

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

“Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero
Agrónomo”

**EFECTO DE LA DEFOLIACIÓN ARTIFICIAL SOBRE EL
RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN UN
CULTIVAR DE SOJA DE CICLO INTERMEDIO.**

Alumno: Federico, Bedino.

DNI: 32.926.980

Director: Ing. Agr. (Dra.) Graciela, Boito.

Codirector: Ing. Agr. Jorge, Giuggia.

Río Cuarto – Córdoba.

Diciembre-2013.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Efecto de la defoliación artificial sobre el rendimiento y sus componentes en un cultivar de soja de ciclo intermedio.

Autor: Bedino, Federico.

DNI: 32.926.980

Director: Ing. Agr. (Dra.) Graciela, Boito.

Co-Director: Ing. Agr. Jorge, Giuggia.

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

Ing. Agr. (Dra.) Graciela, Boito _____

Ing. Agr. César Omar, Nuñez _____

Ing. Agr. Ana Cecilia, Crenna _____

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Secretario Académico

DEDICATORIA

A mi madre signo de admiración y respeto, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que tuvo sobre mí y que me ha permitido llegar hasta este punto y ser una persona de bien, pero por sobre todo por la oportunidad y la vida que me brindo y que gracias a dios, el destino nos unió de manera inseparable para que juntos emprendamos un camino lleno de amor y afecto.

A mi abuela una persona muy especial en mi vida, un ejemplo a seguir, quien me brindo su apoyo incondicional en todo momento, estuvo siempre cuando la necesite, se encargo junto con mi madre de que nunca me falta nada en absoluto y que a pesar de no estar con nosotros hoy físicamente, este donde este, nunca la olvidare y siempre estará en mi corazón, mis recuerdos y mi mente.

A mis tíos, primos y padrinos quienes con sus palabras de aliento me animaban para seguir adelante, sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A mi novia quien me apoyo y me alentó durante el transcurso de toda esta etapa de trabajo que parecía inalcanzable, pero que gracias a su comprensión, paciencia y amor me dio ánimos de fuerza y valor para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento especial a la Universidad Nacional de Río Cuarto, la cual me abrió sus puertas para formarme profesionalmente y en ella a mis profesores por sus diferentes formas de enseñar, quienes me incentivaron en muchos sentidos a seguir adelante y sin su apoyo esto no hubiera sido posible.

Especialmente a mi directora de tesis la Dra. Graciela Boito cuyos conocimientos, orientaciones, manera de trabajar, persistencia, paciencia y motivación han sido fundamentales para la culminación de mis estudios y para la elaboración de esta tesis; y a todos los demás integrantes de la cátedra por su apoyo ofrecido en este trabajo.

Un lugar muy merecido también en estos agradecimientos tienen mi madre y mi abuela. Ellas han sido quienes me dieron la posibilidad de estudiar en primer lugar. Quienes han estado siempre presente en todas las etapas de mi vida. Cuyos consejos son invaluable. Por compartir sus experiencias. Por escuchar mis quejas y frustraciones. Por su constante aliento. Pero más que nada por creer en mí.

Por último, pero no por ello menos importante, quiero agradecer a todas aquellas personas que siempre estuvieron a mi lado en las buenas y las malas apoyándome. A todos ellos muchas gracias.

INDICE GENERAL

Índice de texto:

Introducción y antecedentes.....	1
1. Hipótesis.....	8
2. Objetivo general.....	8
3. Objetivos específicos.....	8
Materiales y métodos.....	9
Resultados y discusión.....	13
Conclusiones.....	22
Recomendaciones que surgen de los resultado obtenidos.....	23
Bibliografía citada.....	24
Anexo.....	28

Índice de tablas:

Tabla 1: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por metro cuadrado entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.....	15
Tabla 2: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por metro cuadrado entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.....	15
Tabla 3: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del peso de 1000 granos entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.....	17
Tabla 4: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas de rendimiento entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.....	18

Tabla 5: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas de rendimiento entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.....	19
Tabla 6: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de vainas por planta entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.....	28
Tabla 7: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de vainas por planta entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.....	28
Tabla 8: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de vainas por planta entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.....	28
Tabla 9: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de vainas por planta entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.....	28
Tabla 10: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por vaina entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.....	29
Tabla 11: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por vaina entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.....	29
Tabla 12: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por vaina entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.....	29
Tabla 13: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por vaina entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.....	29

Tabla 14: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por metro cuadrado entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.....	30
Tabla 15: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por metro cuadrado entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.....	30
Tabla 16: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del peso de 1000 granos entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.....	30
Tabla 17: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del peso de 1000 granos entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.....	30
Tablas 18: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del peso de 1000 granos entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.....	31
Tabla 19: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas de rendimiento entre los diferentes niveles de defoliación en el estadio fenológico R3.....	31
Tabla 20: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas de rendimiento entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.....	31
Tabla 21: Análisis de regresión lineal de pérdidas en el estadio fenológico R3.....	32
Tablas 22: Análisis de regresión lineal de pérdidas en el estadio fenológico R3.....	33
Índice de figuras:	
Figura 1: Imagen de la zona de estudio con localización del sitio de ensayo (Google Maps)..	9
Figura 2: Vista general del ensayo (09/12/12).....	9
Figura 3: Plano del ensayo realizado en el campo experimental de la UNRC.....	10

Figura 4: Niveles de defoliación artificial.....	11
Figura 5: Cosecha y recolección de plantas de cada unidad muestral (20/04/12).....	11
Figura 6: Número de vainas por planta para los diferentes niveles de defoliación (%) en los dos estadios fenológicos evaluados para el cultivo de soja.....	13
Figura 7: Número de granos por vaina para los diferentes niveles de defoliación en los dos estadios fenológicos evaluados para el cultivo de soja.....	14
Figura 8: Número de granos por metro cuadrado para los diferentes niveles de defoliación (%) en los dos estadios fenológicos evaluados en el cultivo de soja.....	15
Figura 9: Peso de 1000 granos para los diferentes niveles de defoliación (%) en los dos estadios fenológicos evaluados en el cultivo de soja.....	16
Figura 10: Rendimiento (qq/ha) para los diferentes niveles de defoliación en los dos estadios fenológicos evaluados para el cultivo de soja.....	18
Figura 11: Pérdidas de rendimiento (%) ocasionadas por distintos niveles de defoliación en los dos estadios fenológicos evaluados.....	20
Figura 12: Función de daño para defoliación en estadio fenológico R3, en el cultivar Nidera A 5009.....	21
Figura 13: Función de daño para defoliación en estadio fenológico R5.5, en el cultivar Nidera A 5009.....	22

RESUMEN

La soja es la oleaginosa de mayor producción y consumo a nivel mundial. Su cultivo es afectado por numerosas plagas, entre ellas las orugas defoliadoras, cuyo daño radica principalmente en la pérdida de área foliar. Las defoliaciones artificiales son útiles para simular el daño causado por estas orugas. El objetivo de este trabajo fue cuantificar el impacto de diferentes grados de defoliación artificial sobre el rendimiento y sus componentes en un cultivar de soja de ciclo intermedio. El diseño experimental fue en bloques completamente aleatorizados utilizando el cultivar Nidera A 5009 (GM V indeterminado), con cinco tratamientos: T1: 10 % de defoliación, T2: 20 % de defoliación, T3: 30 % de defoliación, T4: 40 % de defoliación y T5: sin defoliación, y cinco repeticiones. En cada parcela experimental (8 surcos de 10 m de largo distanciados a 0,52 m) se establecieron 3 unidades muestrales de 0,5 m² y se efectuó la defoliación manualmente. Ello se realizó en dos estadios fenológicos: R3 y R5.5. Las defoliaciones incidieron significativamente sobre el número granos/m², provocando reducciones respecto al testigo de 19, 22 y 23 % en R3 y 32, 37 y 38 % en R5.5 para T2, T3 y T4 respectivamente. El peso de 1000 granos en R5.5 también se vio afectado obteniéndose una reducción total promedio de los cuatro tratamientos de defoliación del 8% respecto al testigo. La incidencia de cada nivel de defoliación sobre las pérdidas porcentuales de rendimiento fue mayor en el estadio fenológico R5.5 para todos los niveles de defoliación. Existió una marcada diferencia entre estadios para el 10% de defoliación, el cual ocasiono pérdidas de rendimiento de 9,28% y 33,98% para R3 y R5.5 respectivamente, todo lo mencionado lleva a concluir que la etapa de llenado de grano fue la más sensible a este daño.

Palabras clave: Soja (*Glycine max* L.), Defoliación artificial, Rendimiento.

SUMMARY

Soybean is the largest oilseed production and consumption worldwide. Its culture is affected by many pests, including caterpillars defoliadoras, whose damage lies mainly in the loss of leaf area. Artificial defoliations are useful to simulate the damage caused by these crawlers. The objective of this study was to quantify the impact of different degrees of artificial defoliation on yield and its components in a soybean cultivar intermediate cycle. The experimental design was completely randomized block using the cultivar Nidera TO 5009 (GM V indeterminate), with five treatments: T1: 10% defoliation, T2: 20% defoliation, T3: 30 % of defoliation, T4: 40 % of defoliation and T5: without defoliation, and five repetitions. In each experimental plot (8 rows of 10 m long spaced 0.52 m) were established 3 sample units of 0.5 m² and the defoliation was carried out manually. This was done in two phenological stages: R3 and R5.5. The defoliations impacted significantly on the number of grains/m², causing reductions compared with the control of 19, 22 and 23 per cent in R3 and 32, 37 and 38 per cent in R5.5 for T2, T3 and T4 respectively. The weight of 1000 grains in R5.5 was also affected resulting in a total reduction of the average four treatments of defoliation of the 8% compared with the control. The incidence of each level of defoliation on the losses of performance percentage was higher in the phenological stage R5.5 for all levels of defoliation. There was a marked difference between stages for 10% defoliation, which caused yield losses of 9.28 % and 33.98 % for R3 and R5.5 respectively, all of the above leads us to conclude that the filling stage of grain was the most sensitive to this damage.

Keywords: Soybean (*Glycine max* L.), Artificial Defoliation, Yield.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La soja *Glycine max* (L) Merrill es una especie perteneciente a la familia Leguminosae o Fabáceae, subfamilia Papilionoideae. Es, a nivel mundial, el cultivo de grano oleaginoso más importante para el consumo humano y la alimentación animal (Melgar *et al.*, 2011).

