

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

“Proyecto de 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 LARGO.**

**Alumno: Jairo S. Thoreau.**

**DNI: 32.705.599**

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

**Codirector: Ing. Agr. Giuggia, Jorge.**

**Río Cuarto – Córdoba**

**Abril -2014**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACION

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

**Autor:** Thoreau, Jairo  
**DNI:** 32.705.591

**Director:** Ing. Agr. (Dra.) Graciela, Boito  
**Co-Director:** Ing. Agr. Jorge, Giuggia

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

Boito, Graciela Teresa \_\_\_\_\_  
March, Guillermo Juan \_\_\_\_\_  
Nuñez, Cesar Omar \_\_\_\_\_

Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Secretario Académico

## INDICE GENERAL.

### Índice de texto.

Introducción. ....	1
Hipótesis.....	8
Objetivos .....	8
Materiales y métodos.....	9
Resultados y discusión. ....	12
Estadio fenológico R3. ....	12
Estadio fenológico R5.5. ....	17
Conclusión.....	24
Bibliografía.....	25
Anexo. ....	29

## Índice de figuras.

Figura 1: Localización del ensayo.....	9
Figura 2: Cultivo en implantación y madurez fisiológica .....	10
Figura 3: Plano general del ensayo.....	10
Figura 4: Niveles de defoliación .....	11
Figura 5: Número de vainas por planta en R3.....	12
Figura 6: Número de granos por vaina en R3.....	13
Figura 7: Número de granos por m <sup>2</sup> en R3.....	14
Figura 8: Peso de mil granos en R3.....	15
Figura 9: Rendimiento en R3. ....	15
Figura 10: Número de vainas por planta en R5.5.....	17
Figura 11: Número de granos por vaina en R5.5.....	18
Figura 12: Número de granos por m <sup>2</sup> en R5.5.....	18
Figura 13: Peso de mil granos en R5.5.....	19
Figura 14: Rendimiento en R5.5 .....	20
Figura 15: Pérdidas de rendimiento causadas por los distintos niveles de defoliación en R3 y R5.5 ..	21
Figura 16: Función de daño para defoliación en el estadio R3. ....	22
Figura 17: Función de daño para defoliación en el estadio R5.5. ....	23

**Índice de tablas.**

Tabla 21: Rendimiento promedio y pérdidas del mismo para los diferentes tratamientos..... 20

## RESUMEN

### **Efecto de la defoliación artificial sobre el rendimiento y sus componentes, en un cultivar de soja de ciclo largo.**

La soja *Glycine max* (L.) Merrill, es en la actualidad el cultivo más importante a nivel nacional. En la provincia de Córdoba, la superficie cultivada con soja corresponde a dos tercios del total de las hectáreas sembradas. Es además el cultivo que sufre los mayores ataques de plagas que dañan el área foliar. Por esta razón se planteó como objetivo del presente trabajo cuantificar el impacto de diferentes grados de defoliación artificial sobre el rendimiento y sus componentes, simulando el daño causado por orugas defoliadoras. El ensayo fue realizado en el ciclo agrícola 2011/12, en Río Cuarto, utilizando el cultivar Don Mario (DM 5.8i). El diseño experimental fue de bloques completamente aleatorizados, con cinco tratamientos (0, 10, 20, 30 y 40% de defoliación) y cinco repeticiones; siendo el tamaño de las parcelas experimentales de 8 surcos de 10 m de largo; en cada una de las cuales se establecieron tres unidades muestrales de 0,5 m<sup>2</sup>. La defoliación manual de las plantas, se realizó extrayendo folíolos o parte de ellos para lograr el nivel de defoliación deseado, en dos etapas fenológicas, R3 y R5-6. A madurez se cosecharon en forma manual las plantas de cada unidad muestral y se procedió a la cuantificación de las variables (número de vainas/planta, número de granos/vaina, número de granos/m<sup>2</sup>, peso de mil granos, rendimiento). Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y test de comparación de medias (LSD Fisher) utilizando el programa estadístico Infostat. En la etapa R3 el rendimiento y todos sus componentes fueron afectados de manera significativa por los diferentes grados de defoliación, no ocurriendo lo mismo para la etapa ontogénica R5.5. Tanto en formación de vainas como en llenado de granos, el rendimiento disminuyó a medida que se incrementó el nivel de defoliación, siendo más afectado en la etapa fenológica R3.

