 85% más granos en condiciones de riego que cuando no fue irrigada y, la variedad K 7 produjo 110% más bajo condiciones de riego.

Estos resultados permiten pensar que las variedades K7 y SH1 responden mejor a ciertas condiciones externas que les favorezcan, como el riego, y las demás variedades presentan características más estables respecto al riego, pues han sido sembrados en el mismo día y recibiendo los mismos tratamientos durante el ciclo del cultivo. Los valores obtenidos, no son diferentes a los rendimientos generalmente obtenidos por los productores de este rubro (700 a 800 kg ha⁻¹), que fueron publicados por Unión de Gremios de Productores (UGP), en abril de 2018.

Resultados algodón

Antecedentes

El algodón *Gossypium hirsutum* (L), mandyju, un cultivo tradicional de la agricultura latinoamericana. En Paraguay, durante el periodo (1970-2000), fue considerado importante fuente de empleo, generando beneficios económicos a nivel familiar, entorno productivo y a nivel nacional. Durante ese periodo, fue considerado uno de los rubros importantes dentro de la economía familiar rural, hasta la aparición de unas series de dificultades como la presencia incontrolable del picudo del algodono (*Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) y suelos degradados, variedades susceptibles a enfermedades entre otros factores adversos. Por tanto, el objetivo de la investigación fue generar información sobre el efecto del uso de riego sobre cuatro variedades, tres de origen nacional y uno de origen norteamericano. Estos, fueron sembrados en noviembre de 2017 en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias en San Pedro del Ykuamandyú durante el ciclo productivo de 2017-2018, en un diseño de bloques completos al azar en cuatro repeticiones con arreglo factorial del riego.

Resultados

El resultado del análisis de la varianza de los valores observados demostró diferencias altamente significativas entre variedades bajo condiciones de riego y la interacción de variedades por riego para la interacción de las variedades, entre los riegos y variedades y riego. Los resultados recogidos de la producción de fibras-semillas, se presentan en la Tabla 1, expresados en kg ha⁻¹.

Tabla 2. Rendimiento de fibras de plantas de algodón con y sin riego. FCA-San Pedro del Ykuamandyú. 2017-2018

VARIETADES	TRATAMIENTOS *			Promedio variedad
	Rendimiento de fibras-semillas (kg)			
	SIN RIEGO (SR)	CON RIEGO (CR)	Diferencia CR - SR	
1. IPTA 232	657 b A	673 a B	16	665,0 B
2. IAN 245	857 a A	973 a A	116	914,8 A
3. NU OPAL	483 b B	1.019 a A	536	751,3 AB
4. IPTA 212	639 b B	1.091 a A	452	865,0 A
Promedio	659,25 B	938,92 A	279,67	
DMS	297,04			173,57
CV (%)	13,15			

* Densidad Media Significativa (DMS). Valores con letras comunes minúsculas en las filas y mayúsculas en las columnas, no difieren estadísticamente entre sí con probabilidad de error del 5% por la prueba de Tukey.

Los valores de la Tabla 2 muestran que de todas las variedades que no recibieron riego, las variedades IAN 245 e IPTA 232 fueron las mejores, pero sin diferencias significativas entre ellas (857 y 657 kg ha⁻¹). El tratamiento bajo condiciones de riego, sin embargo, indujo que las variedades IAN 245, NU OPAL e IPTA 212 produjeran significativamente más fibras que la variedad IPTA 232. Estas mismas variedades también fueron las más productivas que IPTA 232 cuando se comparan los promedios de rendimiento ante ambas situaciones, sin y con riego.

La relación entre los rendimientos promedios de tratamiento bajo condiciones de riego y sin riego, muestra una diferencia significativamente superior que favorece a las que fueron regadas. Varios factores están relacionados a la morfología, organografía y la arquitectura de la planta, que pueden influenciar en la producción de un cultivo. En el algodónero, Bernardes (1987), cita alguna como la organización en el plano de las hojas, la densidad de la cobertura foliar, ángulo de inserción, la capacidad de reflexión de la luz por las mismas, tienen importancia fundamental para creer que el algodónero, presenta limitaciones para una óptima producción, siendo una especie heliófila por naturaleza.

Para el año agrícola 2017-2018, como cita Franco (2018), en este mismo trabajo, desde el inicio del ciclo del cultivo se presentó un déficit hídrico y, solo al final del mismo se observa que la precipitación efectiva cubre los requerimientos hídricos del algodón, no obstante, se destaca dos momentos críticos. El primero desde el 5 hasta el 17 de diciembre de 2017, afectando la fase vegetativa. El segundo ubicado entre el 15 y el 28 de enero de 2018, afectando la floración del cultivo, etapa en la que el déficit hídrico incide en el rendimiento (Azevedo et al., 1993; Nunes Filho et al., 1998), por la baja formación de flores y consecuentemente frutos (Gomes de Souza et al. 2008).

Resultados soja

Antecedentes

La soja (*Glycine max Merrill*), el cultivo representativo por excelencia de la agricultura para la producción de renta nacional, por el valor de sus granos y componentes exportados, es una especie exigente en calidad de ambiente para obtener resultados satisfactorios. Su producción representa la cobertura de más de tres millones de hectáreas (ha) en la región oriental del país en dos periodos de siembra, en la época más adecuada para su siembra, entre setiembre a diciembre y una en siembra tardía, desde enero a fines de febrero. Hoy día se encuentra en proceso una campaña de producción en la región occidental, donde se obtienen datos importantes y promisoros para su adaptación y aclimatación, un objetivo perseguido por productores e investigadores, en adaptar y seleccionar materiales nuevos para su expansión productiva a esa región del país.

Con el objetivo de comprobar la adaptación de esta importante cultivo a condiciones de edáficas y otros factores, como el riego en un suelo caracterizado como arenoso, se ha realizado una investigación durante el periodo productivo desde octubre de 2017 hasta abril de 2018, en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias en San Pedro del Ykuamandyú; utilizando 7 variedades ampliamente sembradas y 2 variedades nacionales recientemente lanzadas, en un diseño de bloques completos al azar, tres repeticiones y dos niveles de riego, sin y con riego.

Tabla 3. Rendimiento en granos de 9 variedades de plantas de soja con y sin riego. FCA-San Pedro del Ykuamandyú. 2017-2018

VARIETADES	TRATAMIENTOS *			Promedio Variedad
	SIN RIEGO	CON RIEGO	CR-SR	
1. NS 6909 iPRO	997 aA	1.339 aA	342	1.168 A
2. NA 5909	1.046 aA	1.400 aA	354	1.223 A
3. NS 6823	1.058 aA	1.177 aA	119	1.118 A
4. NS 6909 iPRO	1.219 aA	1.372 aA	153	1.295 A
5. NS 6248	1.188 aA	1.329 aA	141	1.259 A
6. NS 6483	1.100 aA	1.082 aA	009	1.091 A
7. SOJAPAR R 19	1.128 aA	1.173 aA	045	1.101 A
8. NS 5959 iPRO	890 aA	1.262 aA	372	1.076 A
9. SOJAPAR R 24	1.182 aA	1.086 aA	-096	1.134 A
Promedio	1.079 B	1.247 A		
DMS	91,78			317,01
CV (%)	14,27			

* Valores con letras comunes en la columna y en las filas, no difieren estadísticamente entre sí con probabilidad de error del 5% por la prueba de Tukey.

Resultados

Los resultados obtenidos de este experimento se muestran en la Tabla 3 siguiente como rendimiento de granos, luego de haberseles realizado un análisis de la varianza, que demostró diferencias altamente significativas entre riegos. Entretanto, el análisis no pudo determinar diferencias estadísticamente significativas entre variedades ni para la interacción variedades por riego.

En la Tabla 3 puede verse, que el análisis de la varianza realizado a los valores obtenidos como rendimiento de granos de las nueve variedades de soja, no pudo detectar ninguna diferencia estadísticamente significativa. El promedio de rendimiento para las plantas sin riego, fue de 1.079 kg ha⁻¹, que representa 38,53% del promedio nacional de rendimiento de soja de 2.794 kg ha⁻¹ en la misma campaña agrícola (2017/2018), periodo en que se realizó el ensayo. Las plantas con tratamiento bajo condiciones de riego produjeron una media de 1.247 kg ha⁻¹ equivalente a 44,63% de promedio nacional de rendimiento (CAPECO, 2018). Estos valores difieren de manera altamente significativas, por el cual la aplicación de riego puede favorecer al aumento de los rendimientos, en este caso 168 kg más por ha.

Estos resultados demuestran que en las condiciones del medio donde se realizó el ensayo, puede el rendimiento ser favorecido por la aplicación de riego, con la observación que todas las variedades produjeron rendimientos consistentes en el sentido de no haber diferencias extraordinarias entre los rendimientos, mismo ante un sistema de riego. Entretanto, las dos variedades originadas en Paraguay, Sojapar R 19 y R 24, fueron semejantes entre ellas en las dos condiciones de manejo de riego, indicando su característica de estabilidad ante situaciones adversas del medio durante el ciclo de las plantas.

La precipitación efectiva para el cultivo durante el tiempo requerido para el cumplimiento de su ciclo normal, fue de 333 mm, superado por el nivel de evapotranspiración que fue de 528 mm. El cultivo fue sometido bajo condiciones de riego, en una sola oportunidad, cuando las plantas se encontraban en su etapa fenológica de V4 a V5 (entre 4 y 5 hojas plenamente desarrolladas); posteriormente el equipo de riego fue retirado del campo de tratamiento.

Costa (1996), y Kantolic et al. (2004) reportaron que, para aumentar la estabilidad y el potencial de rendimiento de las diferentes variedades de soja, se requiere que algunas características agronómicas de las plantas (altura de la planta, desarrollo de la raíz, número de vainas y granos entre otros), así como adaptabilidad a las condiciones locales, así como el sistema de producción.

Entre las condiciones del lugar de siembra, el suelo es fundamental desde el punto de vista físico y químico, caracterizado por su textura arenosa (más de 90%) condición que le confiere una baja capacidad de retención de agua. La densidad aparente del suelo, también presenta limitaciones para la siembra de cualquier cultivo, con valores relativamente elevados a profundidad entre 20 a 30 cm, con bajo nivel de materia orgánica, confiriendo al mismo una característica de baja retención de agua y con sub-superficie densa (1,77 g cm⁻³) condición no apta para un buen desarrollo y penetración de las raíces (Rojas s/f).

Estos antecedentes permiten concluir que, en las condiciones actuales del suelo, la siembra de soja como cultivo con visión productiva económica se ve dificultada, requiriendo desarrollar otras investigaciones de recuperación o reacondicionamiento del suelo que prometa posibilitar realizar siembras de soja que permita obtener rendimientos con mayores posibilidades de retorno económico.

Referencias bibliográficas

Bernardes, M.S., 1987. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: Ecofisiologia da produção agrícola. Castro P.R., Ferreira, S.O. e Yamada T. (ed). Piracicaba, SP, POTAFOS. 249p

Costa, J. 1996. Cultura da soja (en línea). Revista Biología da Soja. 66. (1): 19-24.

Gomes de Souza, J. Fisiología. 2008. In: O agronegócio do Algodoeiro no Brasil. Macedo de Beltrão, NE, Pedroza de Acevedo, DM, ed. EMBRAPA. v1.