Es originaria de Asia y fue introducida en América del Sur por los inmigrantes japoneses a principios del siglo XX. El cultivo de soja en Argentina se inició en los años 70 y hasta 1998 cerca del 90% del área sembrada se ubicó en las tres provincias agrícolas del centro del país: Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe. Desde finales de los años 90, los acontecimientos macroeconómicos (la crisis del peso argentino) han estimulado la producción de bienes de exportación. Al mismo tiempo se ha adoptado en gran escala el cultivo de soja genéticamente modificada tolerante a los herbicidas. Por consiguiente, hoy en día la agricultura de Argentina está dominada por la producción mecanizada de soja. Desde 1995 se registró un gran crecimiento del área sembrada (38-127%) pero ha ocurrido principalmente a expensas de los pastizales naturales y otros cultivos. Entre 1995 y 2000 el crecimiento fuera del área tradicional ha sido más significativo en las provincias de Entre Ríos, Chaco, Santiago del Estero, Tucumán y Salta. En la campaña 2003/2004 se cultivó un total de 14,3 millones de hectáreas de soja, aunque hoy en día la soja ocupa una superficie mucho mayor que la que ocupan todos los otros cultivos en conjunto. Según las perspectivas para el 2020 el elevado precio de la soja y las políticas económicas orientadas a la exportación prevaleciente de este commodity llevarán a la adopción de un ambicioso plan de expansión sin fronteras (Dros, 2004)

Argentina se encuentra entre los cuatro países productores más importantes del mundo. Según el USDA la producción total a nivel mundial de la campaña 2006/07 fue de 236,5 millones de toneladas, con una incidencia del 82% del total por los principales países productores que son Estados Unidos con el 37%, Brasil con el 25% y Argentina con el 20%. Les sigue China con una participación del 6%, aunque su presencia en el mercado mundial es como importador debido a su elevado consumo interno. Por lo anteriormente dicho Argentina ocupa el tercer lugar como productor y exportador de soja y el primer lugar como exportador de aceite y harina derivados de la oleaginosa (Giancola *et al.*, 2009).

En Argentina se siembran alrededor de 32 millones de hectáreas, de las cuales 17 millones corresponden a soja. Es el cultivo que más ha crecido en los últimos 25 años y tiene una característica distintiva de los otros granos: se exporta en su casi totalidad (alrededor del 96% de la producción) ya sea como poroto, harina o pellets, aceite y biodiesel, siendo ésta una de las razones que explican que el área cultivada con soja siga en ascenso, mientras disminuye

en parte la siembra de otros cultivos, como el trigo y el maíz, cuyos registros de exportación se han cerrado en repetidas ocasiones. En cuanto a los importadores de los productos del complejo soja, figuran China como importador de poroto de soja; la Unión Europea como importador de harina o pellet de soja; China e India como importadores de aceite de soja y Estados Unidos y la Unión Europea como importadores de biodiesel (Pontón, 2008).

La elección del cultivar es una de las decisiones más importantes para definir el potencial de rendimiento del cultivo. Los cultivares comerciales de soja se agrupan en grupos de madurez (GM). De los trece GM (000 al X) existentes en el mundo, ocho son utilizados en Argentina (II al IX); este agrupamiento se basa fundamentalmente en la duración de la etapa de emergencia (VE) a floración (R1). Esta característica explica la distribución geográfica de los GM en el área de producción de soja (De la Vega y De la Fuente, 2004).

Los factores determinantes del crecimiento y del rendimiento son: el genotipo (características de cada cultivar), la radiación solar y la temperatura del ambiente, dichos factores determinan el rendimiento potencial. Los factores limitantes son: agua y nutrientes que son considerados factores que determinan el rendimiento alcanzable. Los factores reductores son: malezas, enfermedades y plagas, y son los que deciden el rendimiento logrado o real. En un orden ascendente, son los reductores los primeros a cubrir a través de medidas de protección del cultivo, en segundo lugar deberá regularse la entrega de los limitantes a través de medidas que promuevan el aumento del rendimiento (Soldini, 2008).

Según Kantolic y Satorre (2004) las diferencias de rendimiento que se manifiestan de una campaña a otra están en función de la cantidad de recursos (agua, luz, nutrientes) que las plantas tienen disponibles, las limitaciones que pueden restringir la captura de estos y la capacidad de las plantas de acceder a los lugares donde se encuentran y tomarlos. Es decir del total de recursos que se incorporan al sistema, una parte se destina a órganos vegetativos (raíces, tallos y hojas) y sólo una proporción de la biomasa, representada por el índice de cosecha (IC), es lo que finalmente compone el rendimiento. Entonces, dentro de este marco es posible considerar al rendimiento como un conjunto de distintos componentes que se van generando durante el desarrollo del cultivo, quedando cada uno de ellos fijado en determinado momento.

Satorre *et al.*, (2003) establecen el periodo crítico para la generación del rendimiento como aquel periodo del ciclo del cultivo en el cual disminuciones de la tasa de crecimiento inciden marcadamente y explica en mayor medida las variaciones en el rendimiento. Para el cultivo de soja este periodo comienza en R1 (inicio de floración) y finaliza 10 a 12 días después de R5 (comienzo de llenado) o puede prolongarse hasta el comienzo de R6 (máximo tamaño de

semilla). Por lo tanto, cuando ocurren variaciones en la fotosíntesis durante el periodo crítico para la definición del número de granos y este es reducido, durante el posterior crecimiento de los granos puede aumentar la disponibilidad de asimilados por unidad de semilla y, consecuentemente, aumentara su ritmo de crecimiento y su peso final. Sin embargo, a medida que se va fijando el número de granos las restricciones en la fotosíntesis pueden comprometer la disponibilidad de asimilados por semilla, reduciendo su tasa de crecimiento o la duración del llenado. Como resultado de las relaciones entre componentes antes descritas, las restricciones en la tasa de crecimiento durante la primera parte del periodo reproductivo pueden ser compensadas por un aumento en el peso de los granos. Como consecuencia, el periodo R1-R3 no es generalmente crítico para el rendimiento. Limitaciones posteriores, principalmente durante la etapa R4-R6 tienen un efecto directo sobre el rendimiento al reducir el número de granos, sin permitir compensación a través de un mayor peso de los mismos. Luego de R6, las reducciones en el rendimiento obedecen a un menor crecimiento de los granos.

Si consideramos los factores reductores que indican en forma directa sobre el rendimiento hacemos referencia a las plagas y definimos que un organismo se comporta como tal cuando la densidad de su población supera los niveles que son aceptables para el cultivo y provocan un daño que se traduce en pérdidas económicas para el productor. El Manejo Integrado de Plagas (MIP) implica un conjunto de estrategias (culturales, genéticas, biológicas y químicas) que se complementan para mantener las plagas a niveles inferiores de los que causan daño económico al cultivo, con el objetivo de maximizar la ganancias del agricultor y de minimizar efectos adversos sobre el medio ambiente. El monitoreo de las plagas a campo es una actividad indispensable si se desea hacer un correcto manejo de las mismas. Son numerosas las plagas que afectan al cultivo de soja y podemos citar en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, al grupo de las “orugas cortadoras”: *Agrotis malefida*, *Porosagrotis gypaetina*, *Agrotis ipsilon* y *Peridroma saucia*. Luego están las plagas que afectan al cultivo en sus etapas intermedias y finales de desarrollo como las “orugas defoliadoras” (*Rachiplusia nu*, *Anticarsia gemmatalis*, *Helicoverpa gelotopoeon*, *Achyra bifidalis*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera latifascia*, *Spilosoma virginica* y *Heliothis sp.* entre las de mayor difusión) y los ácaros pertenecientes al género *Tetranychus* como así también las chinches: *Piezodorus guildini* “Chinche de la alfalfa”, *Nezara viridula* “Chinche verde” y *Dichelops furcatus* “Chinche de los cuernitos” (Vitti y Sosa, 2008).

Dentro de las plagas que afectan al cultivo en sus etapas intermedias y finales de desarrollo, se encuentra el grupo de las “orugas defoliadoras”, éstas suelen presentarse causando

daño desde enero hasta abril, con la excepción de *Spodoptera frugiperda* (oruga militar tardía), la cual suele concentrar sus ataques al cultivo durante el mes de enero (Aragón, 2003). El daño de estas especies implica pérdida de área foliar, algunas de ellas afectan también tallos, frutos y semillas. Como para cualquier otra plaga de insectos, el clima y la alimentación constituyen los factores clave que determinan la dinámica de sus poblaciones, es decir, el incremento o disminución del número de individuos de una generación a otra a lo largo del tiempo. Si bien no se presentan todos los años, son una seria amenaza para el cultivo en años secos y con altas temperaturas que favorecen su desarrollo. Estas pueden ser monitoreadas en estado adulto con trampas de luz, con cuya información se pueden predecir sus ataques con varios días de anticipación (Igarzabal y Galvez, 2010).

Si bien la soja se caracteriza por tener una abundante área foliar en condiciones óptimas de crecimiento, es indispensable alcanzar el índice de área foliar crítico (3,5-4) oportunamente para que pueda maximizar el aprovechamiento de la radiación solar fotosintéticamente activa. A diferencia de otras especies como el maíz, posee una gran plasticidad vegetativa y reproductiva. No obstante, la fijación de granos, es muy sensible a la disponibilidad de recursos y cuando existen condiciones limitantes, como la falta de integridad del aparato foliar para interceptar radiación, se pierde eficiencia en los procesos fisiológicos afectándose la acumulación de materia seca y por ende el rendimiento. Si bien el número de granos es el componente más asociado a rendimiento es importante destacar que a medida que la soja progresa hacia nuevas etapas reproductivas, la capacidad de compensación ante situaciones de estrés disminuye y las pérdidas potenciales de rendimiento se incrementan por reducción del número y peso de granos (Tuttolomondo *et al.*, 2008).

Turnipseed (1972) estudió la incidencia de diferentes niveles de defoliación sobre el rendimiento en el cultivo de soja, encontrando que defoliaciones menores a un tercio del área foliar no afectan el rendimiento, mientras que con pérdidas del 67% del área foliar durante el período reproductivo se encontraron las mayores reducciones. Thomas *et al.* (1974) determinaron que las defoliaciones artificiales son útiles para simular el nivel de reducción del rendimiento y representan una estimación segura del daño real causado por los insectos.