**Palabras clave:** soja, defoliación artificial, rendimiento.

## ABSTRACT

### **Effect of artificial defoliation on yield and its components in long cycle soybean cultivar.**

Soybean *Glycine max* (L.) Merrill, is the most important crop in the country. In the province of Córdoba, soybean area corresponds to two thirds of total hectares sowed. It is also the crop that suffers the most damage on foliage area cause by pests. For this reason the aim of this work was to quantify the impact of various artificial defoliation degrees on yield and its components, simulating damage caused by defoliating caterpillars. In Río Cuarto in 2011/12 agricultural cycle the experimental was carried out using Don Mario (DM 5.8i) cultivar. The experimental design was randomized blocks with five treatments (0, 10, 20, 30 and 40 % defoliation degree) 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 m<sup>2</sup> and the manual defoliation plants was realized by removing all or part of leaflets to achieve to each defoliation degree. This was carried out in R3 and R5-6 growth stages. At maturity plants were collected and manually harvested in each sampling unit and the variables (number of pods/plant, number of grains/pod, number of grains/m<sup>2</sup>, thousand grain weight, yield) were quantify data were subjected to analysis of variance and mean comparison test (Fisher LSD) using the statistical program Infostat. In R3 growth stage yield and its components were significantly affected, which did not happen in R5-6 growth stage. Yield decreased in both growth stages, pod formation stage and grain filling stage, and its increased with defoliation degree. R3 growth stage was more affected.

Keywords: soybean, artificial defoliation, yield.

## INTRODUCCIÓN.

La soja es una legumbre de ciclo anual, de porte erguido y hojas trifolioladas. Su nombre científico es *Glycine max* (L.) Merrill, pertenece a la familia de las Fabáceas y en otros países se la conoce popularmente como soya (Portugal, Francia e Inglaterra), soia (Italia) y sojabohne (Alemania). Esta oleaginosa, originaria del norte y centro de China, ha sido y continúa siendo un alimento milenario de los pueblos de Oriente. Hacia el año 3000 A.C. los chinos ya la consideraban una de las cinco semillas sagradas junto con el arroz, el trigo, la cebada y el mijo. En la India se promocionó su consumo a partir de 1735 y en el continente europeo se plantaron las primeras semillas provenientes de China en 1740 en Francia. Veinticinco años más tarde, se introdujo desde China y vía Londres en el continente americano, en Georgia, Estados Unidos. Los japoneses por su parte, tomaron contacto con este cultivo después de la guerra chino-japonesa (1894-1895). Sin embargo, la expansión a gran escala de la soja se efectuó en la cuarta década del siglo XX en Estados Unidos, quien desde 1954 y hasta la actualidad, lidera la producción mundial. El segundo productor internacional es Brasil, donde fue introducida en 1882, pero su gran difusión se inició a principios del 1900 y la producción comercial comenzó en la década de los años cuarenta. En Argentina, los primeros cultivos de soja aparecieron en 1862, pero en aquellos años no encontraron eco en los productores agrícolas (Ridner, 2006). La producción comenzó a incrementarse notoriamente a partir de la década de 1970. Actualmente el cultivo ocupa una amplia zona ecológica que se extiende desde los 23 grados (en el extremo norte del país) hacia los 39 grados de latitud Sur (Baigorri, 2002).

La producción mundial de soja en la campaña 2012/13 fue de 267.884 millones de toneladas. Argentina ocupó el tercer lugar a nivel mundial con el 18,7%, luego de EEUU (30,6%) y Brasil (30,5%) (USDA, 2013). En la actualidad es el cultivo más importante a nivel nacional por la superficie sembrada y el principal producto exportado, tanto sea de materia prima como de sub productos derivados (Aragón y Flores, 2011). Durante la campaña 2012/2013 se sembraron 20.035.572 hectáreas, con una producción de 49.306.201 toneladas y un rendimiento de 2.539 kg/ha promedio (MAGyP, 2013).