Kantolic, A.G., et all. 2004. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en soja. In: Producción de granos. Bases fisiológicas para su manejo. EFA-UBA

Rojas, J. (s.f.). Comparación de métodos de determinación en Ensayo de rotaciones en siembra directa. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_densidad_aparente.pdf

Anexo 1: Características del suelo registrada en el área de investigación Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA, UNA) y de San Pedro del Ycuamandyyu (FCA, UNA). 2018

Prof. cm	pH	Mat. Org. %	P mg/Kg	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Al ⁺³	Sat. Al %	Clase textural	Color	
										Munsell	Descripción
0 -20	7,5	1,59	5,59	2,29	0,45	0,08	0,00	0,00	Arenoso	5YR 3/4	Marrón Rojizo Oscuro

Anexo 2. Características de la densidad aparente (da) del suelo para siete profundidades en el Campo experimental de la FCA, UNA. San Pedro del Ycuamandyyu (FCA, UNA). 2018

Niveles	Densidades aparentes (g/cm ³)						
	Profundidad (cm)						
	10	20	25	30	35	40	45
Máximo	1,78	1,85	1,91	1,84	1,95	1,98	2,1
Mínimo	1,52	1,64	1,53	1,54	1,58	1,65	1,46
Promedio	1,66	1,75	1,77	1,65	1,73	1,8	1,8

ASPECTOS RELACIONADOS AL RIEGO

Rubén Franco

Metodología

Para la elaboración de los balances hídricos fueron tenidos en cuenta la evapotranspiración del cultivo, la precipitación total y la precipitación efectiva.

Evapotranspiración

Para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo se utilizó la siguiente ecuación:

$$ET_c = ET_o * K_c \dots \dots \dots (1)$$

donde

ET_c = evapotranspiración del cultivo (mm/día),

ET_o = evapotranspiración de referencia (mm/día) y

K_c = coeficiente de cultivo.

Los datos de ET_o fueron obtenidos de las estaciones de la red de FECOPROD (http://fecoprod.agroclimate.org/?page_id=133) o calculados por el método de Hargreaves, utilizando datos de temperatura: Máxima media, Mínima media y Media proveídos por la estación de aeropuerto de San Pedro del Ycuamandyyu de la Dirección de Meteorología e Hidrología dependiente de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil. El resultado de la ecuación es la siguiente:

$$ET_o = E0,0023Ra (Tm + 17,8) * \triangle t^{0,5} K_c \dots \dots \dots (2)$$

dónde:

ET_o =: Evapotranspiración del cultivo de referencia, (mm/día).

Ra = Radiación extraterrestre, (mm/día), tabulados por Hemisferio, por mes y por Latitud.

Tm : = Temperatura, (°C), media diaria.

$\triangle t$ = Diferencia de temperatura diaria en el periodo considerado (°C). Se calcula restando al valor de la temperatura máxima diaria (°C), el valor de la temperatura mínima diaria (°C).

En la tabla 1 se observan los valores de coeficiente de cultivo (K_c) utilizados en el cálculo. Para el sésamo se adoptaron los valores de k_c propuestos por Amaral y Silva (2008), para la etapa de crecimiento vegetativo de 0,6 a 0,8y para la fase de floración y desarrollo de los frutos 0,8.

Precipitación

La precipitación total fue obtenida a partir de los registros de las estaciones citadas y la precipitación efectiva fue calculada de acuerdo a la capacidad de almacenamiento del suelo, la profundidad radicular efectiva del cultivo de acuerdo a su etapa de desarrollo y el porcentaje de aprovechamiento del cultivo, los valores calculados varían de 6 a 26 mm, con una variación de 10 a 30 cm de profundidad radicular, debido a la compactación del suelo no se adoptaron mayores valores para la misma.

Tabla 1. Coeficiente de cultivo (Kc) utilizados para el cálculo de evapotranspiración del cultivo de soja y algodón. San Pedro del Ycuamandyyu.

Cultivo	Etapa del cultivo				
	Inicial	Desarrollo	Intermedio	Final de ciclo	Cosecha
Soja	0,3	0,7	1,05	0,7	0,4
Algodón	0,4	0,7	1,05	0,8	0,65

Fuente: Doorenbos y Pruitt (1977); Doorenbos y Kassam (1979).

Caracterización de algunas propiedades físicas del suelo.

a) **Textura.** La textura de la parcela fue caracterizada como Arenosa, con un alto contenido de arena mayor a 90%, en el adjunto se observa un acopia del informe del laboratorio de suelos de la FCA. En virtud de la clase textural determinada es posible considerar que el mismo posee una baja retención de agua, para los cálculos realizados de lámina de riego y precipitación efectiva se utilizaron valores de 10 % para humedad gravimétrica en capacidad de campo y de 4 % de humedad gravimétrica para punto de marchitez permanente, valores sugeridos por Avidan (1994).

b) **Densidad aparente.** Fueron extraídas muestras de hasta 45 cm de profundidad, en la tabla 1 se observan los valores de densidad aparente promedios para cada profundidad de extracción (5 repeticiones), la densidad aparente (d_a) se calculó por el método de los cilindros para muestras indeformadas. A medida que aumenta la materia orgánica y el espacio poroso, disminuye la densidad aparente y viceversa. En suelos de textura fina la densidad aparente varía de 1 a 1,2 g/cm³ mientras que en suelos arenosos es mayor, pudiendo variar de 1,2 a 1,6 g/cm³ (Dick y Christ 1996). La densidad aparente del suelo de la parcela experimental (Tabla 2) presenta valores superiores a los sugeridos para su clase textural, lo que hace suponer que existen capas de suelo compactadas. De acuerdo con López Báez et al. (2018) para suelos con textura arenosa la densidad aparente ideal debe ser menor a 1,6 g/cm³, a partir de 1,7 se observa un efecto negativo sobre el crecimiento de las raíces y valores mayores a 1,8 ocasionan una restricción en el crecimiento de las mismas.

Tabla 2. Densidad aparente (d_a) del suelo para diferentes profundidades de la parcela ubicada en el campo experimental de la FCA. San Pedro del Ycuamandyyu.

	Profundidad (cm)						
	10	20	25	30	35	40	45
Máximo	1,78	1,85	1,91	1,84	1,95	1,98	2,1
Mínimo	1,52	1,64	1,53	1,54	1,58	1,65	1,46
Promedio	1,66	1,75	1,77	1,65	1,73	1,8	1,8

c) **Resistencia mecánica a la penetración.** Para determinar la resistencia a la penetración fue utilizado un penetrómetro digital Eijkelkamp, se muestrearon 14 puntos dentro de la parcela

experimental. En la Tabla 3 son presentados los valores correspondientes a la Resistencia a la penetración (MPa) hasta una profundidad de 80 cm. El umbral crítico para la resistencia mecánica a la penetración es de 2 MPa, por encima del cual se detiene la proliferación de radical (Hamblin 1985). Aunque para algunos cultivos a partir de 1,65 MPa el sistema radical se ve afectado por alguna impedancia edáfica (Diaz-Zurita 2000), en todas las profundidades, con excepción de la primera camada (0 a 10 cm), la resistencia mecánica promedio excede el umbral crítico, considerándose la camada de 30 a 40 y de 50 a 60 las más compactadas, pues los valores mínimos observados superan el citado umbral.

Tabla 3. Resistencia mecánica a la penetración (MPa) del suelo, para diferentes profundidades de la parcela ubicada en el campo experimental de la FCA. San Pedro del Ycuamandyyu.

	Profundidad (cm)							
	0 a 10	10 a 20	20 a 30	30 a 40	40 a 50	50 a 60	60 a 70	70 a 80
Máximo	2,8	4,7	4,8	5,0	4,9	5,0	4,7	4,4
Minino	0,4	1,1	1,3	2,8	2,4	1,9	1,6	1,4
Promedio	1,6	3,1	3,6	3,9	3,6	3,0	2,5	2,2

d) Velocidad de infiltración. La velocidad de infiltración fue calculada utilizando el método del cilindro reducido, infiltrando una lámina de 25,4 mm por punto, los valores obtenidos corresponden (tabla 4) a una alta velocidad de infiltración, 83,8 mm/h en promedio, una velocidad acorde con los valores característicos para este tipo de suelo, Avidan (1994) menciona valores mayores a 50 mm/h para suelos arenosos.

Tabla 4. Velocidad de infiltración (mm/h) de la parcela ubicada en el campo experimental de la FCA. San Pedro del Ycuamandyyu.

	Lamina (mm)	T (horas)	VI (mm/h)
	25,4	0,35	72,5
	25,4	0,46	55,4
	25,4	0,19	130,6
	25,4	0,20	128,2
	25,4	0,28	92,4
	25,4	0,57	44,5
	25,4	0,41	62,6
Promedio			83,8

Resultados

Balance hídrico para el algodón 2016-2017

En la Figura 1 se puede observar la distribución de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración del cultivo para el algodón. La precipitación total en el periodo fue de 722 mm, la precipitación efectiva de 309 mm y la ETc fue de 419 mm, es decir la precipitación efectiva cubrió un 74% del requerimiento hídrico de este cultivo.

A partir de la segunda quincena de Diciembre y hasta final de Enero se produce el mayor déficit de precipitaciones, coincidente con el periodo en que el equipo de riego no estuvo operativo, el déficit en este periodo es de 140 mm. El algodonoero presenta buena tolerancia al estrés hídrico. Sin embargo, puede presentar pérdidas significativas en la productividad, cuando el estrés hídrico ocurre en la fase de floración y fructificación (Azevedo et al., 1993; Nunes Filho et al., 1998). El inicio de la floración se produjo el 11 de Enero, por lo el cultivo estuvo sujeto a estrés hídrico coincidente con su fase crítica por un periodo de por lo menos 20 días.

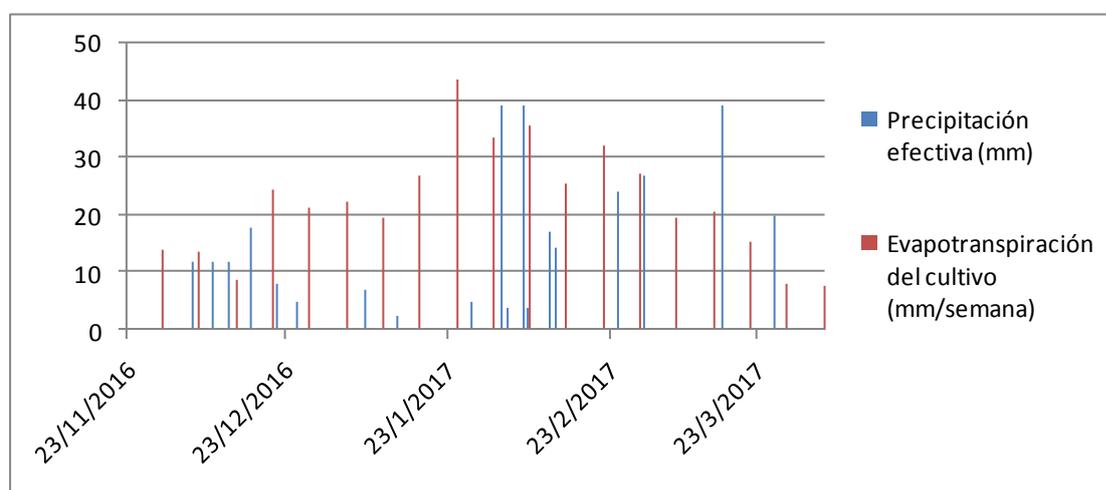


Figura 1. Distribución de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración del cultivo para el algodón, Nov 2016/Mar 2017, San Pedro del Ycuamandyyu.

Balance hídrico para el algodón 2017-2018

En la Figura 2 se puede observar la distribución de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración del cultivo para el algodón. La precipitación total en el periodo fue de 722 mm, la precipitación efectiva de 311 mm y la ETc fue de 518 mm, es decir la precipitación efectiva cubrió un 60% del requerimiento hídrico de este cultivo. Para el segundo año desde el inicio del ciclo del cultivo se presentó un déficit hídrico, solo al final del mismo se observa que la precipitación efectiva cubre los requerimientos hídricos del algodón, no obstante podemos destacar dos momentos críticos, el primero desde el 5 hasta el 17 de diciembre de 2017, afectando la fase vegetativa. El segundo ubicado entre el 15 y el 28 de enero de 2018, afectando la floración del cultivo, siendo esta una de las etapas en las que el déficit hídrico incide en el rendimiento (Azevedo et al., 1993; Nunes Filho et al., 1998).