Gazzoni y Minor (1979) estudiaron el efecto de una defoliación artificial en soja sobre el rendimiento y sus componentes. Reportaron que el rendimiento por hectárea decrece cuando se aplican niveles de defoliación elevados (66% y 100%) en los estadios más avanzados del cultivo. Estas reducciones fueron debidas principalmente a una disminución del número de vainas y al peso de la semilla, que fueron los componentes más afectados por los tratamientos.

Herbert *et al.* (1992) proponen que no es el porcentaje de defoliación lo que predice el rendimiento, sino el área foliar remanente y la intercepción de la radiación luego de la defoliación.

Board *et al.* (1994) encontraron que la disminución de rendimiento del cultivo de soja debido a la defoliación ocurre a través de la pérdida de área foliar y sus efectos subsecuentes sobre la planta: menor intercepción de luz, menor capacidad fotosintética, pérdida de material almacenado en hoja y acortamiento del período de llenado de granos. Fehr *et al.* (1977) concluye que durante estadios vegetativos y reproductivos tempranos, el cultivo puede tolerar defoliaciones como resultado de la producción de nueva área foliar.

Gazzoni y Moscardi (1997) estudiaron el efecto de diferentes niveles de defoliación sobre la recuperación del AF, el rendimiento y otras características agronómicas del cultivo de soja. Se aplicaron cuatro niveles de defoliación (0, 33, 67 y 100%) en cuatro estados de desarrollo (V3, V8, R2 y R6) del cultivo de soja. La defoliación se realizó de forma manual mediante el corte de un folíolo de cada hoja en cada 33% de defoliación aplicada. El rendimiento solo fue afectado por 67 y 100% de defoliación en R6 reduciéndolo en un 25 y 38% respectivamente.

Haile *et al.* (1998) demostraron que el daño por defoliación variaba según el grupo de madurez. Mientras que Gamundi y Perotti (2002) evaluando la incidencia de la defoliación sobre el rendimiento, en cultivares de soja de distintos grupos de madurez (III a VI), encontraron que la tolerancia de la soja a la defoliación varía según el estado fenológico, siendo considerablemente mayor en los estados vegetativos que en los reproductivos, independientemente del cultivar. Además concluyeron que en floración y R6 los cultivares pertenecientes a los grupos de madurez III y IV tuvieron menor Índice de Área Foliar (IAF) que los del grupo V y VI por lo que serían menos tolerantes a los insectos defoliadores resultando en Umbrales de Daño menores.

Peluzio *et al.* (2002) evaluaron la influencia de cuatro niveles de defoliación artificial (0, 33, 66 y 100%) en 5 estadios reproductivos (R1/R2, R3, R4, R5 y R6), sobre los componentes del rendimiento del cultivo de soja. Encontraron que los diferentes niveles de defoliación, durante el periodo reproductivo, afectaron significativamente la producción de granos, generando mayores reducciones en los rendimientos a medida que se incrementa el nivel de defoliación. Así mismo, encontraron que defoliaciones durante R4 resultaron en menos vainas por planta, mientras que menor peso de la semilla fue encontrado cuando las defoliaciones se realizaron en los estadios R5 y R6.

Aragón (2003) encontró que defoliaciones de un tercio del área foliar en estado vegetativo o de plena floración (R2) no provocan mermas significativas del rendimiento y que 15 a 17% de defoliación no causan daño en ningún estado de desarrollo. Las pérdidas en los rendimientos pueden ocurrir con defoliaciones mayores a partir de floración y del inicio del llenado de grano (R5). A partir de R6 la tolerancia vuelve a incrementarse.

Perotti y Gamundi (2006) en siembras de primera época, estudiaron la incidencia de la defoliación artificial (0, 33, 67 y 100%), en dos estados fenológicos: R1-R2 y R5, utilizando cultivares de GM III, IV y V, en tres espacimientos entre líneas (35, 52 y 70cm). Se comprobó que en floración los rendimientos de los cultivares del GM III (DM3700) y GM V (A5520) fueron afectados significativamente a partir del 67% de defoliación. La interacción espaciamiento por nivel de defoliación no fue significativa, lo cual indica que la pérdida de área foliar tubo los mismos efectos independientemente del espaciamiento y de los cultivares. Estos resultados muestran que la capacidad de compensar los daños por defoliación permite un amplio margen de tolerancia en la etapa previa a la formación de granos. En cambio en la etapa de llenado de granos (R5), en la mayoría de los tratamientos, el 33% de defoliación provocó mermas importantes en el rendimiento que justifican el control de la plaga.

Perotti y Gamundi (2007) evaluaron la incidencia de una defoliación natural sobre el rendimiento y sus componentes, en cultivares de soja de los grupos de madurez III, IV y V. Encontraron que los cultivares respondieron de igual forma independientemente del nivel de defoliación. Además se registró una tendencia decreciente del rendimiento con el incremento de los niveles de defoliación, afectándolo significativamente a partir del nivel medio (aproximadamente 27%).

Gregorutti *et al.* (2008) muestran que las defoliaciones artificiales son útiles para simular el nivel de reducción de rendimiento producido por adversidades que no afecten la eficiencia de conversión de la radiación interceptada. Ellos evaluaron el impacto de cuatro niveles defoliaciones (DEF) (0, 33, 66, 100%) realizadas en dos momentos (R3 y R5), y tres ubicaciones en la canopia (tercio medio, superior y defoliación uniforme). Se evaluó el rendimiento en granos, sus componentes numéricos y la intercepción de la radiación en R5.5. Concluyen que el rendimiento, el peso (PG) y el número de granos por m² (NG) fueron afectados por el nivel de DEF de manera diferente según el estadio en el que la defoliación fue realizada. La DEF en R3 redujo el rendimiento y el NG (13, 20 y 90%), en relación con el testigo, mientras que en la DEF en R5 no hubo diferencias significativas por efecto de los factores evaluados. La DEF en R3 redujo el PG en un 32% sólo en el tratamiento de DEF total, mientras que en R5 el PG fue

afectado también por la ubicación en la canopia. En efecto, el PG disminuyó un 22% con un 66% de DEF uniforme en la canopia realizada en R5, en contraste con los tratamientos con el mismo nivel del tercio medio e inferior. El PG disminuyó, en el promedio de los tratamientos, 0,44% por cada 1% de reducción en la intercepción de la radiación en R5.5. La ubicación de la DEF en la canopia sólo tuvo impacto en el PG cuando se redujo la intercepción de la radiación en estadio de R5. Las DEF totales en R3 afectaron más al rendimiento y al PG que en R5.

Otras investigaciones realizadas por Tuttolomondo *et al.* (2008) consistieron en evaluar tratamientos con defoliaciones leves y severas en distintos momentos del ciclo del cultivo R3 y R5.5. Se efectuaron tres intensidades de defoliación: 0% (testigo), 33%, 66% y 99%. Las variables analizadas fueron: rendimiento (kg/ha), número de semilla/m² (Nº) y peso de semilla (g). Los resultados demostraron que defoliaciones realizadas en el estadio R3 registraron diferencias significativas ($P \leq 0,01$) para el rendimiento y el componente N° de granos/m². En cambio, para el componente Peso de grano, no hubo diferencias significativas. Cuando las defoliaciones se realizaron en R5.5, se registraron diferencias significativas para rendimiento ($P \leq 0,05$) y para Peso de granos ($P \leq 0,01$) pero no para el Número de semillas/m². La pérdida de área foliar (valores promedio de los tres niveles de defoliación) en R3 redujo el rendimiento en un 27% respecto al testigo, mientras que en R5.5 la merma de rendimiento en promedio fue del 33% respecto al testigo. La mayor capacidad de compensación en períodos reproductivos tempranos (menor número de vainas compensa con el aumento de número de granos por vaina y/o peso de grano) incidió en la diferencia de los rendimientos obtenidos entre los dos estadios fenológicos donde se aplicaron los diferentes niveles de defoliación, por lo tanto las mayores reducciones de rendimiento en R5.5 (en comparación con las realizadas en R3) se explican por la pérdida de la capacidad compensatoria que presenta el cultivo en esa etapa fenológica.

Perotti y Gamundi (2009) evaluaron en siembras de primera y segunda época defoliaciones naturales provocadas por larvas de *Rachiplusia nu* y *Anticarsia gemmatalis*, sobre cultivares de GM III, IV, V y VI, sembrados en tres espaciamientos entre líneas de siembra (26, 52 y 70 cm). En las sojas de primera, se encontró una respuesta lineal a la defoliación en los cultivares de los tres primeros GM sobre el rendimiento, independientemente del espaciamiento, registrando disminuciones significativas a partir de 15% de defoliación. En sojas de segunda época de siembra, defoliaciones del 14%, en los cultivares del GM III, IV y V, provocaron mermas de rendimiento que justifican la aplicación de una medida de control. En cambio en el cultivar del GM VI, este nivel de defoliación no afectó el rendimiento. Estos mismos autores, mostraron que los cultivares de los GM III, IV y V son menos tolerantes a la defoliación en la

etapa reproductiva que los cultivares pertenecientes a los GM VI y VII utilizados antiguamente. En cambio en la etapa vegetativa ambos grupos se comportan de la misma manera, lo que permite determinar una amplia capacidad de tolerancia a la defoliación.

Boito *et al.* (2012) estudiaron la influencia de cinco niveles de defoliación artificial (T5: 0, T1: 10, T2: 20, T3: 30 y T4: 40%) en dos estadios fenológicos: R3 y R5.5, utilizando el cultivar Don Mario 5.8i de ciclo largo. Los resultados mostraron que la defoliación realizada en R3 incidió significativamente sobre el rendimiento provocando reducciones respecto al testigo de 15, 22, 23 y 40 % en T1, T2, T3 y T4 respectivamente. El número de vainas/planta y peso de los 1000 granos también se vieron afectados obteniéndose reducciones del 22,4 % y 14,8 % respectivamente en el tratamiento con 40% de defoliación. En R5.5 la defoliación no incidió en sobre ninguno de los parámetros evaluados, lo que lleva a concluir que la etapa de formación de vainas fue la más sensible a este daño.