Las principales provincias productoras son Buenos Aires con 36% de la producción y Córdoba 26,5%, seguidas por Santa Fe con 21,3% y Entre Ríos 7,1%. (MAGyP, 2013). En la provincia de Córdoba a la superficie cultivada con soja corresponde al 62,5%, lo que significa 5.349.312 hectáreas, con una producción de 13.080.804 toneladas. Dentro de esta superficie se encuentra el departamento Río Cuarto, con un aporte de 841.100 hectáreas cultivadas y una producción de 1.824.900 toneladas, siendo una de las más importantes en la provincia (MAGyP, 2013). Por otra parte, es



el cultivo que sufre los mayores ataques de plagas, que reducen el área foliar y afectan su capacidad fotosintética, respecto a las otras oleaginosas como girasol y maní (Perotti y Gamundi, 2009).

En todos los sistemas de producción los insectos plaga, conjuntamente con las enfermedades y las malezas, aumentan los costos de producción y disminuyen el rendimiento de los cultivos. En Argentina los insectos defoliadores constituyen las plagas más sobresalientes del cultivo de soja. Entre las especies más importantes por su frecuencia de aparición y abundancia podemos citar a *Rachiplusia nu* Guenée (isoca medidora) y *Anticarsia gemmatalis* Hubner (oruga de las leguminosas). Asociado a las nuevas tecnologías de producción de soja en los últimos años se observaron cambios en los momentos de ataques de las citadas especies, registrando un adelanto en el caso de *A. gemmatalis* y atraso en el caso *R. nu*. Estas modificaciones hacen que ambas especies coexistan durante el período de llenado de granos del cultivo de soja. *A. gemmatalis* se ubica en el estrato superior del canopeo mientras que *R. nu* lo hace preferentemente en el estrato inferior. No obstante, si bien las plagas citadas son las más relevantes, existen otras especies de aparición esporádica que también pueden provocar defoliaciones y causar problemas importantes, entre ellas podemos citar a *Spodoptera frugiperda* Smith, *Loxostege* sp., *Spilosoma virginica* Fabricius, *Spodoptera cosmioides* Walker, *Helicoverpa gelotopoeon* Dyar, *Pseudoplusia includens* Walker, *Spodoptera latifacia* Walker, *Dichroplus* spp (tucuras), *Megascelis* sp, (Perotti y Gamundi, 2009).

El daño de todas estas especies (defoliadoras) implica pérdida de área foliar (Perotti y Gamundi, 2009), lo que trae aparejado que la captación de radiación no sea la máxima, es decir que hay menor interceptación de luz, menor capacidad fotosintética, menor captación de PAR (radiación fotosintéticamente activa), lo cual influye sobre la eficiencia en los procesos fisiológicos afectándose la acumulación de materia seca y el periodo de llenado de granos, y por ende el rendimiento (Board *et al.*, 1994). Es importante resaltar que las plantas de soja tienen una gran capacidad para compensar la defoliación causada por estas especies; aunque en el período reproductivo hay menos margen de compensación respecto al período vegetativo (ASAPROVE, 2012).

Las investigaciones realizadas durante los últimos 20 años han establecido que el factor preponderante que impulsa las pérdidas de rendimiento a causa de los insectos defoliadores, es la reducción de la interceptación de luz por el follaje de la soja. El índice de área foliar (IAF), definido como el cociente entre el área foliar y una unidad de superficie, está altamente relacionado con el rendimiento del cultivo de soja. Defoliaciones que reduzcan el IAF por debajo de un rango crítico, generalmente reducen el rendimiento. Los valores críticos de 3,5 a 4 en los estados de R3-R5 son necesarios para alcanzar el máximo rendimiento y en forma sustentable. Sin embargo, la soja puede perder gran superficie foliar sin pérdida de rendimiento si las hojas restantes todavía están interceptando al menos el 90% de la luz incidente (Perotti y Gamundi, 2009).

Perotti y Gamundi (2007; 2009) evaluaron en siembras de primera y segunda época defoliaciones naturales provocadas por larvas de *R. nu* y *A. gemmatalis*, sobre cultivares de GM III, IV, V y VI, sembrados en tres espaciamientos entre líneas de siembra (0,26; 0,52 y 0,70 m). 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 con anterioridad. Por el contrario, en la etapa vegetativa ambos grupos se comportan de la misma manera, lo que permite determinar una amplia capacidad de tolerancia a la defoliación.