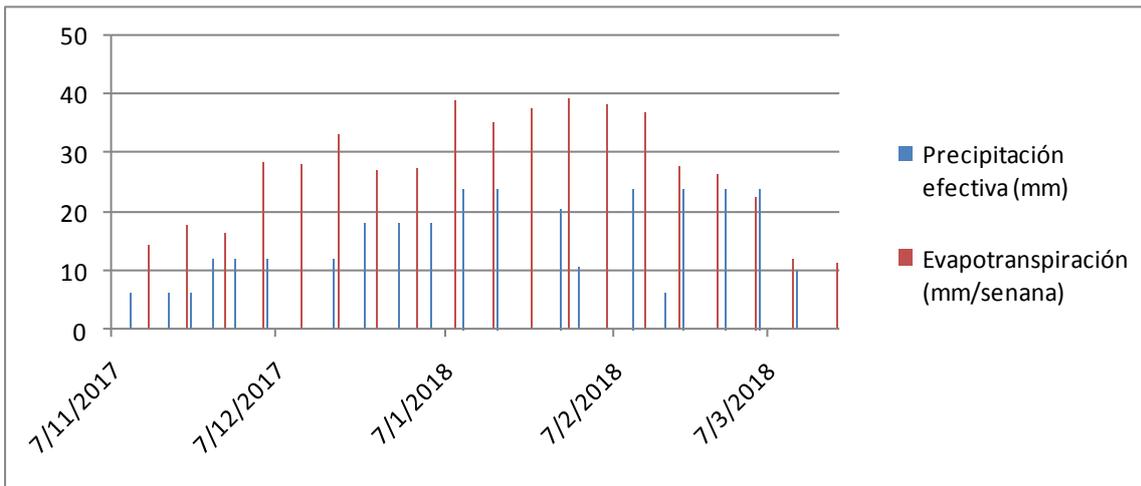


Figura 2. Distribución de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración del cultivo para el algodón, Nov 2017/Mar 2018, San Pedro del Ycuamandyyu.

Balance hídrico para la soja 2016-2017

En la Figura 3 se puede observar la distribución de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración del cultivo para la soja. La precipitación total en el periodo fue de 722 mm, la precipitación efectiva de 265 mm y la ETC fue de 411 mm, es decir la precipitación efectiva cubrió un 64% del requerimiento hídrico de este cultivo. Puede observarse que en el periodo comprendido entre mediados de Diciembre y final de Enero se produce el mayor déficit de precipitaciones, coincidente con el periodo en que el equipo de riego no estuvo operativo, el déficit en este periodo es de 140 mm, este periodo de tiempo abarca desde inicio de floración hasta etapas correspondientes a R4, diversos autores como Farias et al. (2001), Rodríguez et al. (2011) y Salinas et al. (2008) señalan al periodo comprendido entre R4 y R6 como el más crítico para la soja, aún más que la floración.

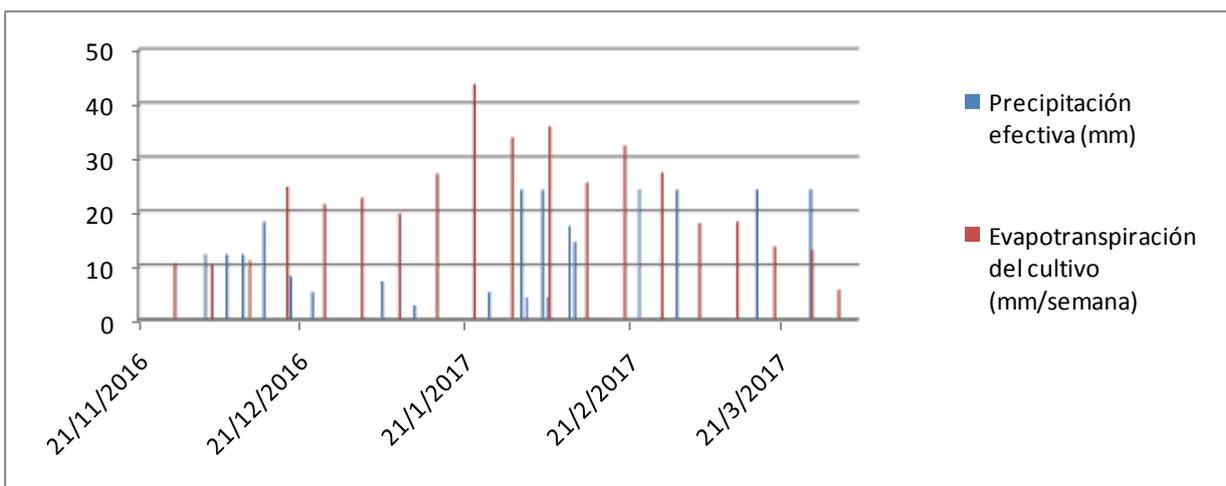


Figura 3. Distribución de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración del cultivo para la soja, Nov 2016/Mar 2017, San Pedro del Ycuamandyyu.

Balance hídrico para la soja 2017-2018

En la Figura 4 se puede observar la distribución de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración del cultivo para la soja. La precipitación total en el periodo fue de 814 mm, la precipitación efectiva de 330 mm y la ETc fue de 528 mm, es decir la precipitación efectiva cubrió un 62% del requerimiento hídrico de este cultivo, ligeramente inferior al del ciclo anterior. A lo largo del ciclo del cultivo existió un déficit hídrico, con excepción del periodo comprendido entre la última semana de febrero y la cosecha. Entre la siembra y la tercera semana de febrero se observa que la ETc superó a la precipitación efectiva, pero fueron dos momentos los críticos, uno comprendido entre el 5 y 17 de diciembre de 2017, afectando el final de fase vegetativa. El segundo abarcando del 15 al 28 de enero de 2018, afectando este último periodo a las fases reproductivas del cultivo.

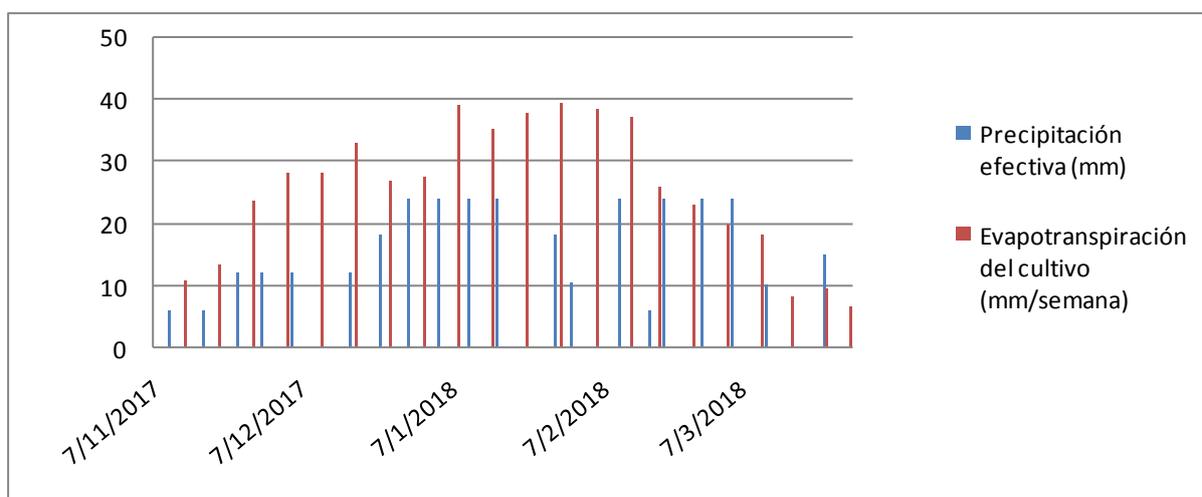


Figura 4. Distribución de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración del cultivo para la soja, Nov 2017/Mar 2018, San Pedro del Ycuamandyyu.

Balance hídrico para el sésamo 2016-2017

En la Figura 5 se puede observar la distribución de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración del cultivo para el sésamo. La precipitación total en el periodo fue de 682 mm, la precipitación efectiva de 253 mm y la ETc fue de 347 mm, es decir la precipitación efectiva cubrió un 73% del requerimiento hídrico de este cultivo. En el periodo comprendido entre mediados de Diciembre y final de Enero se produce el mayor déficit de precipitaciones, coincidente con el periodo en que el equipo de riego no estuvo operativo, el déficit en este periodo es de 124 mm, Según Arriel et al.(2007), la maximización del rendimiento depende de precipitaciones pluviométricas de 500 a 650 mm anuales distribuyéndose 35% de la germinación a la floración, 45% durante la floración y crecimiento, e 20% al inicio de la maduración de los frutos.

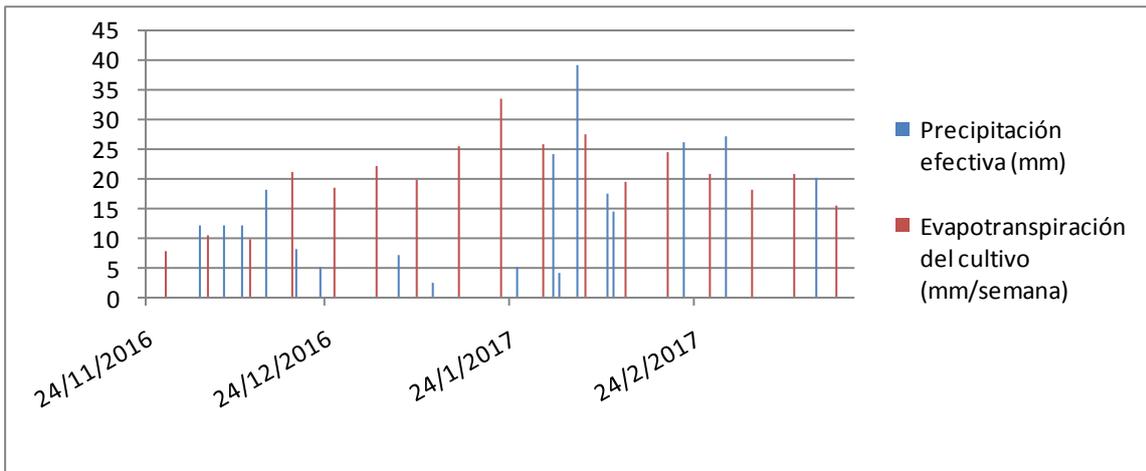


Figura 5. Distribución de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración del cultivo para el sésamo, Nov 2016/Mar 2017, San Pedro del Ycuamandyyu.

Balace hídrico para el sésamo 2017-2018

En la Figura 6 se puede observar la distribución de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración del cultivo para el sésamo. La precipitación total en el periodo fue de 682 mm, la precipitación efectiva de 297 mm y la ETc fue de 456 mm, es decir la precipitación efectiva cubrió un 65% del requerimiento hídrico de este cultivo. Si bien en relación al año anterior existió una mejor distribución de las precipitaciones, a lo largo del ciclo del cultivo se observa un déficit hídrico, con excepción del periodo comprendido entre la última semana de febrero y la cosecha. Siendo dos momentos los de mayor déficit, el primero comprendido entre el 5 y 17 de diciembre de 2017. El segundo abarcando del 15 al 28 de enero de 2018.