En base a lo expuesto surge para el desarrollo de este proyecto la siguiente hipótesis:

1- Hipótesis

- ✓ *Diferentes niveles de defoliación ocasionados al cultivo de soja afectan de distinta manera los rendimientos.*

2- Objetivo General

- ✓ *Cuantificar el impacto de diferentes grados de defoliación artificial sobre el rendimiento y sus componentes en un cultivar de soja de ciclo intermedio.*

3- Objetivos Específicos

- ✓ *Obtener manualmente diferentes niveles de defoliación.*
- ✓ *Cuantificar el rendimiento y sus componentes para cada nivel de defoliación realizado.*
- ✓ *Determinar las pérdidas ocasionadas al cultivo por los diferentes niveles de defoliación.*
- ✓ *Estimar la función de daño realizado por orugas defoliadoras en un cultivar de soja GM 5.0.*

MATERIALES Y MÉTODOS:

El ensayo se realizó durante el ciclo agrícola 2011/2012, en un lote dentro del Campo de Docencia y Experimentación de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC, situado sobre Ruta 36, km 601, Río Cuarto (Figura 1).



Figura 1: Imagen de la zona de estudio con localización del sitio de ensayo (Google Maps, 2013).

El cultivo de soja se sembró bajo el sistema de Siembra Directa, el 10 de noviembre de 2011 con el cultivar Nidera A 5009 (GM V indeterminado) de ciclo intermedio a una distancia entre hileras de 0,52 m (Figura 2).



Figura 2: Vista general del ensayo (09/12/12).

El diseño fue en bloques completamente aleatorizados, con cinco tratamientos: T1: 10 % de defoliación, T2: 20 % de defoliación, T3: 30 % defoliación, T4: 40 % defoliación y T5: sin defoliación, y cinco repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue de 8 surcos de 10 m de largo (Figura 3).

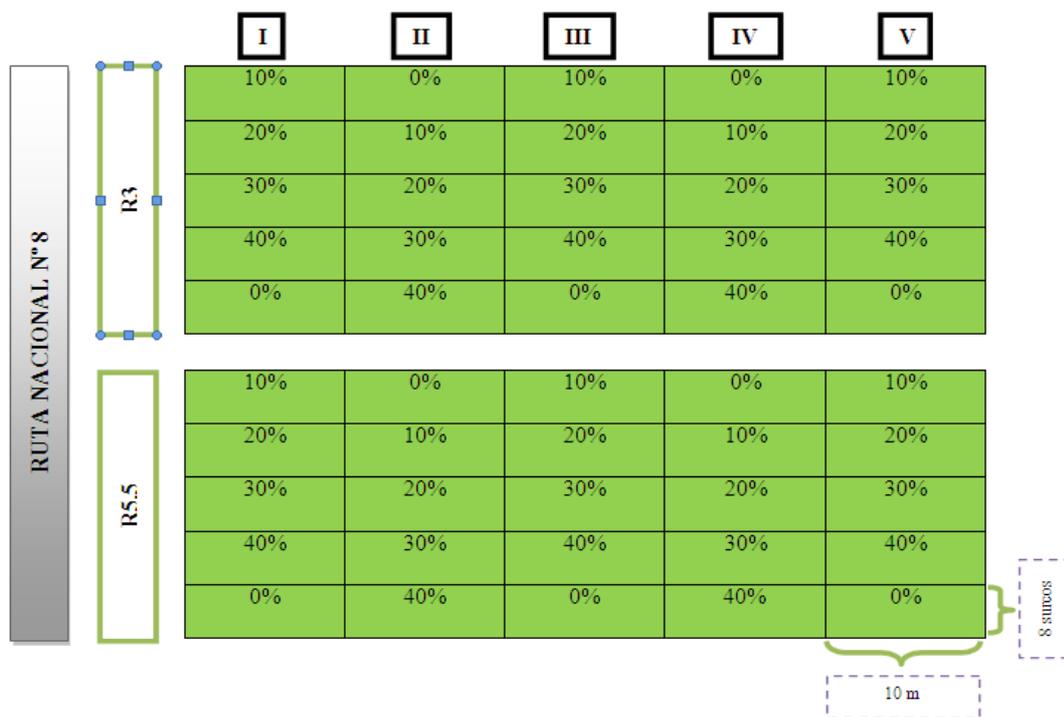


Figura 3: Plano del ensayo realizado en el campo experimental de la UNRC.

Durante todo el ciclo del cultivo se realizó un seguimiento de la fenología del mismo, utilizando la escala fenológica de Fehr *et al.* (1971).

En cada unidad experimental se establecieron 3 unidades muestrales de 0.5 m² y se procedió a la defoliación manual de todas las plantas extrayendo folíolos o parte de ellos para lograr el % deseado (Figura 4), ello se llevó a cabo en dos estados fenológicos: R3 y R5.5. El cultivo se mantuvo libre de plagas y enfermedades foliares aplicando insecticidas y fungicidas apropiados.

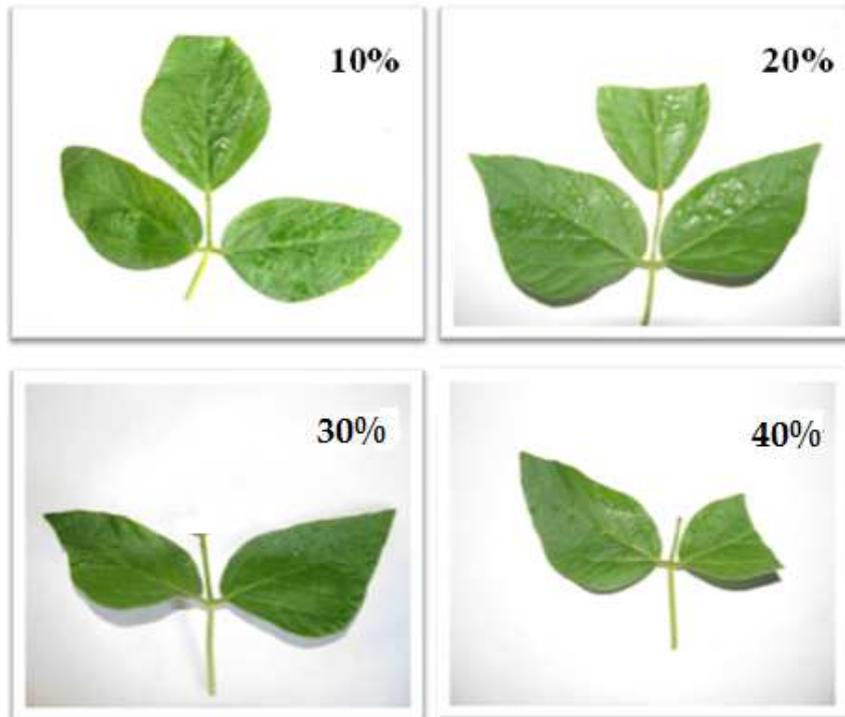


Figura 4: Niveles de defoliación artificial.

En madurez de cosecha se recolectaron las plantas de cada unidad muestral y se evaluaron los componentes del rendimiento: número de vainas/planta, número de granos/vaina y número de granos/m², luego se procedió a la trilla con una trilladora estática evaluando el rendimiento y el peso de 1000 granos para cada unidad experimental.



Figura 5: Cosecha y recolección de plantas de cada unidad muestral (20/04/12)

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y test de comparación de medias (LSD Fisher) utilizando el programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2011), para determinar si existieron diferencias estadísticas significativas de rendimiento y sus componentes entre los diferentes grados de defoliación para cada uno de los estadios fenológicos en estudio.

Asimismo las pérdidas porcentuales de rendimiento fueron transformadas a los modelos Monomolecular, Logístico, Gompertz y Exponencial a efectos de obtener la función de daño con el modelo que tenga mejor ajuste.

RESULTADOS Y DISCUSION

La respuesta del cultivo a la defoliación resultó dependiente del nivel de defoliación y del estadio del cultivo en que la misma fue realizada.

Al analizar la variable número de vainas por planta se observa (Figura 6) que la misma fue disminuyendo a medida que aumentaba el grado de defoliación al que fue sometido el cultivo, aunque al realizarse el análisis estadístico (ANAVA) no mostró diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) para los diferentes niveles de defoliación en los dos estadios del cultivo, con un coeficiente de determinación (R^2) de 66 % y coeficiente de variación (C.V) de 15 % para R3 y un R^2 de 48 % y C.V. de 16,37 %, para R5.5.

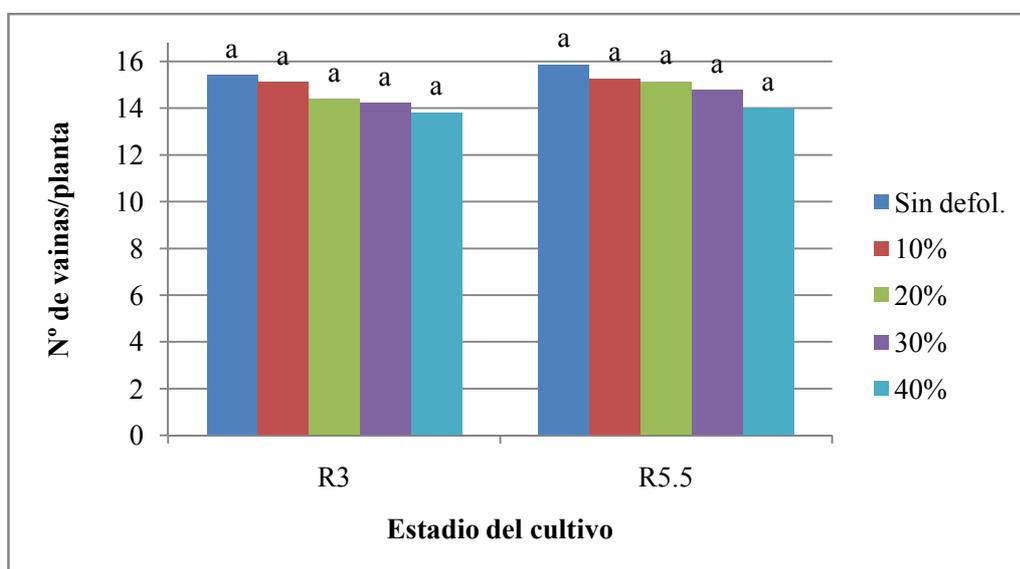


Figura 6: Número de vainas por planta para los diferentes niveles de defoliación (%) en los dos estadios fenológicos evaluados para el cultivo de soja.

Lo mismo ocurrió con la variable número de granos por vaina (Figura 7) que también disminuyó a medida que se incrementaba la defoliación aunque se vio más afectada en el estadio R5.5. Al realizar el análisis estadístico correspondiente se encontró que no hubo diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) entre los diferentes tratamientos evaluados, con un R^2 de 70 % y un C.V. de 6,61 % para el estadio R3 y un R^2 de 60% y un C.V. de 8,25 % para R5.5.