Con respecto a las defoliaciones artificiales que simulan daño de insectos fitófagos en soja, son numerosas las investigaciones realizadas a nivel internacional y nacional.

Todd y Morgan (1972) obtuvieron diferencias significativas en el rendimiento y el peso de las semillas después de defoliaciones individuales de 33, 67 y 100% en varias etapas de crecimiento.

Turnipseed (1972) estudio la incidencia de diferentes niveles de defoliación (17, 33, 50, 67%) sobre el rendimiento en el cultivo de soja, encontrando que defoliaciones de 17% no ocasionaron disminuciones del rendimiento en cualquier etapa de crecimiento, además pérdidas de follaje de 33% en floración no afectan la producción, mientras que con 67% de reducción del área foliar durante el período reproductivo se encontraron las mayores disminuciones de rendimiento.

Fehr *et al.* (1977) realizó un estudio en el que se utilizaron dos cultivares de soja, de crecimiento determinado e indeterminado en el que se simuló 100% de defoliación en seis fases reproductivas (R2 a R7). En el mismo se encontró que los cultivares determinados tuvieron una reducción significativamente mayor de rendimiento que los cultivares indeterminados en todas las etapas reproductivas, excepto R7. La pérdida máxima de rendimiento se produjo en R4 (86%) y R5 (88%) en los cultivares determinados y en R5 (82%) en los cultivares indeterminados.

Por su parte Gazzoni y Minor (1978), en la Estación Experimental Agronómica de la UFRGS en Guaíba (RS, Brasil), verificaron el efecto de cuatro niveles de defoliación (16,33, 67, 100%) en tres etapas de desarrollo de la soja, comprobando que el rendimiento por hectárea disminuyó sólo cuando se aplicaron mayores niveles de defoliación en las etapas más avanzadas del cultivo. Estos descensos de producción se debieron principalmente a la disminución en el número de vainas por planta y peso de la semilla.

En Stuttgart (Arkansas, USA), se determinó la respuesta del rendimiento de un cultivar soja “Lee 74” a diferentes niveles de defoliación en condiciones de regadío y de secano. Los experimentos de campo se llevaron a cabo durante un período de 3 años para estudiar los efectos de los cuatro niveles de defoliación (0, 50, 75 y 100 %) aplicados en tres etapas de desarrollo (V5, R2 y R4) en 1974 y 1975 y dos etapas (V3 y R5). La menor reducción en el rendimiento ocurrió cuando las plantas se defoliaron en las etapas vegetativas, V3 y V5, y la mayor pérdida de rendimiento en etapas reproductivas, R4 y R5, siendo superior a medida que aumentan los porcentajes de defoliación (Caviness y Thomas, 1980).

Por su parte Fehr *et al.* (1983), en experiencias posteriores realizadas con cultivares defoliados entre R2 a R7, encontraron que los mismos tuvieron una compensación menor que los cultivares indeterminados con defoliaciones del 100%, coincidiendo con los resultados de sus publicaciones anteriores.

Board *et al.* (1994), realizaron un ensayo incluyendo tratamientos sin defoliación (control), y 100% de defoliación en R6.3 y R6.6. La defoliación en R6.3 resultó en 40% la reducción del rendimiento, mientras que la defoliación en R6.6 causó una pérdida de rendimiento del 20%. La menor producción se debió a la reducción del tamaño de la semilla en un 28%

Board *et al.* (1997) concluyeron que una defoliación total afectaría el tamaño de la semilla a través de la disminución de la TCS (tasa desarrollo de semilla) y DLLE (duración de llenado), mientras que una defoliación moderada (37–41%) sólo afectaría la duración del período efectivo de llenado.