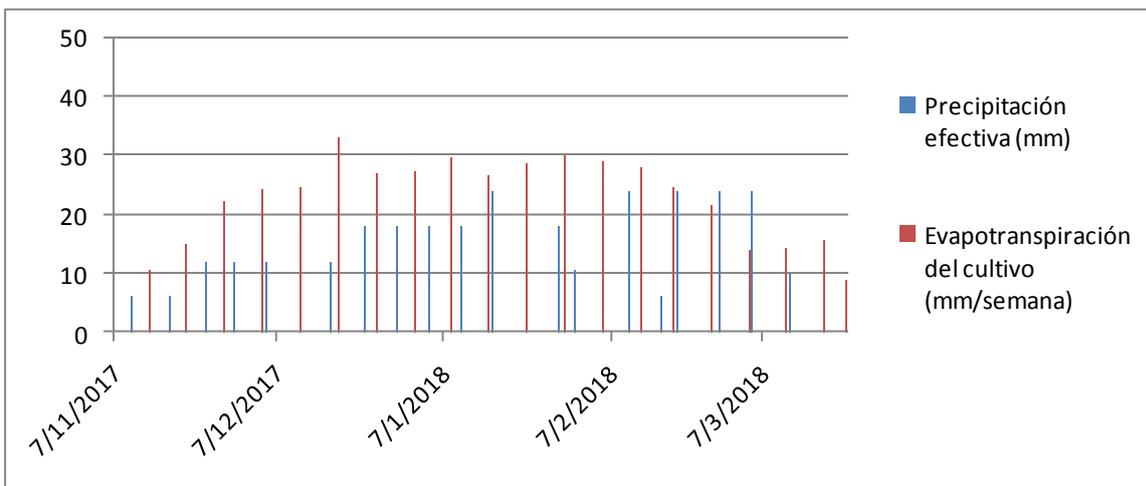


Figura 6. Distribución de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración del cultivo para el sésamo, Nov 2017/Mar 2018, San Pedro del Ycuamandyyu.

Referencias bibliográficas

- Amaral, J. A. B.; Silva, M. T. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do gergelim por manejo de irrigação. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, Campina Grande, v. 12, n. 1, p.25-33, 2008
- Arriel, N.H.C; Firmino, P.T; Beltão, N.E. M; Soares,J.J; Araújo,A.E; Silva,A.C; Ferreira, G.B. Gergelim. Coleção Plantar . Embrapa Informação Tecnológica. Campina Grande, p.9-70, 2007.
- Avidan, A. Determinacion del régimen de riego de los cultivos: Factores que influyen sobre el régimen de riego. Israel. Dan ScheuerServiciosEditoriales. 77p, 1994.
- Azevedo, P.V.; Ramanao, T.V.R.; Amorim Neto, M.S.; Perira, J.R.C.; Maciel, G.F. Necessidades hídricas da cultura do algodoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 28, n. 7, p.863-870, 1993.
- Diaz-Zurita M.2000. Compactación subsuperficial de un Haplustol típico y producción de girasol en la región subhúmeda, Argentina. XVII CACS.Mar del Plata. (CD-ROOM)
- Dick, R.P.; Christ, R.A. Soil biological, chemical, and physical dynamics during transition to nonthermal residue management grass seed systems. 1996. In Seed produc-tion research at Oregon State University, USDA-ARS. W.C. Young III (ed.). pp. 20-23.
- Doorenbos, J.; Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33. Rome, FAO.
- Doorenbos, J.; Pruitt, W.O. 1977. Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24. Rome, FAO.
- Farias, J.R.; Assad, E.D.; De Almeida, I.R.; Evangelista; B.A.; Lazzarotto, C.; Neumaier1, N.; Nepomuceno, A.L. 2001. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Passo Fundo, v.9, n.3, p.415-421
- Hamblin, A.P. 1985. The influence of soil structure on water movement, crop root growth, and water uptake. *Adv. Agr.*, 38:95-128.
- López Báez, W.; Reynoso Santos, R.; López Martínez, J.; Camas Gómez, R.; Tasistro, A. 2018. Diagnóstico de la compactación en suelos cultivados con maíz en la Región Fraylesca, Chiapas. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 9(1), 65-79.
- Nunes Filho, J.; Sá, V.A.L; Júnior, I.S.O; Coutinho, J.L.B; Santos, V.F. Efeito de lâminas de irrigação sobre o rendimento e qualidade da fibra de cultivares de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 295-299, 1998.
- Paredes, R.; Rodriguez, H.N. 2013. Caracterizacion de plantas individuales de cultivares de sésamo (*Sesamun indicum* L.) en siembra tardía. *Revista investigación agraria*, San Lorenzo, v. 6. n. 1 p. 20-26
- Rodríguez, H.; De Battista, J.; Dardanelli, J.; Pessolani, B.; Castellá, M.; Chaix, X. 2011. Efecto del riego en soja y maíz en un vertisol de Entre Ríos. 2. Crecimiento, rendimiento y sus componentes. Concepción del Uruguay: INTA. 8 p.
- Salinas, A.; Martellotto, E.; Giubergia, J.P.; Álvarez, C.; Lovera, E. 2008. Soja: Evaluación de Cultivares con Riego Suplementario (en línea). Disponible en <https://bit.ly/3dqIw9D>

ASPECTOS RELACIONADOS AL COSTO

Víctor Enciso

Introducción

El objetivo general de este trabajo fue estimar una ecuación de costo de riego, y más específicamente calcular la diferencia entre el ingreso bruto de los tratamientos regados y el costo del riego. En otros términos se buscaba establecer la viabilidad del riego complementario, en el marco del proyecto de investigación “14-INV-128 “Incidencia agronómica y económica del riego complementario en cultivos de renta”, para sésamo, algodón y soja. La estimación de los costos se realizó en base a un equipo de riego por cañón, marca Marani que posee un motor de 20 HP y un caudal de 20.000 l/hora. La metodología aplicada es una adaptación de Okawa (2001). En primer lugar se calculó el costo fijo expresado en dólares/hora, y en segundo lugar se calcularon los costos variables, también en dólares/hora. La estimación de la cantidad de horas de trabajo para un sistema de riego complementario en cultivos extensivos, se estableció en 500 horas/año, en base a consultas hechas con referentes del sector, a saber vendedores, técnicos y agricultores.

Costos Fijos

Se consideran como costos fijos aquellos que no varían (en el corto plazo) con la cantidad producida, o en este caso, con las horas de trabajo del equipo. Es decir “no guardan relación con la variable independiente, por lo que permanecen invariables” (Ghida, 2009 p. 15). El costo fijo está formado por la (i) depreciación del equipo y (ii) el costo de oportunidad del capital invertido. En este estudio el costo fijo se determinó en horas, y no en años tal como se estila hacerlo. Esto fue así debido a la costumbre instalada de medir los costos en riego (igualmente en maquinarias agrícolas) en horas.

Depreciación: La depreciación es la pérdida de valor del equipo debido al desgaste u obsolescencia del equipo (Martínez Ferrario, 1995). Existen diversos métodos para el cálculo de la depreciación, siendo el más directo y sencillo de estimar el conocido como depreciación lineal, que es el utilizado en este documento. Los datos y el procedimiento de cálculo es el presentado a continuación. La vida útil del equipo fue establecida en 20 años y el valor residual en el 20%, ambos datos obtenidos de Okawa (2001).

Datos:

Costo del equipo instalado:	USD 10.562
Vida útil:	20 años
Vida útil	500 horas
Valor residual (20% del valor inicial):	USD 2.112

Cálculos

$$DPC = \frac{\text{Valor inicial} - \text{valor residual}}{\text{Vida útil en años}}$$

$$DPC = \frac{10.562 \text{ USD} - 2.112 \text{ USD}}{20 \text{ años}}$$

$$DPC = 422 \text{ USD/año}$$

$$DPC = \frac{422 \frac{USD}{año}}{500 \text{ horas/año}}$$

$$DPC = 0,84 \text{ USD/hora}$$

Costo de oportunidad del capital invertido: Es el costo que representa la remuneración que podría recibir el capital si es invertido en otra actividad. Tal como lo indica Martínez Ferrario (1995 p. 20) es “la renta de alternativas abandonadas”. Se busca medir lo que el capital invertido, en un sistema de riego en este caso, obtendría en “en colocaciones de igual nivel de riesgo” (Martínez Ferrario, 1995 p. 77)

Ante la diversas y a la vez heterogéneas alternativas, en este trabajo se utilizó como costo de oportunidad, el promedio mensual en agosto 2017 de la tasa efectiva de interés pasivas del sistema bancario en moneda extranjera para Certificados de Depósito de Ahorros (CDA), que fue igual a 3,81% (Banco Central del Paraguay [BCP], 2019). Se seleccionó este mes asumiendo que la inversión se realizó en ese momento, un mes antes del inicio de la zafra, que a efectos de este trabajo fue de septiembre 2017 a agosto 2018.

El cálculo de la estimación del costo de oportunidad se realizó sobre el costo medio de la inversión representado por la semisuma entre el valor nuevo y el valor residual, el cual fue multiplicado por la tasa, y finalmente dividido la intensidad de uso anual (500 horas). El procedimiento de cálculo se presenta a continuación.

Datos

Costo del equipo instalado:	USD 10.562
Valor residual (20% del valor inicial):	USD 2.112
Tasa de interés:	3,81% anual

Calculo

$$\text{Costo} = \left(\frac{\text{valor inicial} + \text{valor final}}{2} \right) * \text{tasa de interés}$$

$$\text{Costo} = \left(\frac{10.562 + 2.112}{2} \right) * 0,0381$$

$$\text{Costo} = 241,44 \text{ USD/año}$$

$$\text{Costo} = \frac{241,44 \text{ USD/año}}{500 \text{ horas/año}}$$

$$\text{Costo} = 0,48 \text{ USD/hora}$$

Los costos fijos se presentan en la siguiente tabla y representa el costo de funcionamiento de una hora del equipo en cuestión.

Tabla 1. Costos fijos

Costos	Valor (USD/hora)
Depreciación	0.84
Costo del capital	0.48
Costo Fijo	1,33

Fuente: elaboración propia

Costos Variables

El costo variable es aquel que varía en función a la cantidad producida o a la intensidad de uso (horas en el presente caso). Es decir “son aquellos que se modifican al cambiar el valor de la variable independiente” (Ghida, 2009 p. 15). Incluye (i) el costo de energía eléctrica para el bombeo del agua, (ii) costo de reparación, mantenimiento y repuestos del equipo, (iii) y los costos relacionados al personal.

Costo de energía eléctrica: Se midió el consumo de electricidad y su valor. En primer lugar se calculó la potencia consumida. Para ello se multiplicó los amperios por los voltios por la raíz cuadrada de tres ($W = A * V * (\text{raíz}3)$) del motor. Los datos fueron extraídos de la placa del motor. El motor en cuestión (20HP), consumió 22,8 amperios y tiene una tensión de 380 voltios, con lo que la potencia consumida fue de 14.875 vatios o 14,87 kw. El costo de la energía eléctrica fue de 0,061 USD/kwh (Administración Nacional de Electricidad [ANDE], 2020). El producto entre ambas magnitudes dio como resultado el costo de energía eléctrica consumida por hora, según se detalla más abajo.

Datos

a) Amperaje:	22,6 A
b) Voltaje:	338 Voltios
c) Intensidad de uso:	500 horas/año
d) Costo energía eléctrica:	0,061 USD/kwh

Cálculos

$$\text{Consumo} = A * V * 3 * \text{Costo energía}$$

$$\text{Consumo} = 22,6 A * 338 V * 1,73$$

$$\text{Consumo} = 14,875 \text{ vatios} ; 14.875 \text{ kwh}$$

$$\text{Consumo} = 14,875 \text{ kwhora} * 0,061 \text{ USD/kwh}$$

$$\text{Consumo} = 0,97 \text{ USD/kwhora}$$

Mantenimiento, repuestos y reparaciones (GMR y R): Se estima multiplicando un coeficiente que promedia el costo de lubricación, mantenimiento y reparaciones durante la vida útil del equipo, por el valor nuevo del equipo. El coeficiente usado fue

0,5% anual (Okawa, 2001) y luego convertido a USD/hora en base a las horas de trabajo del equipo por año o intensidad de uso.