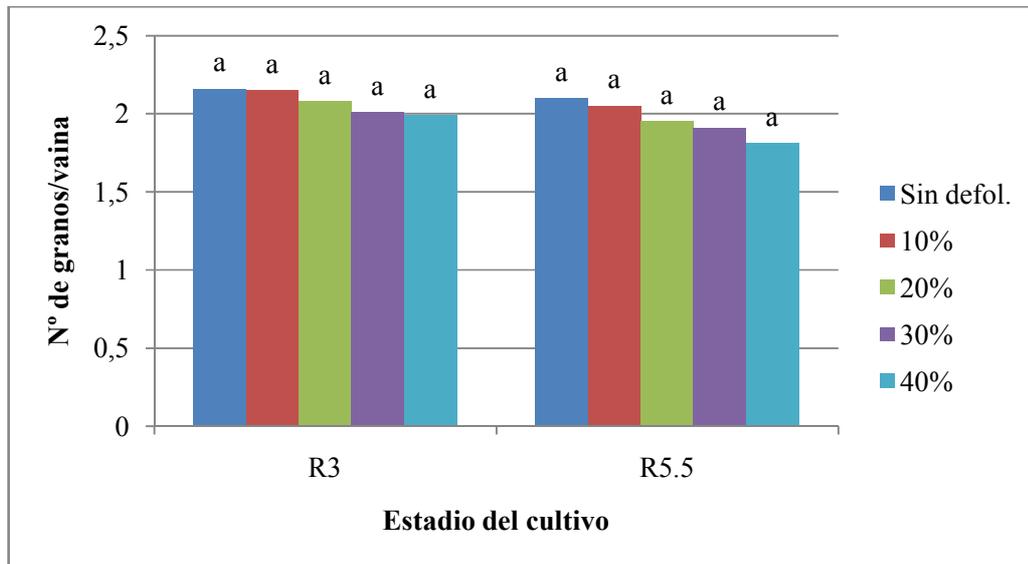


Figura 7: Número de granos por vaina para los diferentes niveles de defoliación en los dos estadios fenológicos evaluados para el cultivo de soja.

Al analizar el componente del rendimiento número de granos por metro cuadrado se observa (Figura 8) que, al igual que el número de granos/vaina, la defoliación afectó más en la etapa reproductiva avanzada. El análisis estadístico mostró que para los dos estadios del cultivo hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$) con un R^2 de 57 % y 71% y un C.V de 17,57 % y 18,52 % para R3 y R5.5 respectivamente.

Cuando se realiza el test de comparación de medias LSD-Fisher se observa que solo se presentan diferencias estadísticas significativas cuando los niveles de defoliación fueron del 30 y 40 % respecto al 10 % y al tratamiento sin defoliación, tanto en el estadio R3 (Tabla 1) como R5.5 (Tabla 2).

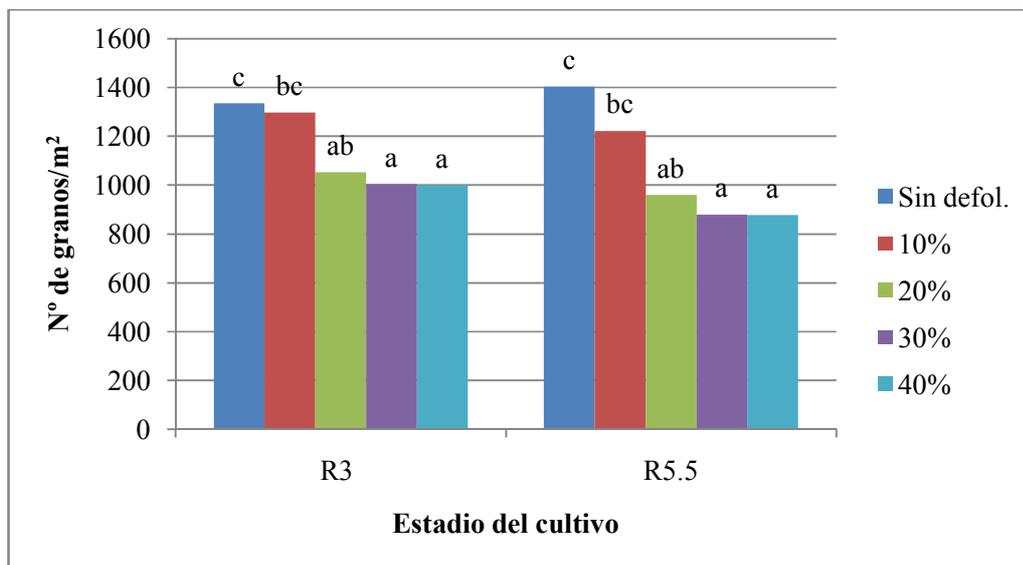


Figura 8: Número de granos por metro cuadrado para los diferentes niveles de defoliación (%) en los dos estadios fenológicos evaluados en el cultivo de soja.

Tabla 1: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por metro cuadrado entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.

Tratamiento	Medias	n	E.E		
40 %	999,96	5	89,4	A	
30 %	1003,91	5	89,4	A	
20 %	1052,5	5	89,4	A	B
10 %	1297,29	5	89,4	B	C
Sin defoliación	1335,22	5	89,4		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 2: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por metro cuadrado entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.

Tratamiento	Medias	n	E.E		
40 %	876,93	5	88,5	A	
30 %	878,95	5	88,5	A	
20 %	959,89	5	88,5	A	B
10 %	1222,4	5	88,5	B	C
Sin defoliación	1404,02	5	88,5		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En el estadio R3 las defoliaciones incidieron significativamente sobre el número de granos por metro cuadrado, coincidiendo con lo expresado por Tuttolomondo *et al.* (2008) provocando reducciones respecto al testigo de 19, 22 y 23 % en T2, T3 y T4 respectivamente. Mientras que en el estadio R5.5 las defoliaciones incidieron significativamente sobre el número de granos por metro cuadrado provocando reducciones respecto al testigo de 32, 37 y 38 % en T2, T3 y T4 respectivamente, a diferencia de lo encontrado por Gregorutti *et al.* (2008) quienes demostraron que no hubo diferencias estadísticas significativas en el factor evaluado para este estadio.

Para el componente peso de 1000 granos se observa (Figura 9) que en el estadio R3 no hubo diferencias entre los tratamientos pero sí en el estadio reproductivo R5.5. Cuando se realiza el análisis estadístico se muestra que no hubo diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) para los diferentes niveles de defoliación, con un R^2 de 65 % y un C.V de 3,27 % para el estadio fenológico R3. De manera contraria en el estadio R5.5 el correspondiente análisis estadístico realizado demuestra que hubo diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos con un R^2 de 64 % y un C.V de 4,55 %. Al realizar el test LSD (Fisher) para el estadio R5.5 se observa que solo se diferenció el tratamiento sin defoliar del resto sin mostrar diferencias entre ellos (Tabla 3).

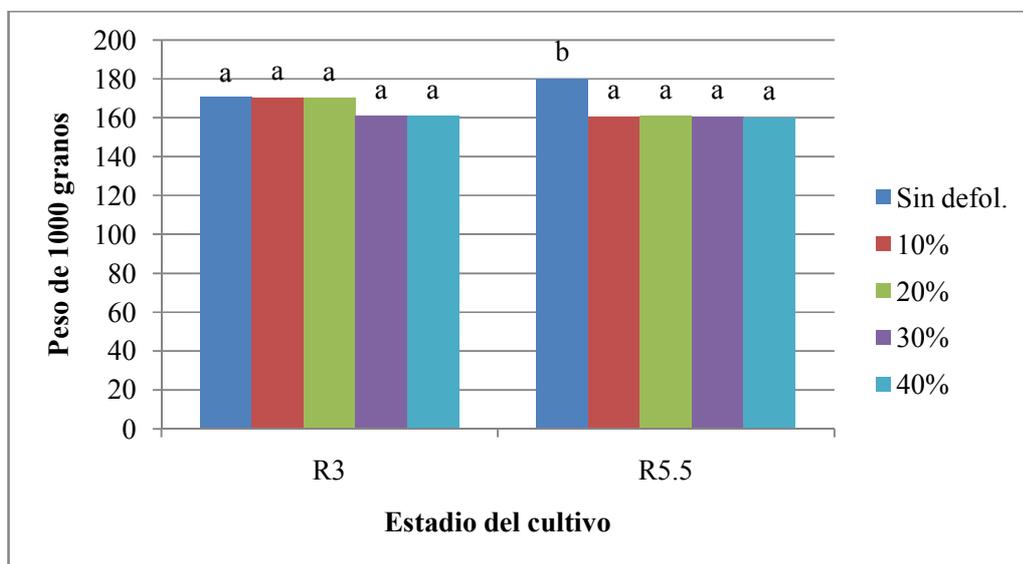


Figura 9: Peso de 1000 granos para los diferentes niveles de defoliación (%) en los dos estadios fenológicos evaluados en el cultivo de soja.

Tablas 3: Test LSD Fisher ($\alpha: 0,05$) para evaluar diferencias estadísticas significativas del peso de 1000 granos entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.

Tratamiento	Medias	n	E.E	
40 %	160,18	5	0,34	A
30 %	160,69	5	0,34	A
20 %	160,87	5	0,34	A
10 %	160,67	5	0,34	A
Sin defoliación	180	5	0,34	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Las defoliaciones realizadas en el estadio R3 no registraron diferencias estadísticas significativas para la variable peso de 1000 granos, en contraposición a lo investigado por Gregorutti *et al.* (2008) quienes demostraron que las defoliaciones en R3 afectaron en forma significativa tanto al rendimiento como al componente peso del grano. Para el estadio R5.5 si se constató que hubo diferencias estadísticas significativas sobre el peso de 1000 granos provocando una reducción total promedio de los cuatro tratamientos de defoliación T1, T2, T3 y T4 del 8% respecto al testigo; coincidiendo con lo expresado por Peluzio *et al.* (2002) quienes demostraron que el menor peso del grano fue encontrado cuando las defoliaciones se realizaron en los estadios R5-R6.

El rendimiento disminuyó a medida que se incrementó el nivel de defoliación ocasionada al cultivo en los dos estadios fenológicos evaluados (Figura 10), coincidiendo con lo expresado por Gazzoni y Moscardi (1997), Peluzio *et al.* (2002), Aragón (2003), Perotti y Gamundi (2006, 2007) y Gregorutti *et al.* (2008).