Gazzoni y Moscardi (1997) llevaron a cabo ensayos en la estación de Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa en Londrina, Brasil, donde estudiaron cuatro niveles de defoliación (0, 33, 67 y 100%) aplicados en cuatro etapas de desarrollo (V3, V8, R2 y R6) de soja cv. “Paraná”. Las plantas fueron defoliadas manualmente, cortando un foliolo de cada hoja por cada 33 % de defoliación. Los resultados mostraron una intensa recuperación del área foliar a bajos niveles de defoliación, sobre todo en la etapa de crecimiento V3 y V8. Por otra parte la producción de granos sólo se vio afectada por la defoliación del 67% y el 100% si se aplica en R6.

Haile *et al.* (1998) determinaron que el daño por defoliación fue variable entre grupos de madurez y cultivares.

En un ensayo realizado en el Estado de Rio Grande (Brasil), se evaluaron distintos niveles de defoliación en etapas reproductivas de soja frente a los sistemas de labranza convencional y de siembra directa. Los niveles de defoliación fueron 0, 33, 67 y 100%. Como resultado se obtuvo que la defoliación aplicada a la floración no causó ninguna influencia significativa en el rendimiento de grano. En R2, en siembra directa el rendimiento de grano fue menor en comparación con el control

sólo cuando se aplica en el nivel de 100% de defoliación. Por otra parte, en labranza convencional, la defoliación en R2 causó una disminución significativa en el rendimiento de grano en cualquier nivel de defoliación. La defoliación total (100%) disminuyó el rendimiento de grano significativamente cuando se realizaron en las etapas R3, R4, R5 y R6, tanto en la labranza convencional como en la siembra directa. La defoliación total era más perjudicial para R4 en siembra directa, mientras que R4 y R5 son más sensibles a la defoliación completa en la labranza convencional. Las defoliaciones del 33 y el 67% disminuyó la producción de grano sólo cuando se aplica en la etapa R3 en el sistema de siembra directa. En la labranza convencional, sólo la defoliación del 67% provocó una reducción significativa en el rendimiento de la etapa R5 (Gonçalves Costa *et al.*, 2003).

Parcianello *et al.* (2003) realizaron ensayos en tres etapas de desarrollo del cultivo (V9, R2 y R5), con dos distancias entre hileras (20 y 40 cm) y cuatro niveles de defoliación (0, 33, 67 y 100 %). Se determinó que los rendimientos fueron superiores, y se mantuvieron en todos los niveles de defoliación, en la menor distancia entre hileras (20 cm), con respecto a la distancia entre hileras de 40 cm. Por otra parte no hubo un efecto significativo de la defoliación en el rendimiento de grano cuando se realizó en V9, en las dos distancias entre hileras. En cambio en la etapa de R2, hubo una disminución lineal del rendimiento con el aumento de los niveles de defoliación. Por su parte la defoliación en la etapa R5 fue la más crítica para el rendimiento de grano de soja. Como contrapartida Hammond *et al.* (2000) realizaron experiencias en cuatro grados de defoliación artificial en soja, sembrada en diferentes espaciamientos entre líneas de siembra, comprobando que el impacto sobre el rendimiento fue similar en los tres espaciamientos (19, 38 y 75 cm).

Board (2004) evaluó 10 cultivares de soja (GM IV al VII), y concluyó que en R6 es necesario mantener 95% de intercepción de la radiación para evitar pérdidas significativas de rendimiento.

A nivel nacional Perotti y Gamundi (2006) estudiaron la incidencia de diferentes niveles de 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 espaciamientos entre líneas (35, 52 y 70 cm) en siembras tempranas. 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 tuvo los mismos efectos independientemente del espaciamiento y de los cultivares, en estadios vegetativos. En cambio, en estadios reproductivos en la etapa de llenado de granos (R5), en la mayoría de los tratamientos el 33% de defoliación provocó mermas de rendimiento. En cuanto a la interacción espaciamiento por nivel de defoliación no se encontró una diferencia significativa.

Perotti y Gamundi (2007) evaluaron la incidencia de la defoliación manual en cultivares determinados e indeterminados sembrados en diferentes espaciamientos. Estos autores no encontraron

interacción entre niveles de defoliación y espaciamiento, comprobando que en R1 la capacidad de recuperación del IAF y el rendimiento fue mayor que en R5. Además, señalan que los actuales Umbrales de Daño para el periodo reproductivo deben ser corregidos para el caso de cultivares indeterminados GM III, IV y V, independientemente del espaciamiento entre líneas de siembra.