Datos

Costo del equipo instalado:	USD 10.562
Coeficiente lubricación, mantenimiento y reparaciones	0,5%/año
Horas trabajo	500 horas/año

Calculo

*Costo de mantenimiento y reparación = Valor nuevo * coeficiente*

*Costo de mantenimiento y reparación = 10.562 * 0.5%/año*

Costo de mantenimiento y reparación = 53 USD/año

Costo de mantenimiento y reparación = $\frac{53 \text{ USD/año}}{500 \text{ horas/año}}$

Costo de mantenimiento y reparación = 0,106 USD/hora

Costo de recurso humano: Es el costo que representa la remuneración que recibe el responsable del funcionamiento y cuidado del equipo. Teniendo en cuenta que el riego es complementario, se asume el costo del personal como variable. Okawa, (2001) estima 2 horas de jornal por cada 21 horas de trabajo en un estudio de costos usando un pivot central. Esto es igual a un coeficiente de 0,095, que señala que se requiere 0,095 jornales por cada hora de funcionamiento del equipo de riego. Es decir cada hora de trabajo del sistema tiene un costo igual al 9,5 % de su valor.

El salario mínimo en Paraguay al inicio de la zafra fue de 2.041.123 ₡/mes, (BCP, 2019), que sobre la base de 30 días laborables da un jornal de ocho horas igual a 68.037 G. La tasa de cambio promedio correspondiente a agosto 2017 fue 5.596 ₡/USD. Con estas informaciones y otras indicadas se estimó el costo horario del jornal en 1,95 USD/hora (Ver tabla 2). Luego fue ajustado usando el coeficiente recién citado, tal como se muestra a continuación.

*Costo del RRHH = $1,95 \frac{\text{USD}}{\text{hora}} * 0,095$*

Costo de RRHH = 0,19 USD/hora

Tabla 2. Calculo del costo de mano de obra por hora

Ítems	Valor	Unidades
Salario	2,041,123	€/mes
Salario	24,493,476	€/año
Aguinaldo	2,041,123	€
Vacaciones	816,449	€
Aporte patronal (16,5%)	4,041,424	€
Total	31,392,472	€/año
Tasa de cambio	5,596	G/USD
Total	5,609	USD/año
Días trabajo	360	Días/año
Salario/día	16	USD/día
Horas trabajo/día	8.00	horas/día
Costo jornal/hora	1.95	USD/hora

Fuente: elaboración propia con dato de salario de BCP (2019), aguinaldo y vacaciones xxxx e IPS de xxx

En la siguiente tabla se resumen los costos variables.

Tabla 3. Costos variables

Costos	Valor (USD/hora)
Energía eléctrica	0.97
Mantenimiento, reparación y repuestos	0.11
RRHH	0.19
Total costos variables	1.26

Fuente: elaboración propia con datos del informe relacionado a aspectos de riego.

Costo Total

Es la suma de los costos fijos y los costos variables a diferentes niveles de producción o costo variable total (Garbers y Chen, 2013). Es decir a cada nivel de la variable independiente habrá un costo total. Con los cálculos hechos se pudo escribir la ecuación de costo total.

$$CT = CF + CV x$$

$$CT = 1,33 \frac{USD}{hora} + 1,26 \frac{USD}{hora} x$$

$$CT = 2,59 USD/hora$$

Con la ecuación de costo total se pudo calcular el costo de la lámina de agua requerida por los cultivos en la zafra 2017/2018 (Ver tabla 4).

Tabla 4. Costo del tiempo de riego para aplicar lamina bruta de riego por hectárea, con un cañón*

Cultivo	Costo Fijo (USD/año)	Costo Variable (USD/hora)	Lámina bruta de riego** (mm/ha)	Tiempo (hora/ha)	Costo Total (USD)	Costo Medio (USD/hora)
Soja	1.33	1.26	237	62	161	2.59
Sésamo	1.33	1.26	188	50	128	2.59
Algodón	1.33	1.26	244	64	166	2.59
Media	1.33	1.26	223	59	152	2.59

Fuente: elaboración propia

*Cañón en espaciamiento de 38x38 m (7 posiciones/ha) para los cultivos de soja, sésamo y algodón. San Pedro del Ycuamandyyu (USD/ha)

** Asumiendo una eficiencia de 85%.

Conclusión

En relación al objetivo general, este trabajo ha estimado una ecuación de costo total para el equipo de riego señalado en la introducción. Igualmente pudo determinar el costo de la aplicación de riego complementario en base a la cantidad de horas de trabajo necesarias para la lámina de agua requerida por cada uno de los tres cultivos.

Referencias

- Administración Nacional de Electricidad. (2020). Pliego de Tarifas N°21. Disponible en <https://www.ande.gov.py/docs/tarifas/PLIEGO21.pdf>
- Banco Central del Paraguay. (2019). *Anexo estadístico del informe económico*. Disponible en <https://www.bcp.gov.py/anexo-estadistico-del-informe-economico-i365>
- Biblioteca y Archivo Central del Congreso Nacional. (2020). Ley N° 213 que establece el código del trabajo. Disponible en <https://www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/2608/ley-n-213-establece-el-codigo-del-trabajo>
- Diario Última Hora. (12 marzo 2015). Formalidades con el IPS y el MTESS. Disponible en <https://www.ultimahora.com/formalidades-el-ips-y-el-mtess-n879541.html>
- Garbers, R y Chen, Y. (2013). Costos Operativos de Maquinaria Agrícola (Síntesis Básica para su Cálculo). Disponible en: <https://bit.ly/33yt0Xe>
- Ghida, C. (2009). Indicadores económicos para la gestión de empresas agropecuarias: Bases metodológicas. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/indicadores-economicos-para-la-gestion-de-empresas-agropecuarias.-bases-metodologicas-1> .
- Martínez Ferrario, E. (1995). Estrategia y administración agropecuaria. Buenos Aires. AR: Ed. Troquel Microsoft. 1995.
- Okawa, H. (2001). Pivô Central: Forma Prática De Calcular Seu Custo De Operação. Disponible en <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=223>
- Traxco. (2017). Diseño de una instalación con cañón de riego. Disponible en <https://www.traxco.es/blog/tecnologia-del-riego/canon-de-riego>

ANEXOS

Anexo 1. Efecto del costo de riego en el ensayo de algodón

En primer lugar en la tabla 1.1, se presentan los datos de rendimiento del cultivo de algodón con riego y sin riego, y el ingreso bruto de cada tratamiento. El ingreso se calculó usando el precio de venta de \$/kg 2.700¹, precio más común en la zafra 2017/2018. Este precio fue convertido a USD/t usando la tasa 5.570 \$/USD (BCP, 2019), correspondiente al promedio enero a abril de 2018. La última columna muestra la diferencia en términos monetarios entre los tratamientos con riego y sin riego complementario.

Tabla 1.1. Algodón. Resultados de la zafra2017/2018

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)		Ingresos (USD/ha)		Diferencia (USD/ha)
	Con riego	Sin riego	Con riego	Sin riego	
T1	673	657	325	318	7
T2	973	857	470	414	56
T3	1,019	484	493	234	259
T4	1,091	639	527	309	218
Promedio	939	659	454	319	135

Fuente: informe del proyecto relacionado a la producción

En segundo lugar se buscó determinar si la diferencia calculada en la tabla 1.1 fue suficiente para cubrir el costo del riego, calculado en la columna “costo total” de la tabla 4. Se evidenció que de los cuatro tratamientos, el aumento en el ingreso bruto del algodón regado fue insuficiente para cubrir el costo del riego en dos tratamientos. En promedio, hubo una diferencia negativa de USD/ha 31 por efectos del riego complementario (Ver tabla 1.2).

Tabla 1.2 Algodón. Efecto del costo de riego en la diferencia entre los ingresos brutos.

Tratamiento	Diferencia entre ingresos brutos (USD/ha)	Costo riego (USD)	Diferencia entre ingresos brutos (USD/ha)*
T1	7	166	(159)
T2	56	166	(110)
T3	259	166	93
T4	218	166	52
Promedio	135	166	(31)

* Descontado el costo del riego

Fuente. Calculado con datos del proyecto

¹ <https://www.adndigital.com.py/comenzo-cosecha-algodon-buen-precio-rendimiento/>

Anexo 2. Efecto del costo de riego en el ensayo de sésamo

En primer lugar en la tabla 2.1, se presentan los datos de rendimiento del cultivo de sésamo con riego y sin riego, y el ingreso bruto de cada tratamiento. El ingreso se calculó usando el precio de venta de \$/kg 5.500², precio más común en la zafra 2017/2018. Este precio fue convertido a USD/t usando la tasa 5.570 \$/USD (BCP, 2019), correspondiente al promedio enero a abril de 2018. La última columna muestra la diferencia en términos monetarios entre los tratamientos con riego y sin riego complementario.

Tabla 2.1 Sésamo. Resultados de la zafra 2017/2018

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)		Ingresos (USD/ha)		Diferencia (USD/ha)
	Con riego	Sin riego	Con	Sin	
			riego	riego	
T1	567	848	560	838	(278)
T2	1,053	1,187	1,040	1,172	(132)
T3	1,021	486	1,008	480	528
T4	1,140	616	1,126	608	518
T5	660	660	652	652	0
T6	899	915	888	903	(16)
Promedio	890	785	879	775	103

Fuente: informe del proyecto relacionado a la producción

En segundo lugar se buscó determinar si la diferencia calculada en la tabla 2.1 fue suficiente para cubrir el costo del riego, calculado en la columna “costo total” de la tabla 4. Se evidenció que de los seis tratamientos, el aumento en el ingreso bruto del sésamo regado fue insuficiente para cubrir el costo del riego en cuatro tratamientos. En promedio, hubo una diferencia negativa de USD/ha 25 por efectos del riego complementario (Ver tabla 2.2).

Tabla 2.2 Sésamo. Efecto del costo de riego en la diferencia entre los ingresos brutos

Tratamiento	Diferencia entre ingresos brutos (USD/ha)	Costo riego (USD)	Diferencia entre ingresos brutos (USD/ha)*
T1	(278)	128	(406)
T2	(132)	128	(260)
T3	528	128	400
T4	518	128	390
T5	(0)	128	(129)
T6	(16)	128	(144)
Promedio	103	128	(25)

* Descontado el costo del riego

Fuente. Calculado con datos del proyecto

² <https://www.ultimahora.com/aumentaron-area-y-rindes-del-sesamo-n1140497.html>

Anexo 3. Efecto del costo de riego en el ensayo de soja

En primer lugar en la tabla 3.1, se presentan los datos de rendimiento del cultivo de soja con riego y sin riego, y el ingreso bruto de cada tratamiento. El ingreso se calculó usando el precio de venta de \$/kg 325³, que resultó de restar del precio medio del contrato de futuros de soja mato 2018 de enero a abrió el importe de USD/t 50 en concepto de Premium. La última columna muestra la diferencia en términos monetarios entre los tratamientos con riego y sin riego complementario.

Tabla 3.1 Soja. Resultados de la zafra 2017/2018

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)		Ingresos (USD/ha)		Diferencia (USD/ha)
	Con riego	Sin riego	Con riego	Sin riego	
T1	1,339	997	435	324	111
T2	1,400	1,046	455	340	115
T3	1,177	1,058	383	344	39
T4	1,372	1,219	446	396	50
T5	1,329	1,188	432	386	46
T6	1,083	1,100	352	357	(6)
T7	1,173	1,028	381	334	47
T8	1,262	890	410	289	121
T9	1,086	1,182	353	384	(31)
Promedio	1,247	1,079	405	351	55

Fuente: informe del proyecto relacionado a la producción

En segundo lugar se buscó determinar si la diferencia calculada en la tabla 3.1 fue suficiente para cubrir el costo del riego, calculado en la columna “costo total” de la tabla 4. Se evidenció que en los nueve tratamientos, el aumento en el ingreso bruto de la soja regada fue insuficiente para cubrir el costo del riego. En promedio, hubo una diferencia negativa de USD/ha 107 por efectos del riego complementario (Ver tabla 3.2).