Cuando se realiza el correspondiente análisis estadístico surge que para las defoliaciones realizadas en los dos estadios hubo diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$) entre tratamientos, con un R^2 de 74 % y un C.V de 14,67 % para el estadio R3 y un R^2 del 91 % y un C.V de 8,13 % para R5.5.

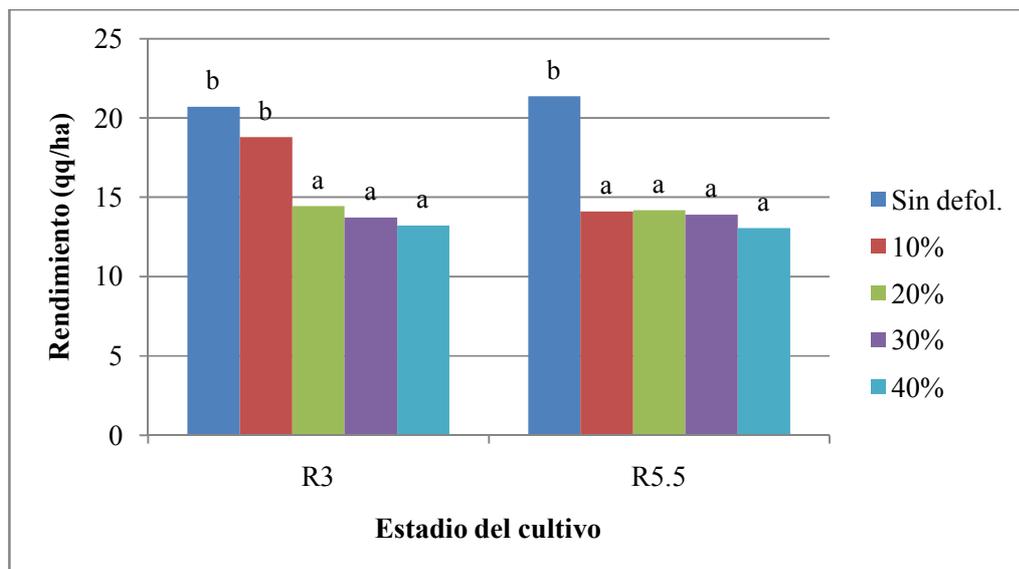


Figura 10: Rendimiento (qq/ha) para los diferentes niveles de defoliación en los dos estadios fenológicos evaluados para el cultivo de soja.

El test de comparación de medias LSD-Fisher muestra que en el estadio R3 hubo diferencias estadísticas significativas cuando los niveles de defoliación fueron del 20, 30 y 40 % respecto al 10 % y al tratamiento sin defoliación (Tabla 4). En el estadio R5.5 todos los niveles de defoliación mostraron diferencias estadísticas significativas de rendimiento con respecto al tratamiento sin defoliación, no existiendo diferencias entre los niveles de defoliación (Tabla 5).

Tabla 4: Test LSD Fisher ($\alpha: 0,05$) para evaluar diferencias estadísticas significativas de rendimiento entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.

Tratamiento	Medias	n	E.E	
40 %	13,23	5	1,06	A
30 %	13,72	5	1,06	A
20 %	14,44	5	1,06	A
10 %	18,79	5	1,06	B
Sin defoliación	20,71	5	1,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 5: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas de rendimiento entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.

Tratamiento	Medias	n	E.E	
40 %	13,05	5	0,56	A
30 %	13,91	5	0,56	A
20 %	14,18	5	0,56	A
10 %	14,11	5	0,56	A
Sin defoliación.	21,37	5	0,56	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El rendimiento resultó afectado en forma diferencial según el estadio fenológico en cuestión, tal como encontraron Gamundi y Perotti (2002), Peluzio *et al.* (2002), Aragón (2003), Gregorutti *et al.* (2008) y Tuttolomondo *et al.* (2008). Las defoliaciones realizadas en R3 afectaron en menor medida los rendimientos cuando se realizó un 10% de defoliación si la comparamos con ese nivel de defoliación realizado en R5. Para niveles mayores de defoliación la incidencia sobre los rendimientos fue similar para los dos estadios del cultivo.

Esta reducción de rendimiento producida como resultado de una defoliación durante el período reproductivo se debe según Board *et al.* (1994) a la pérdida de área foliar y sus efectos subsecuentes sobre la planta, entre ellos la menor capacidad fotosintética y la pérdida de material almacenado en hoja, resultando así en una menor disponibilidad de asimilados.

El estadio R3 no presentó diferencias significativas entre el rendimiento obtenido con un 10% de defoliación y el tratamiento sin defoliación en coincidencia con lo expresado por Turnipseed (1972), Aragón (2003) y Perotti y Gamundi (2007) quienes encontraron que los niveles de defoliación menores a un tercio del área foliar no afectaron el rendimiento del cultivo. Sin embargo esto no ocurrió en el estadio R5.5 que sí presentó diferencias significativas con defoliaciones menores a un tercio respecto del tratamiento sin defoliar, lo que no coincide con Perotti y Gamundi (2009) quienes encontraron que con defoliaciones naturales del 14% ya se producían mermas de rendimiento.

A partir del 20% de defoliación ambos estadios presentaron diferencias estadísticas significativas respecto del tratamiento sin defoliar, a diferencia de lo encontrado por Gazzoni y Minor (1979) y Gazzoni y Moscardi (1997) quienes registraron diferencias significativas a partir de 66% de defoliación.

Defoliaciones realizadas durante estadios vegetativos, frecuentemente no reducen la producción de granos, pero sí producen disminuciones significativas cuando la misma es realizada durante estadios reproductivos (Gazzoni y Minor, 1979, Gamundi y Perotti, 2002;

Aragón, 2003) coincidiendo con lo encontrado en este trabajo, en donde se confirma la disminución del rendimiento y sus componentes cuando el mismo es sometido a defoliaciones realizadas durante los estadios más avanzados del cultivo.

Al analizar la incidencia de cada nivel de defoliación sobre las pérdidas porcentuales de rendimiento se observa (Figura 11) que la misma fue mayor en el estadio fenológico R5.5 para todos los niveles de defoliación. Existió una marcada diferencia entre estadios para el 10% de defoliación, el cual ocasiono pérdidas de rendimiento de 9,28% y 33,98% para R3 y R5.5 respectivamente. Con niveles más altos de defoliación las diferencias de pérdidas entre estadios fueron menores.

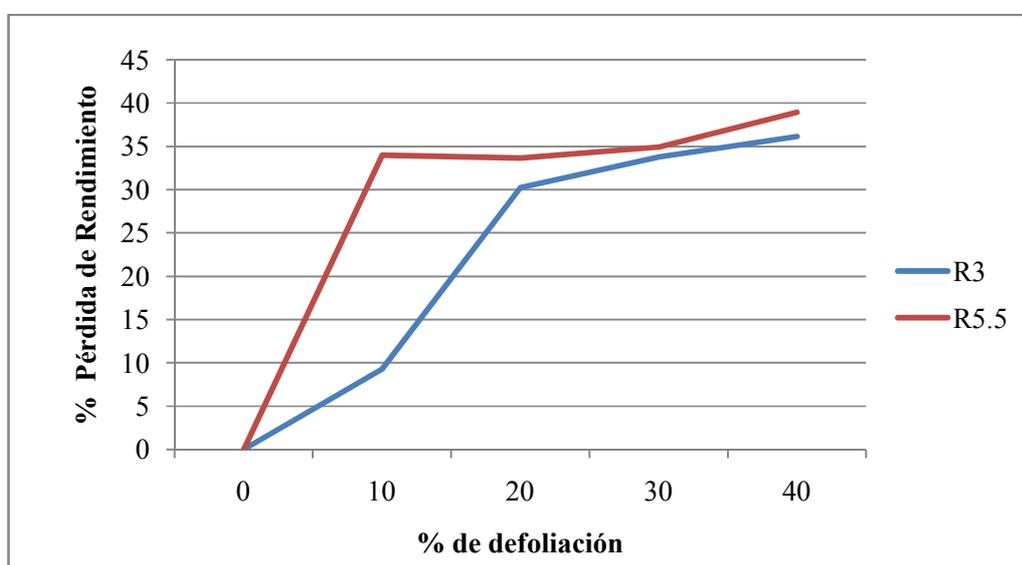


Figura 11: Pérdidas de rendimiento (%) ocasionadas por distintos niveles de defoliación en los dos estadios fenológicos evaluados.

Esto significa que cuando las defoliaciones se producen en estadios reproductivos más avanzados se puede tolerar menos daño que cuando ocurren en los primeros estadios reproductivos coincidiendo con lo expresado por Aragón (2003), Perotti y Gamundi (2006) y Tuttolomondo *et al.* (2008) quienes encontraron que la capacidad de compensar los daños por defoliación permite un amplio margen de tolerancia en la etapa previa a la formación de grano. En cambio en la etapa de llenado de grano restricciones en la fotosíntesis ocasionada por los distintos niveles de defoliación aplicados pueden comprometer la disponibilidad de asimilados por semilla, reduciendo su tasa de crecimiento o la duración del llenado (Satorre *et al.* 2003), provocando de esta manera mermas en el rendimiento que justificarían el control de la plaga en

la mayoría de los tratamientos. En contraposición a lo encontrado en este trabajo Gregorutti *et al.* (2008) y Boito *et al.* (2012) trabajando con cultivares de ciclo largo, encontraron que las defoliaciones en la etapa de llenado de grano no incidieron sobre ninguno de los parámetros evaluados, lo que los llevó a concluir que la etapa de formación de vainas fue la más sensible a este daño.

Al realizar el ajuste de las pérdidas de rendimiento según los diferentes modelos propuestos se observa que, para los dos estadios fenológicos estudiados, el modelo que mejor ajusta es el Monomolecular con un R^2 de 0.99 y 0.93 y un nivel de significancia de 0.0001 y 0.0020 para R3 y R5.5 respectivamente (Figuras 12 y 13).