³ <https://news.agrofy.com.ar/granos/series-historicas-pizarra>

Tabla 4.2 Soja. Efecto del costo de riego en la diferencia entre los ingresos brutos

Tratamiento	Diferencia entre ingresos brutos (USD/ha)	Costo riego (USD)	Diferencia entre ingresos brutos (USD/ha)*
T1	111	161	(50)
T2	115	161	(46)
T3	39	161	(123)
T4	50	161	(112)
T5	46	161	(115)
T6	(6)	161	(167)
T7	47	161	(114)
T8	121	161	(40)
T9	(31)	161	(192)
Promedio	55	161	(107)

* Descontado el costo del riego

Fuente. Calculado con datos del proyecto

ASPECTOS RELACIONADOS A LA FITOSANIDAD

Víctor A. Gómez López

Algodón

Antecedentes

El cultivo del algodón posee una entomofauna muy diversificada. Se puede mencionar dos etapas de aparición de plagas. En la primera etapa del cultivo las Plagas tempranas, llamadas así por su aparición en plántulas de algodón. En este periodo las plántulas son atacadas por el gusano cortador gusano u oruga cortadora (Ybytasó) *Agrotis ipsilon* que corta las plántulas en la zona del cuello, para el control de esta plaga se deberá aplicar insecticidas de contacto (piretroides – fosforados) en el horario correspondiente a la tardecita noche, ya que estas plagas poseen hábitos nocturnos. Además aparecen hormigas cortadoras; se deberá realizar un monitoreo de minas de *Atta sexdens rubropilosa* (Forel) *Acromyrmex* spp. (Akekê) aplicando cebos, insecticidas en polvos, o insecticidas de aplicación foliar para evitar que las hormigas dañen el cultivo; que tiene su periodo crítico en época de plántula. Otras plagas tempranas que dañan al cultivo son los pulgones *Aphis gossypii* Glover y trips *Frankliniella schultzei* Trybom; mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius).

Estos insectos son succionadores, preventivamente las semillas son tratadas con insecticidas sistémicos para el control de plagas succionadoras, siendo controlados eficazmente. Coleópteros como la broca *Eutinobothrus brasiliensis* (Hambleton) se ubican en la parte inferior del tallo a altura del cuello y se alimentan de los tejidos en el interior formándose un nudo que perjudica el crecimiento de la plántula; el mocho *Conotrachelus denieri* Hustache daña el brote de crecimiento de las plántulas, provocando el superbrotamiento de tallos. Estos coleópteros se controlan con aplicación de productos de contacto, eliminando los adultos; recomendación para disminuir la incidencia de estas plagas es la destrucción de rastrojos y rotación de cultivos.

En la época de inicio de aparición de botones florales aparecen plagas como el picudo *Anthonomus grandis* Boheman; el perillero *Heliopsis virescens* (Fabricius), además de *Alabama argillacea* Hubner que daña las hojas en caso de utilizar variedades no transgénicas (Algodón Bt). Productos de contacto a base de piretroides, inhibidores de quitina podrán utilizarse en el control de estas plagas. No se recomienda el uso precoz de piretroides, ya que se eliminan los insectos beneficiosos; y podría verificarse un aumento de la población de ácaros (*Tetranychus urticae* (Koch) el rayado o el acaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). Al inicio de la floración verificar la presencia de flores con daños característicos de lagarta rosada (variedades no transgénicas) *Pectinophora gossypiella* (Saunders), control con productos a base piretroides. En el inicio de maduración de capsulas se podrá tener la presencia y daño de chinches *Dysdercus* spp, controlada con la aplicación de productos de contactos.

Metodología

Se realiza monitoreo semanal de la siguiente forma. Se recorre la parcela eligiendo los puntos de observación, como indica el ejemplo (Figura 1). La trayectoria y los puntos de muestreo deben ser modificados a cada semana. En cada uno de los 10 puntos de observación se realiza el conteo de las principales plagas y de las plantas que presentan síntomas de ataque.

- Pulgón: En cada lugar de muestreo se examinan 10 plantas consecutivas, totalizando 100 plantas por parcela.
- Oruga de la hoja: El conteo se realiza sobre dos plantas consecutivas en cada uno de los puntos de observación, o sea 20 plantas por parcela.
- Perilleros: El conteo de perilleros se realiza sobre las mismas 20 plantas que se seleccionó para la oruga de la hoja, revisando toda la planta (hojas, botones florales, flores y cápsulas).
- Picudo: En cada uno de los 10 puntos de observación, se examinan 10 botones florales, sobre una o varias plantas consecutivas, en un total de 100 botones florales, verificándose el número de botones dañados por parcela.
- Oruga rosada en las flores: En cada uno de los 10 puntos de muestreo se observan 10 flores sobre plantas consecutivas, o sea, 100 flores por parcela para determinar las que tengan síntomas de ataque (flor en “roseta”) o presencia de oruga.
- Plagas de las cápsulas: Se examinan 100 cápsulas por parcela, o sea, 10 cápsulas en cada lugar de muestreo.

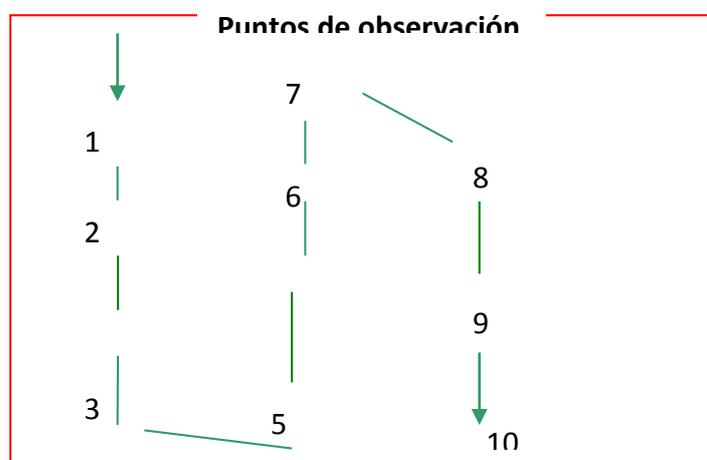


Figura 1 Procedimiento para el muestreo de plagas y de plantas con daños en una parcela de algodón

Por cada punto de observación se anotan los datos en el formulario modelo (Cuadro 8), correspondientes al conteo de plagas y plantas dañadas; luego se suman los datos obtenidos en cada uno de los 10 puntos de observación y el total se compara con el nivel crítico de acción consignado en la última casilla del formulario. Si el total es igual o superior al nivel indicado, por lo menos, para una de las plagas muestreadas se debe pulverizar la parcela, si es posible, dentro de las 24 horas siguientes.

Cuadro 2 – Formulario Modelo para el Conteo de Plagas y de Plantas Dañadas

Plagas y daños observados	Puntos o lugares de muestreo										Total Observadas	Total Nivel crítico de acción
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
N° de plantas atacadas por pulgones. Se observan 10 plantas por lugar de muestreo											100 plantas	75
N° de oruga de la hoja. Se revisan 2 plantas por lugar de muestreo											20 plantas	25
N° de orugas de perilleros. Se revisan 2 plantas por lugar de muestreo.											20 plantas	20
N° de flores atacadas por la lagarta rosada. Se revisan 10 flores por lugar de muestreo											100 flores	20
N° de botones florales dañados por picudo. Se revisan 10 botones florales por lugar de muestreo											100 Botones florales	10
N° de cápsulas atacadas. Se examinan 10 cápsulas por lugar de muestreo											100 cápsulas	15

Las enfermedades se clasifican en dos tipos: (i) Enfermedades Parasitarias o Infecciosas, y (ii) Enfermedades no Parasitarias. Las enfermedades (Cuadro 3) son alteraciones del desarrollo morfológico y fisiológico de las plantas, causadas por agentes extraños que producen manifestaciones externas visibles. Pueden ser causadas por agentes transmisibles (virus), a los que se denominan enfermedades infecciosas, parasíticas o bióticas o pueden ser causadas por alteraciones del ambiente (heladas, deficiencias, toxicidad) a los que se denominan enfermedades no infecciosas, no parasíticas o abióticas. Diversas enfermedades tienen el potencial de destruir enteramente el cultivo o reducir en forma crónica el rendimiento y calidad de la fibra del algodón, causando pérdidas económicas importantes; para su manejo y control se recomienda variedades resistentes.

Cuadro 3. Principales Enfermedades Parasitarias y No Parasitarias

Enfermedades Parasitarias o Infecciosas		
Enfermedades de las plántulas	Enfermedades Foliareas	Enfermedades Vasculares
<i>Rhizoctonia solani</i>	Bacteriosis (<i>Xanthomonas campestris</i> sp.v. <i>malvacearum</i>)	Fusariosis(<i>Fusarium oxysporum</i> f sp <i>vasinfectum</i>)
<i>Fusarium spp.</i>	Ramulosis (<i>Colletotrichum gossypii</i>)	Verticulosis(<i>Verticillium dahliae</i> V. <i>alboatrum</i>)
<i>Pythium spp.</i>	Ramulariosis(<i>Ramularia areola</i>)	
<i>Ascochyta gossypii</i>	Alternariosis (<i>Alternaria macrospora</i> , <i>A. tenuis</i>)	
<i>Sclerotium rolfsii</i>	Enfermedad Azul (virus)	
<i>Xanthomonas campestris</i>	Mosaico (virus)	
Enfermedades No Parasitarias		
Accidentes de Origen Químico	Deficiencias y Toxicidad de Minerales	Accidentes de Origen Natural
Fitotoxicidad de Herbicidas	Deficiencia en Potasio	Daños por rayos
Fitotoxicidad de Insecticidas	Deficiencia en Azufre	Daños por granizo
	Deficiencia en Magnesio	Daños por llluvias
	Toxicidad Mangánica	Daños por frío
		Variación de origen genético

Resultados

Las variedades sembradas en el experimento fueron la variedad IPTA 232, IAN 425, NU OPAL e IPTA 212. En observaciones semanales se verifico en los 2 años de ensayo muy baja presión de plagas para el cultivo. A pesar de haber sido una algodонера por excelencia, la ausencia del cultivo en forma extensiva en el Departamento de San Pedro ha permitido una disminución importante de plagas específicas del algodón como el picudo del algodonero *Anthonomus grandis* que solo puede reproducirse en el cultivo alimentándose de polen del algodón. Plagas tempranas como pulgones *Aphis gossypii* y trips *Frankliniella schultzei* han aparecido en una población no significativa en los materiales estudiados, así como no presenta diferencias en las parcelas irrigadas o no irrigadas. No se ha detectado la presencia de la oruga de la hoja *Alabama argillacea*, plaga específica del cultivo del algodón. La oruga de la hoja, es una plaga migratoria que migra desde el Brasil y llega por los vientos predominantes del Nor-este; no obstante debe ir multiplicándose en las parcelas de algodón dispersas en la zona de producción, debido a la escasa producción actual de algodón. Insectos. El coleóptero vaquita de San Antonio *Diabrotica speciosa* se verifico dañando las hojas de las diferentes variedades de algodón sin detectarse diferencias entre los cultivares estudiados.

Con relación a los materiales de algodón se observa una infestación de chinches manchadores *Dysdercus* spp. en el material IAN 425 con relación a los demás materiales

estudiados.

Conclusión

Considerando las condiciones como se ha desarrollado la investigación se puede concluir lo siguiente: No existe diferencia en la infestación de plagas entre los cultivos estudiados.

Anexo1. Daños de *Diabrotica speciosa* en cultivo de algodón.



Anexo 2. Adultos de *Dysdercus*



Anexo 3. Adultos de *Dysdercus* spp. dañando una capsula madura (capullo)



Sésamo

Antecedentes

El cultivo de sésamo en el Paraguay se introdujo en forma paralela al decaimiento del rubro de renta más cultivado en el Paraguay; el algodón decayó en superficie cultivada, y paralelamente el cultivo de sésamo con un nicho exportable de negociación fue ampliando su superficie, y en la actualidad se ha convertido en el producto de los pequeños productores en las zonas norte y central de la región Oriental, así como también muy apreciado en el Chaco Central (Región Occidental). Inicialmente la producción de sésamo tenía una productividad en torno a 1200 Kg/Ha, y su precio de mercado fue muy elevado, debido a una demanda insatisfecha y un nicho encontrado por las empresas exportadoras. Debido a la demanda de las semillas de sésamo del Paraguay, muy apreciado por su sabor, buena palatabilidad en Europa y Asia. Se impulsó este cultivo a nivel país. Sin embargo, no se llevó en cuenta estudios básicos de adaptación de cultivares a nivel país. De este forma surgieron los problemas fitosanitarios que impactaron en la productividad del cultivo, apareció la virosis transmitida por pulgones que afectó la productividad, de tal forma que en la actualidad el rendimiento es de 300 a 400 kg/Ha. Además se detectó una sensibilidad de los cultivares introducidos a enfermedades como bacteriosis, fusarium, macrophomina y otros. También se detecta en los cultivos una oruga atacando a las capsulas *Antigastra catalaunalis*.

Metodología

Se realiza monitoreo semanal de la siguiente forma. Se recorre la parcela eligiendo los puntos de observación, como indica el ejemplo (Figura 1). La trayectoria y los puntos de muestreo deben ser modificados a cada semana. En cada uno de los 10 puntos de observación se realiza el conteo de las principales plagas y de las plantas que presentan síntomas de ataque.

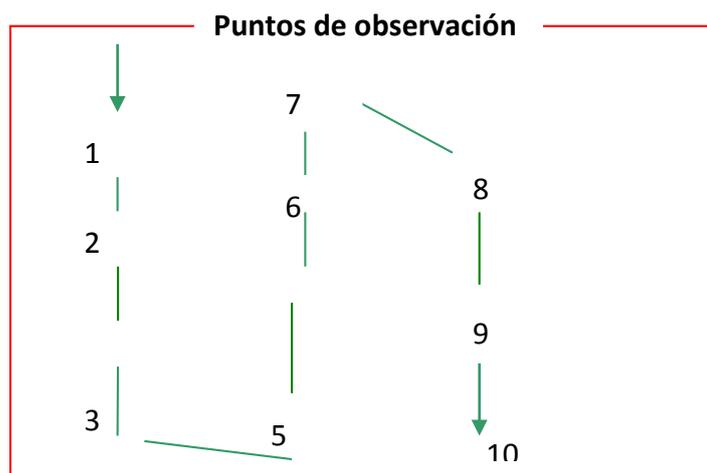


Figura 1 Procedimiento para el muestreo de plagas y de plantas con daños en una parcela de sésamo.

Por cada punto de observación se anotan los datos en el formulario modelo (Cuadro 8), correspondientes al conteo de plagas y plantas dañadas; luego se suman los datos obtenidos en cada uno de los 10 puntos de observación y el total se compara con el nivel crítico de acción consignado en la última casilla del formulario. Si el total es igual o superior al nivel indicado, por lo menos, para una de las plagas muestreadas se debe pulverizar la parcela, si es posible, dentro de las 24 horas siguientes.

Cuadro 1. Productos que podrán utilizarse en el control de plagas:

Plaga	Producto
Picudo de algodón, picudo de la soja, vaquita de san Antonio, Cerotoma, Elasmopalpus, Agrotis, Spodoptera como cortador, Oruga de la capsula en sésamo.	Carbaril (Sevin 85 PM), Clorpirifos 48, Cipermetrina, Betaciflutrin , Zetametrina
Chinches, pulgones, trips, cigarritta	Imidacloprid, thiametoxan, Engeo Pleno (Thiametoxan 14.1 + Lambdacialotrina 10.6)
Orugas en general	Diflubenzuron, Lufenuron, Novaluron, Spinosad, Bt, Curyom (Lufenuron + Profenofos 55 SC)
Hormigas cortadoras	Fipronil

Resultados

Se ha evidenciado en los últimos años una incidencia de insectos plagas, áfidos, lepidopteros, hormigas cortadoras y de enfermedades como Fusarium y Macrophomina que inciden fuertemente en el rendimiento del cultivo y disminuyendo su calidad Se realizó el monitoreo de plagas en la parcela. Las plagas consideradas fueron las siguientes:

- Pulgones “ky” (Homoptera; Aphidae)
- *Aphis gossypii* (Glover, 1877). Descripción: Pequeños insectos que se localizan en el envés de las hojas y en brotaciones, las colonias pueden tener individuos de coloración que va desde el verde oliva hasta el amarillo. Los adultos alados son de color negro.
- *Myzus persicae* (Sulzer, 1776). Descripción: Especie similar a la anterior, pero con individuos de color levemente rosado o rosado verdoso, el cuerpo es más alargado que el de *A. gossypii*.
- Daños ocasionados por pulgones: Succionan savia en hojas y brotes, inyectan toxinas, ocasionan arrugamiento, amarillamiento y caída de hojas. El principal daño de los pulgones es la transmisión de la virosis “Ka’are” enfermedad que disminuye la productividad de las parcelas de sésamo. Principal problema fitosanitario del cultivo.
- Vaquitas (Coleoptera; Chrysomelidae)
- *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) Son pequeños escarabajos de 6 mm, de color verde y amarillo, son muy rápidos y se localizan junto a los brotes, sus larvas son unos muy finos gusanos blancos que atacan a las raíces de plantas.
- Orugas (Lepidoptera; Noctuidae)

- *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1767) Orugas de color gris oscuro, pueden alcanzar 4 cm. De longitud, tienen hábitos nocturnos y durante el día quedan escondidas bajo el suelo. Se enroscan al ser perturbadas por lo que se las llama “orugas rosca”. Los adultos son mariposas de 3,5 cm de envergadura, con alas anteriores de color marrón con manchas negras en forma de triángulo y las posteriores transparentes.
- Hormigas cortadoras (Hymenoptera; Formicidae)
- *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908); *Atta laevigatta* (F. Smith, 1858) *Acromyrmex rugosus* (F. Smith, 1858) (Akeké Pytá-í) Atacan desde el inicio de la plantación. Cortan hojas ocasionando debilitamiento de plantas y disminución de la producción.
- Barrenador de las cápsulas
- *Antigastra catalaunalis* (Lepidoptera; Crambidae): Las larvas desde que nacen de los huevos, buscan las cápsulas a las que perforan y penetran en su interior para alimentarse de los granos en formación. A consecuencia de esto, hay disminución de la calidad de los granos y productividad.

Desde el punto de vista fitosanitario se verificó la aparición de *Diabrotica speciosa*, dañando las hojas de sésamo. Con relación a daños por la oruga de la capsula, también fueron verificados en el cultivo en los diferentes cultivares.

Conclusión

Considerando las condiciones como se ha desarrollado la investigación se puede concluir lo siguiente: No existe diferencia en la infestación de plagas entre los cultivares estudiado.

Anexo 1. *Diabrotica speciosa* dañando hojas de Sesamo



Anexo 2. *Antigastra catalaunalis* dañando capsulas de Sésamo.



Anexo 3. Mosaico o virosis en parcelas de sésamo.



Soja

Antecedentes

El cultivo de soja es muy importante para la economía del Paraguay, ocupa alrededor del 60% del área agrícola del país, con un total de 3.400.000 hectáreas y un rendimiento de 2.794 kg/ha (CAPECO, 2018). Su importancia radica en la generación de divisas a través de la exportación, ocupando posiciones destacadas a nivel mundial. El cultivo se desarrolla en la Region Oriental del Paraguay, no obstante se ha iniciado la siembra y expansión del cultivo de soja en la región Occidental con una superficie de 20.000 ha.

Factores abióticos y bióticos pueden influir negativamente en el rendimiento y la calidad de producción; entre estos se destacan los insectos plagas tales como orugas defoliadoras durante el periodo vegetativo donde se mencionan los géneros *Anticarsia*, *Pseudoplusia*, *Spodoptera* mientras que en la etapa de fructificación se incrementan las poblaciones de chinches de los géneros *Piezodorus*, *Nezara*, *Edessa*, *Dichelops*, *Euschistus*, tanto las ninfas como los adultos obtienen su alimento mediante el picado del tejido vegetal y posterior succión de los contenidos celulares; durante la alimentación las chinches inyectan poderosos agentes histolíticos que licúan las porciones sólidas y semisólidas de las células facilitando su ingestión. Pueden alimentarse de diferentes partes de la planta: tallos, follaje, flores, vainas, y semillas, causando pérdidas o costos adicionales para el cultivo.

Entre las especies predominantes en el Paraguay; se verifica mayores poblaciones de *Euschistus heros* chinche marrón con daños en el cultivo de soja Este insecto es una hemíptera heteróptera de la familia Pentatomidae, nativa de la región Neotropical y una de las chinches más abundantes que tiene la soja, siendo ésta su principal hospedero.

La biotecnología en el cultivo de soja se relaciona con soja resistente a herbicidas y resistente a orugas. No considerándose a las chinches como plagas controladas. De esta forma la falta de nuevas tecnologías para el control de chinches es una preocupación debido al uso indiscriminado de insecticidas. El desarrollo de un eficiente sistema de manejo integrado de chinches por los productores solo podrá ser alcanzado obteniendo la información sobre las especies y su control.

Metodología

Las parcelas fueron instaladas, las mismas fueron evaluadas de acuerdo al protocolo de evaluación fitosanitaria. En las parcelas se monitorearon

- Insectos que se alimentan de las vainas. La mayoría de las especies orden Hemiptera. Se pueden encontrar 32 especies de pentatomídeos en el cultivo de soja; sin embargo solo son considerados:
- *Euschistus heros*, *Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* y *Dichelops* spp, Los chinches colonizan la soja durante el periodo reproductivo y alcanzan poblaciones máximas en el periodo de llenado de vainas. Los insectos que se alimentan de las vainas (chupando) causan daños irreversibles
- Orugas que dañan las hojas y las vainas
- *Spodoptera cosmíoides*, *S. eridania*; *Helicoverpa armígera*, *Crisodeixis includens*, *Anticarsia gemmatalis*,
- Coleopteros: *Diabrotica speciosa*, *Cerotoma ruficornis*, que dañan las raíces en estado larval y las hojas en estado adulto.

- Otros insectos de importancia: *Sternechus subsignatus* (Coleoptera: Curculionidae) se alimenta en la parte media del tallo, con galerías. *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) hacen galerías en el tallo empezando por debajo del suelo cerca de las raíces.

Cuadro 1. Nivel de daño

Plaga a controlar	Momento	Nivel de acción o daño
Orugas (Anticarsia) (Falsa medidora- Pseudoplusia)	Antes de la floración	30 % de defoliación 20 orugas
	Después de la Floración	15 % de defoliación 20 orugas
Chinches (verde,marron, pequeño)		2 Chinches

Las pulverizaciones se realizaron atendiendo los niveles de daño. En caso que se produjera lluvia, dentro de las 24 horas posteriores a una pulverización, deberá repetirse la aplicación de los productos, tan pronto las condiciones del tiempo así lo permitan. En casos ocasionales podrá aparecer daños en las axilas por causa de la broca de las axilas (*Epinotia aporema*) que solo debe tratarse cuando se observe un 25 % de las yemas terminales o punteros con daño. En la tabla 2 se listan los productos que se pudieran usar.