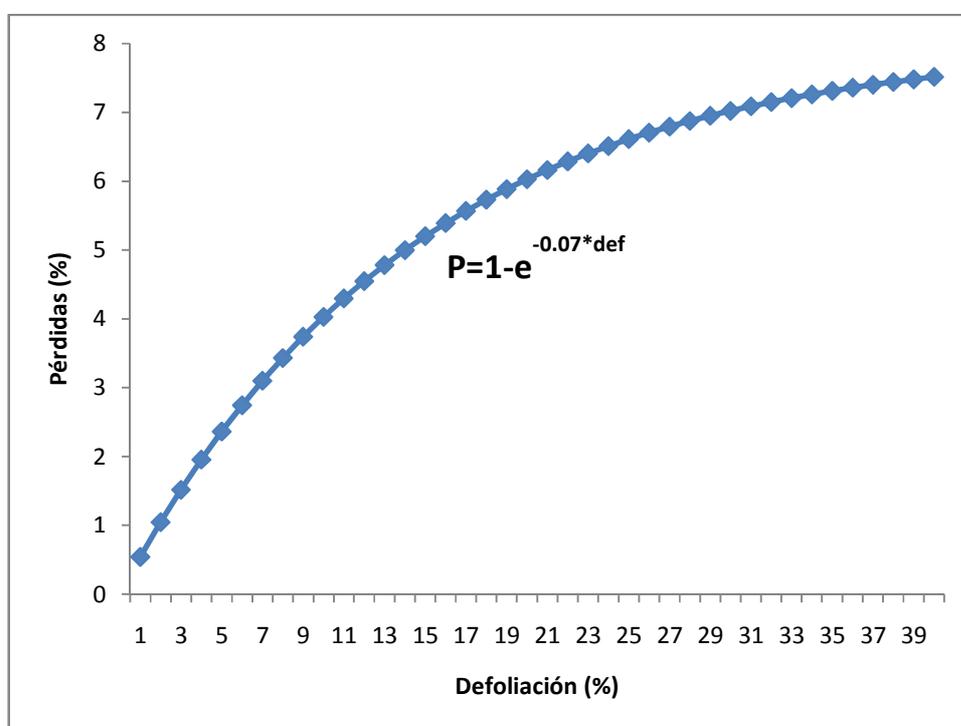


Figura 12: Función de daño para defoliación en estadio fenológico R3, en el cultivar Nidera A 5009.

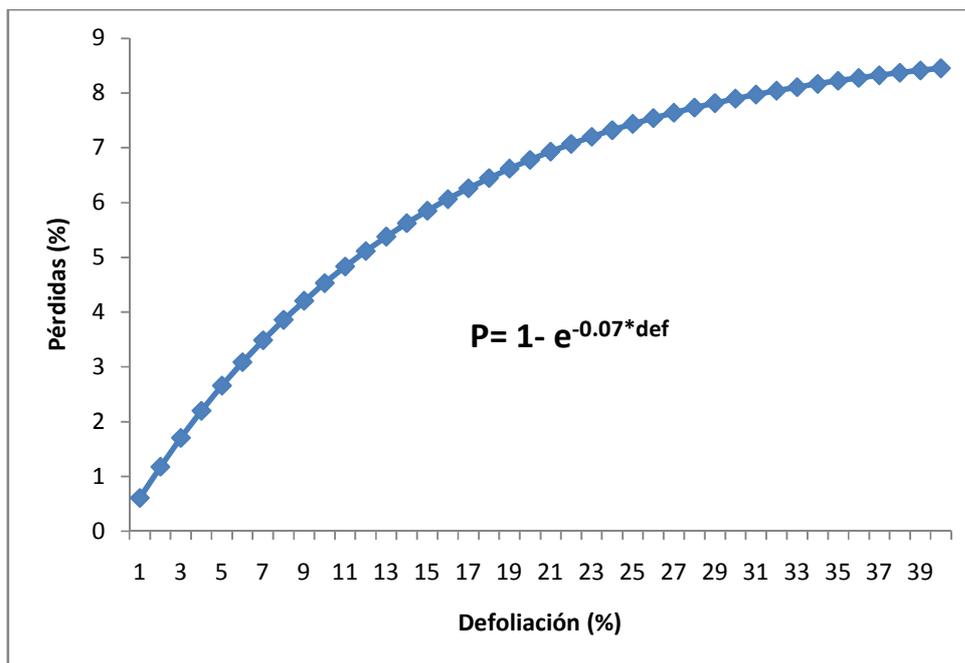


Figura 13: Función de daño para defoliación en estadio fenológico R5.5, en el cultivar Nidera A 5009.

CONCLUSIONES

De los resultados del presente estudio se puede concluir que:

La fijación de granos, es muy sensible a la disponibilidad de recursos y cuando existen condiciones limitantes, como la falta de integridad del aparato foliar para interceptar radiación, se pierde eficiencia en los procesos fisiológicos afectándose la acumulación de materia seca y por ende el rendimiento.

Para el cultivar Nidera A 5009 (ciclo intermedio) la etapa de llenado de granos se ve más afectada que la etapa de formación de vainas por los daños ocasionados por las defoliaciones, en contraposición a lo obtenido por Boito *et al.* (2012), para el cultivar Don Mario 5.8i (ciclo largo).

Las defoliaciones artificiales realizadas durante el estado de formación de vainas y desarrollo de granos en soja afectan los rendimientos del cultivo cuando las mismas son superiores al 20%.

Para niveles de defoliación inferiores a dicho valor (20%) la incidencia sobre el rendimiento varía según el estadio fenológico evaluado. Para nuestro caso el impacto sobre el rendimiento con un 10% de defoliación fue superior en el estadio de llenado de granos (R5.5).

Recomendaciones que surgen de los resultados obtenidos

En virtud de los resultados obtenidos, que en alguna medida contradicen lo que concluyen otros autores, se sugiere realizar estudios posteriores a fin de revalidar o verificar su veracidad.

Si bien en este estudio no se contempló la variación del Índice de Área Foliar con los distintos niveles de defoliación, se debe destacar que es necesario realizarlo ya que se debe lograr un IAF óptimo (3,5-4) entre R4 a R6, considerado período crítico, para que no se afecte el rendimiento del cultivo.

Las defoliaciones artificiales representan el daño que puede causar la presencia de orugas defoliadoras en el cultivo de soja, pero por sí sola no nos define la necesidad de control, debemos ajustar el nivel de defoliación que ese cultivo en particular estaría en condiciones de tolerar en función de su estado fenológico, condiciones de desarrollo, tipo de cultivar, así como clase y condición del suelo, y la presencia y abundancia de la plaga, a fin de tomar una correcta decisión.

Habría que optimizar las condiciones del cultivo durante el período reproductivo, de manera tal de evitar impactos en los rendimientos, a los fines de lograr un área foliar adecuada para que las hojas intercepten la mayor parte de la radiación solar incidente para la producción de materia seca, la cual será importante para definir el rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- ARAGÓN J. R. 2003. Manejo integrado de plagas del cultivo de soja en la Región Pampeana Central. En El Libro de la Soja. Ediciones Sema. Argentina. p: 149-158.
- BOARD, J. E.; WIER, A. T. y D. J. BOETHEL. 1994. Soybean yield reductions caused by defoliation during mid to late seed filling. *Agronomy Journal*. 86. p: 1074-1079.
- BOITO, G.T.; GIUGGIA, J.A.; CRENNNA, A.C.; GIOVANINI, D. y THOREAU, J. 2012. Efecto de la defoliación artificial sobre el rendimiento en un cultivar de soja de ciclo largo. **Actas de las XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas**. San Luis. p: 242.
- DE LA VEGA, A. y E. DE LA FUENTE. 2004. Elección de genotipos. En: Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. 2da edición. Ed: A. Pascale, Buenos Aires. p: 319-345
- DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; y C. W. ROBLEDO. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- DROS, J.M. 2004. Manejo del boom de la soja: Dos escenarios sobre la expansión de la producción de la soja en América del Sur. *Aidenvironment*. Ámsterdam. p: 11-20.
- FEHR, W.; CAVINESS, C.; BURMOOD, D. y J. PENNINGTON. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *glycine max (L.) Merrill*. *Crop Science*. 11. p: 929-931.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; y J. J. VORST. 1977. Response of indeterminate and determinate soybean cultivars to defoliation and half-plant cut-off. *Crop Science*. 17. p: 913-917.
- GAMUNDI, J.C. y E. PEROTTI. 2002. Manejo integrado de orugas defoliadoras y chinches: umbrales de daño. En: www.agrolluvia.com. Consultado: 12-03-2013.
- GAZZONI D. C. y H. C. MINOR. 1979. Efeito do desfolhamento artificial em soja, sobre o rendimento e os seus componentes. En: Londrina: EMBRAPA-CNPSO. 2. p: 47-57.

- GAZZONI D. C. y F. MOSCARDI. 1997. Effect of defoliation levels on recovery of leaf area, on yield and agronomic traits of soybean. En: *Pesq. Agropec. Bras.* 33. p: 411-424.
- GERSTER, G. y S. BACIGALUPPO. 2009. Como alcanzar altos rendimientos en soja. Para mejorar la producción 42 – INTA EEA Oliveros. p: 63-64.
- GIANCOLA, S. I.; SALVADOR, M. L.; COVACEVICH, M. y G. ITURRIOZ. 2009. Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales. Análisis de la cadena de soja en la Argentina. INTA. ISSN 1852-4605 N° 3. p: 13.
- GOOGLE MAPS. 2013. Google datos de mapa, Europa technologies. En: <http://maps.google.com>. Consultado: 11-10-2013.
- GREGORUTTI, C. V.; SALUSO, A. y O. P. CAVIGLIA. 2008. Defoliaciones artificiales en soja: momento, intensidad y ubicación en la canopia. **27° Reunión Argentina de Fisiología Vegetal**. Rosario- Santa Fe, Argentina. p: 100.
- HAILE, F.J., L.G. HIGLEY, y J.E. SPECHT. 1998. Soybean cultivars and insect defoliation: Yield loss and economic injury levels. *Agronomy Journal*. 90. p: 344–352.
- HERBERT, D.A., T. P. MACK, P. A. BACKMAN y R. RODRIGUEZ-KABANA. 1992. Validation of a model for estimating leaf-feeding by insects in soybean. *Crop Protection*. 11. p: 27-34.
- IGARZÁBAL, D. y GALVEZ, M. C. 2010. Informe de la situación de plagas del cultivo de soja en el centro de Argentina para la primera semana de febrero de 2010. Informe para Centinela Plagas alerta de Syngenta. Protección Vegetal-LIDER S. A. 18 p.
- KANTOLIC, A. y E. SATORRE. 2004. Elementos centrales de ecofisiología del cultivo de soja. En: *Manual práctico para la producción de soja*. 1ra ed. Ed: M. Díaz Zorita y G. Duarte, Buenos Aires. p: 19-37.
- MELGAR, R.; VITTI, G. y BENITES, V. 2011. Fertilizando para altos rendimientos. Soja en Latinoamérica. Instituto Internacional de la Potasa Horgen/Suiza. Boletín No. 20. p: 6.

- PELUZIO, J. M., H. B. BARROS, R. N. C. ROCHA, R. R. DA SILVA e I. RODRIGUES DO NASCIMENTO. 2002. Influência do desfolhamento artificial no rendimento de grãos e componentes de produção da soja [Glycine max (L.) Merrill]. En: Ciencia y Agrotecnología., UFLA. 26(6). p: 1197-1203.
- PEROTTI, E. R. y J. C. GAMUNDI. 2006. Incidencia de la defoliación en cultivares determinados e indeterminados (GM III, IV y V) con diferentes espaciamientos entre líneas. Para Mejorar la Producción 33 - INTA EEA Oliveros. p: 86-91.
- PEROTTI, E. R. y J. C. GAMUNDI. 2007. Evaluación del daño provocado por lepidópteros defoliadores en cultivares de soja determinados e indeterminados (GM III, IV y V) con diferentes espaciamientos entre líneas de siembra. Para Mejorar la Producción 36 - INTA EEA Oliveros. p: 119-125.
- PEROTTI, E. R. y GAMUNDI, J. C. 2009. La importancia de saber proteger oportunamente las hojas del cultivo de soja. Para mejorar la producción 42 – INTA EEA Oliveros. p: 113-115.
- PONTÓN, R. 2008. El balance de la economía Argentina. Globalizacion, Federalismo y Desarrollo. La importancia de la soja para Argentina. Cap. 22. p: 1-4.
- SATORRE, E. H.; BENECH ARNOLD, R. L.; SLAFER, G. A.; DE LA FUENTE, E. B.; MIRALLES, D. J.; OTEGUI, M. E. y R. SAVIN. 2003. *Producción de granos. Bases funcionales para su manejo*. 1^{ra} ed. Ed. Facultad de Agronomía, Bs As, Arg, 783p.
- SOLDINI, D. 2008. Algunas bases para el manejo del cultivo de soja. Informe de Actualización Técnica n° 10. EEA INTA Marcos Juarez. p: 13-17.
- THOMAS, G. D.; IGNOFFO, C. M.; BIEVER, K. D. y D. B. SMITH. 1974. Influence of defoliation and depodding on yield of soybean. Journal of Economic Entomology. 67. p: 683-685.
- TURNIPSEED, S. G. 1972. Response of Soybeans to Foliage Losses in South Carolina. Journal of Economic Entomology. 65(1). p: 224-229.

TUTTOLOMONDO, G.; ROBASCO, I.; PIZZICHINI, N.; COLOCCIONI, S. y C. DESTÈFANIS.
2008. Revista Agromensajes- Publicación Cuatrimestral de la Facultad de Ciencias Agrarias
UNR. N° 26. p: 12-15.

VITTI, D. y M. A. SOSA. 2008. Insectos plagas en soja. Voces y Ecos N° 22. p: 6-9.

ANEXO I

Tabla 6: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de vainas por planta entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	152,6	8	19,07	3,86	0,0103
Bloque	101,42	4	25,36	5,13	0,0075
Tratamiento	51,18	4	12,79	2,59	0,0765
Error	79,07	16	4,94		
Total	231,67	24			

Tabla 7: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de vainas por planta entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	90,11	8	11,26	1,86	0,1379
Bloque	80,73	4	20,18	3,34	0,0362
Tratamiento	9,38	4	2,35	0,39	0,8143
Error	96,76	16	6,05		
Total	186,87	24			

Tabla 8: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de vainas por planta entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.

Tratamiento (%)	Medias	n	E.E	
40	13,82	5	0,99	A
30	14,24	5	0,99	A
20	14,38	5	0,99	A
10	15,11	5	0,99	A
Testigo	15,43	5	0,99	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 9: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de vainas por planta entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.

Tratamiento (%)	Medias	n	E.E	
40	14,02	5	1,1	A
30	14,77	5	1,1	A
20	15,14	5	1,1	A
10	15,27	5	1,1	A
Testigo	15,88	5	1,1	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 10: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por vaina entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,71	8	0,09	4,69	0,0042
Bloque	0,58	4	0,15	7,72	0,0012
Tratamiento	0,13	4	0,03	1,66	0,2072
Error	0,3	16	0,02		
Total	1,01	24			

Tabla 11: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por vaina entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,62	8	0,08	2,95	0,0314
Bloque	0,36	4	0,09	3,4	0,0339
Tratamiento	0,26	4	0,07	2,49	0,0848
Error	0,42	16	0,03		
Total	1,04	24			

Tabla 12: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por vaina entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.

Tratamiento (%)	Medias	n	E.E	
40	1,99	5	0,06	A
30	2,01	5	0,06	A
20	2,08	5	0,06	A
10	2,15	5	0,06	A
Testigo	2,16	5	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 13: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por vaina entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.

Tratamiento (%)	Medias	n	E.E	
40	1,81	5	0,07	A
30	1,91	5	0,07	A
20	1,95	5	0,07	A
10	2,05	5	0,07	A
Testigo	2,1	5	0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 14: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por metro cuadrado entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	852839,67	8	106604,96	2,67	0,0451
Bloque	309791,13	4	77447,78	1,94	0,1531
Tratamiento	543048,54	4	135762,13	3,4	0,0342
Error	639365,66	16	39960,35		
Total	1492205,33	24			

Tabla 15: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de granos por metro cuadrado entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1543947,74	8	192993,47	4,93	0,0033
Bloque	440560,81	4	110140,2	2,81	0,0608
Tratamiento	1103386,93	4	275847,73	7,04	0,0018
Error	626626,17	16	39164,14		
Total	2170573,91	24			

Tabla 16: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del peso de 1000 granos entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9,43	8	1,18	3,7	0,0125
Bloque	6,53	4	0,72	2,27	0,0075
Tratamiento	2,9	4	1,63	5,12	0,1064
Error	5,1	16	0,32		
Total	14,53	24			

Tabla 17: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas del peso de 1000 granos entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16,6	8	2,08	3,52	0,0154
Bloque	7,48	4	1,87	3,17	0,0425
Tratamiento	9,13	4	2,28	3,87	0,0220
Error	9,43	16	0,59		
Total	26,04	24			

Tablas 18: Test LSD Fisher (α : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del peso de 1000 granos entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.

Tratamiento (%)	Medias	n	E.E	
40	160,88	5	0,25	A
30	160,91	5	0,25	A
20	170,17	5	0,25	A
10	170,48	5	0,25	A
Testigo	170,77	5	0,25	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 19: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas de rendimiento entre los diferentes niveles de defoliación en el estadio fenológico R3.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	262,43	8	32,8	5,83	0,0014
Bloque	37,25	4	9,31	1,65	0,2096
Tratamiento	225,17	4	56,29	10	0,0003
Error	90,09	16	5,63		
Total	352,52	24			

Tabla 20: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para evaluar diferencias estadísticas significativas de rendimiento entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	264,8	8	33,1	21,32	0,0001
Bloque	32,3	4	8,08	5,2	0,007
Tratamiento	232,49	4	58,12	37,44	0,0001
Error	24,84	16	1,55		
Total	289,64	24			

Tabla 21: Análisis de regresión lineal de pérdidas en el estadio fenológico R3

ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO MONOMOLECULAR

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Mono	5	0,99	0,98	0,05	1,93	1,15

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
Defoliacion	0,07	4,0E-03	0,06	0,08	16,92	0,0001	229,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		13,85	1	13,85	286,33	0,0001
Defoliacion		13,85	1	13,85	286,33	0,0001
Error		0,19	4	0,05		
Total		14,04	5			

ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO GOMPERTZ

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC	
Gompertz	5		0,92	0,90	0,29	10,28	9,50

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
Defoliacion	0,06	0,01	0,04	0,09	6,90	0,0023	38,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		12,26	1	12,26	47,66	0,0023
Defoliacion		12,26	1	12,26	47,66	0,0023
Error		1,03	4	0,26		
Total		13,29	5			

ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO EXPONENCIAL

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Exp	5	0,70	0,62	4,17	22,24	21,46

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	
Defoliacion	-0,09	0,03	-0,18	-0,01	-	3,03	0,0387	7,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		25,86	1	25,86	9,19	0,0387
Defoliacion		25,86	1	25,86	9,19	0,0387
Error		11,25	4	2,81		
Total		37,11	5			

ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO LOGÍSTICO

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Logistico	5	0,77	0,71	0,92	15,89	15,11

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
Defoliacion	0,06	0,02	0,01	0,10	3,66	0,0217	10,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		10,55	1	10,55	13,37	0,0217
Defoliacion		10,55	1	10,55	13,37	0,0217
Error		3,16	4	0,79		
Total		13,70	5			

Tabla 22: Análisis de regresión lineal de pérdidas en el estadio fenológico R5.5

ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO MONOMOLECULAR

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Mono	5	0,93	0,91	0,33	10,51	9,73

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
Defoliacion	0,07	0,01	0,04	0,09	7,20	0,0020	41,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		13,96	1	13,96	51,91	0,0020
Defoliacion		13,96	1	13,96	51,91	0,0020
Error		1,08	4	0,27		
Total		15,04	5			

ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO GOMPERTZ

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Gompertz	5	0,94	0,92	0,27	9,61	8,83

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
Defoliacion	0,07	0,01	0,04	0,09	7,59	0,0016	46,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		12,95	1	12,95	57,62	0,0016
Defoliacion		12,95	1	12,95	57,62	0,0016
Error		0,90	4	0,22		
Total		13,85	5			

ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO EXPONENCIAL

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Exp	5	0,82	0,77	2,12	18,04	17,26

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows		
Defoliacion	-0,09	0,02	-0,14	-	0,03	-	4,25	0,0132	14,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		21,88	1	21,88	18,04	0,0132
Defoliacion		21,88	1	21,88	18,04	0,0132
Error		4,85	4	1,21		
Total		26,74	5			

ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO LOGÍSTICO

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Logistico	5	0,94	0,93	0,22	8,67	7,89

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
Defoliacion	0,06	0,01	0,04	0,08	8,01	0,0013	51,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo		11,94	1	11,94	64,12	0,0013
Defoliación		11,94	1	11,94	64,12	0,0013
Error		0,74	4	0,19		
Total		12,68	5			