Cuadro 2. Productos que podrán utilizarse en el control de plagas

Plaga	Producto
Picudo de algodón, picudo de la soja, vaquita de san Antonio, Cerotoma, Elasmopalpus, Agrotis, Spodoptera como cortador, Oruga de la capsula en sésamo.	Carbaril (Sevin 85 PM), Clorpirifos 48, Cipermetrina, Betaciflutrin , Zetametrina
Chinches, pulgones, trips, cigarritta	Imidacloprid, thiametoxan, Engeo Pleno (Thiametoxan 14.1 + Lambdacialotrina 10.6)
Orugas en general	Diflubenzuron, Lufenuron, Novaluron, Spinosad, Bt, Curyom (Lufenuron + Profenofos 55 SC)
Hormigas cortadoras	Fipronil
Roya en soja	Opera (Epoiconazole + Pyraclostrobin)

Resultados

Desde el punto de vista fitosanitario se verifica la aparición de ciertas plagas en la etapa inicial del cultivo como *Cerotoma* sp, dañando las hojas en 3 diferentes materiales; el cultivar BAUP 6380 presenta la mayor infestación de adultos en la parcela. Aparecieron larvas y adultos de *Lagria villosa* dañando las plántulas de soja y otros cultivos. El material de mayor infestación es el cultivar NS 6475, seguido por NS 72091 PRO; el material genético sin infestación es el cultivar NS 69061 PRO. Entre las chinches que atacan el cultivo de soja, se verifica la predominancia poblacional del chinche marrón *Euschistus heros*; se detecta en el cultivar AG 6525 la aparición de *Nezara viridula* (chinche verde de la soja). Con relación a *E. heros* el cultivar NS 72091 PRO presenta una mayor infestación entre los cultivares considerados; seguido de AG 6525; DM6.2i y BAUP 6380; los materiales NS 77091 PRO y NS 69061 PRO no verifican infestación de chinches. Las parcelas de soja presentaron ciertos síntomas de fitotoxicidad a herbicidas en el campo experimental

Cuadro 3. Infestación de plagas (número de insectos) en las diferentes parcelas de soja. San Pedro 2018. FCA/UNA.

Variedad	<i>E. heros</i>	<i>Lagria villosa</i>	<i>Cerotoma</i> sp.	<i>Nezara viridula</i>
NS 72091 PRO	46,7	60	5	0
NS 6483	20,0	75	0	0
NS 77091 PRO	0,0	45	5	0
NS 69061 PRO	0,0	0	0	0
DM 6.2 i	20,0	10	0	0
AG 6525	46,7	20	0	5
BAUP 6380	20,0	35	10	0

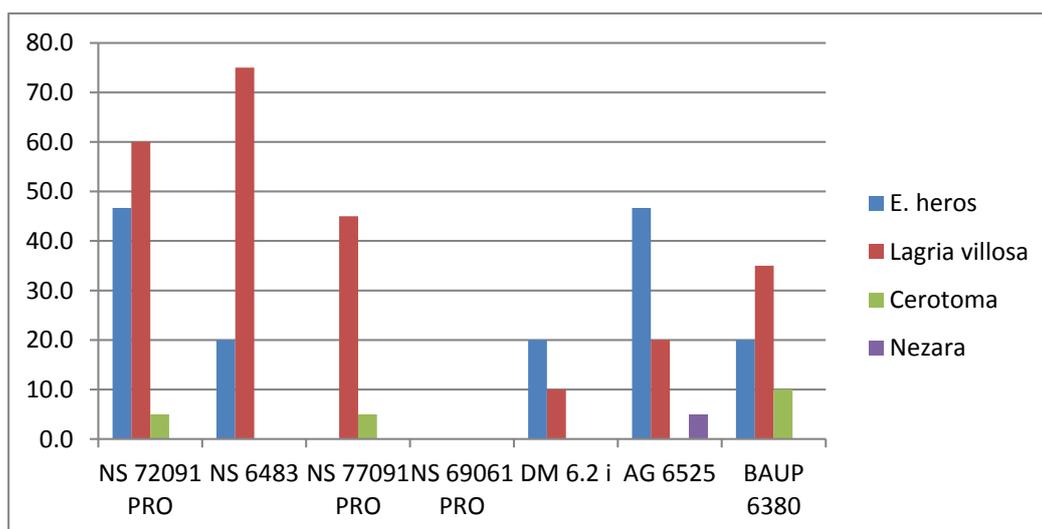


Figura 1. Fluctuación poblacional de insectos en los diversos cultivares de soja. San Pedro. FCA/UNA. 2018.

Conclusión

Considerando las condiciones como se ha desarrollado la investigación se puede concluir lo siguiente: (i) Existe diferencia en la infestación de plagas entre los cultivares estudiados, (ii) *Euschistus heros* es el insecto de mayor pico poblacional en la zona en el cultivo de soja

Anexo1. *Lagria villosa* dañando plántulas de soja



Anexo 2. Daños de Trips *Caliothrips phaseoli* en plántulas de soja



Referencias bibliográficas

CAPECO ((201). SOJA: Área de Siembra, Producción y Rendimiento (en línea). Asunción, PY. Consultado 14 nov. 2017. Disponible en: www.capeco.org.py.

Gallo, D; Nakano, O; Silveira Neto, S; Carvalho, RPL; Baptista de, GC; Berti Filho, E; Parra, JRP; Zucchi, RA; Alves, SB; Vendramim, JD, Marchini, LC; Lopes, JRS; Omoto, C. (2002). Entomología agrícola. Piracicaba, BR. FEALQ v. 10, 920 p.

Hill, D.S. (1983). Agricultural insects pests of the tropics and their control. 2ª ed. Cambridge University press. 746 p.

Pacheco F. (1994). Plagas de los cultivos de oleaginosas en Mexico. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH); Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias & Centro de Investigación Regional del Noroeste. Cd. Obregón, Sonora, Mexico. Lito Impresiones Gassos. 597p.

CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACION

En relación al primer objetivo específico “cuantificar la variación en el rendimiento de los cultivos citados con la aplicación de riego complementario”, este trabajo ha especificado diferencias significativas y no significativas debido al riego complementario en soja, algodón y sésamo.

En relación al segundo objetivo específico “documentar las variaciones en el manejo de los cultivos con riego complementario en relación a los cultivos no irrigados”, esta investigación ha puesto en el sitio web de la FCA-UNA⁴ el informe final con los resultados del proyecto. Dirigida a la comunidad más científica, se ha enviado para publicación los resultados de sésamo a la revista de la FCA-UNA. En este momento está en etapa de la segunda revisión. Se planea enviar igualmente los resultados de algodón y soja.

En relación al tercer objetivo específico “medir la eficiencia en el uso del agua”, se ha determinado la eficiencia del agua que se refleja en la diferencia del rendimiento en los cultivos regados relativos a los no regados.

En relación al cuarto objetivo específico “estimar la rentabilidad de la inversión de un sistema de riego en los cultivos indicados con diferentes escenarios de precios”, esta investigación ha calculado la ecuación de costos de riego y estimado la rentabilidad y los beneficios en cada uno de los tres cultivos.

En relación al objetivo general “generar información agronómica y económica del efecto del riego complementario en los cultivos de extensivos de renta (algodón, canola, girasol, maíz, soja y trigo), y otros (sorgo forrajero, etc.)”, con las limitaciones indicadas en la introducción relativos al número de cultivos, esta investigación ha generado información, la cual es pública. Con esta información, más anteriores experiencias similares de riego complementario, en el 202 y 2013, actualmente se está diseñando conjugar toda esa experiencia en una publicación.

En relación a los resultados propuestos y los alcanzados se presenta el cuadro en anexos

CONTRIBUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación ha contribuido con el conocimiento sobre los efectos positivos del riego complementario tanto agronómica como económicamente. Ha generado información la cual es pública y disponible en la web y por ende en buscadores. Más allá de los resultados propuestos se tiene sometido a una revista científica un artículo con los resultados de sésamo. Los de soja y algodón igualmente serán sometidos a la misma revista. Por otro lado, e igualmente más allá de los resultados propuestos, se hará un compendio de las tres experiencias similares del equipo de investigación.

⁴ http://www.agr.una.py/ecorural/otras_publicaciones/analisis_de_resultados_completo_alzado.pdf

ANEXOS

Cuadro de resultados

Resultados propuestos	Resultados obtenidos
<p>Obtener información útil y aplicable. Se tendrá información sobre la viabilidad agronómica y económica del riego complementario en los cultivos estudiados, todos ellos de importancia económica para el país. La información servirá de insumo para tomar decisiones sobre aplicación de riego, en condiciones similares a las de la zona donde se efectuó el ensayo</p>	<p>Se ha obtenido información y la misma está disponible como insumo para tomar decisiones sobre aplicación de riego, en condiciones similares a las de la zona donde se efectuó el ensayo. Con esta información, más anteriores experiencias similares de riego complementario, en el 202 y 2013, actualmente se está diseñando conjugar toda esa experiencia en una publicación.</p>
<p>Mejorar en la calidad de la formación de los futuros profesionales del agro. Los investigadores trasladarán la información y los conocimientos adquiridos en la investigación a los estudiantes</p>	<p>Se ha cumplido. Varios estudiantes realizaron sus trabajos finales de grado con los datos de las parcelas. De parte de los docentes cuando en el desarrollo de las clases se debe recurrir a ejemplos se tiene, y mediante el proyecto, ejemplos locales y no “textuales” (de libros), con lo cual por un lado se fortalece la credibilidad del docente y por otro se despierta la curiosidad de los estudiantes por la realidad local. Relacionado con la formación técnica tiene que ver la participación de los docentes del área en congresos</p>
<p>Conformación y consolidación de equipo de trabajo: La viabilidad y necesidad de la interdisciplinariedad en los equipos de investigación se verá fortalecida con esta experiencia. El trabajo fortalecerá un equipo técnico focalizado en el tema que luego podrá ampliar la investigación a otras áreas del país.</p>	<p>Esta investigación fortaleció el equipo que ya tiene experiencia de trabajo conjuntos en el 2012 y 2013. Este fortalecimiento sin embargo se ha diluido ante la jubilación de dos de sus integrantes. Uno de ellos podría ser reemplazado (experto en agronomía), quedando por completar el especialista en fitosanidad.</p>

PLAN ESTRATEGICO 2017-2021 de la FCA-UNA¹

VISIÓN

Impartir una sólida formación integral de profesionales competentes en las Ciencias Agrarias, respaldada en un equipo humano comprometido con la excelencia, a fin de contribuir con el desarrollo sostenible del país.

MISIÓN

Consolidar el liderazgo y el reconocimiento a nivel nacional e internacional por la excelencia en la formación de profesionales, producción científica y tecnológica, proyección social y compromiso con el desarrollo agrario sostenible.

VALORES INSTITUCIONALES

- ☑ **EXCELENCIA:** Nos comprometemos a una mejora continua con altos estándares de calidad, mejorando la gestión de los procesos institucionales.
- ☑ **LIDERAZGO:** Propiciamos el trabajo en equipo y el alto desempeño, promoviendo el logro, la satisfacción y la trascendencia en la consecución de los objetivos institucionales y una conducción visionaria comprometida.
- ☑ **TRANSPARENCIA:** Asumimos nuestro rol manteniendo la racionalidad, la legalidad y la ética, con claridad en las acciones y decisiones en la gestión institucional.
- ☑ **CULTURA DE AUTOCONTROL:** Ponemos nuestras capacidades, independiente al nivel jerárquico, para llevar adelante las funciones, de tal manera que la ejecución de los procesos, actividades y tareas bajo nuestra responsabilidad garanticen un desempeño coherente, pertinente y eficaz.
- ☑ **COMPROMISO:** Actuamos con dedicación, celo y sentido de pertenencia hacia la institución para el logro de la misión institucional.
- ☑ **INCLUSIÓN:** Interactuamos con la sociedad sin importar condición física, cultural o social en igualdad de condiciones, garantizando los mismos derechos y oportunidades en la formación y servicios ofrecidos por la institución.

EJES ESTRATÉGICOS

Los ejes son: (i) excelencia académica, (ii) liderazgo en investigación desarrollo e innovación, (ii) relacionamiento con la sociedad, (iv) postgrado, (v) eficiencia administrativa, (vi) desarrollo del talento humano.



¹ http://www.agr.una.py/descargas/plan_estragico.pdf