Gregorutti *et al.* (2008) evaluó en un cultivo de soja de segunda en Paraná el impacto de defoliaciones realizadas en dos momentos (R3 y R5.5), con cuatro grados de defoliación (0, 33, 66, 100%) respectivamente y tres ubicaciones en la canopia (tercio medio, superior y defoliación uniforme). El número, el peso y por ende el rendimiento, fueron afectados de manera diferente por la defoliación según el momento, el grado y la ubicación en la canopia. La defoliación en R3 redujo el número de granos, afectando el rendimiento en relación con el testigo, con el aumento en el nivel, mientras que en la defoliación en R5 no hubo diferencias significativas en la producción por efecto de los factores evaluados. El peso del grano se redujo en R3 sólo en el tratamiento de defoliación total, mientras que con la defoliación en R5 el peso fue afectado también por la ubicación en la canopia. Además, las defoliaciones totales en R3 afectaron más al rendimiento y al peso de grano que en R5.

En Zavalla (Santa Fe) se llevó a cabo una experiencia con un cultivar de soja de grupo de madurez IV de hábito de crecimiento indeterminado y se realizaron tres intensidades de defoliación: 0 (testigo), 33, 66 y 99%. Las defoliaciones realizadas en R3 registraron diferencias significativas para rendimiento y el componente número de granos/m<sup>2</sup>, no así para el componente peso de los granos, en donde las diferencias no fueron significativas. Cuando las defoliaciones se realizaron en R5.5 se registraron diferencias significativas tanto para rendimiento como para peso de granos, pero no hubo diferencias en el número de granos/m<sup>2</sup> (Tuttolomondo *et al.*, 2008).

Enrico *et al.* (2010) realizaron ensayos en Oliveros con cuatro variedades de soja en tres campañas, 15 días luego de R5, se aplicaron cuatro niveles de defoliación (0, 33, 67 y 100%) y se estimaron la TCS (tasa de crecimiento de semilla) y DLLE (duración efectiva de llenado) en respuesta a cambios en la relación fuente-destino. Las semillas ubicadas en los nudos apicales de la planta tuvieron mayor TCS y menor DLLE que las de los nudos medios. Sin embargo, las defoliaciones parciales (33 y 67%) y totales redujeron la TCS tanto en nudos apicales como en los nudos medios de la planta con relación al testigo. Las defoliaciones más intensas (67 y 100%) redujeron la DLLE.

En el ciclo agrícola 2010/11, en el Campo de Docencia y Experimentación de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC, se realizó un ensayo con dos tratamientos (cultivares), Don Mario 3700 (GM III indeterminado) y Nidera A 5009 (GM V indeterminado), y cuatro sub-tratamientos (0, 20, 30 y 40% de defoliación), con tres repeticiones. Los distintos niveles de defoliación se lograron extrayendo manualmente folíolos o parte de ellos, comenzando en R1 y manteniendo ese porcentaje hasta máximo desarrollo del grano. Los rendimientos disminuyeron a

medida que se incrementó el nivel de defoliación ocasionada al cultivo en los dos cultivares (Boito *et al.*, 2011).

Durante tres temporadas en la EEA Oliveros del INTA, con un cultivar perteneciente al GM III (DM 3700 RR) y tres cultivares del GM IV (Mireya 4,2 RR, ACA 480 GR, A 4613 RG) se realizaron experiencias para determinar la removilización aparente de reservas. A los mismos se le aplicaron cuatro niveles de defoliación (0, 33, 67 y 100%) 15 días después del inicio del llenado de granos (estado R5) y 20 días después de R5. Como conclusión obtuvieron que frente a defoliaciones parciales durante la fase tardía del llenado de los granos de soja, no se incrementó la removilización de reservas desde órganos vegetativos ni la proporción del peso de semillas proveniente de movilización. Bajo defoliaciones totales, la removilización fue menor (Enrico *et al.*, 2011).

El impacto de la defoliación sobre el rendimiento de los cultivos de soja de ciclo corto se evaluó en cinco estudios llevados a cabo en dos campañas agrícolas (2008/2009 y 2009/2010) en tres estados de Brasil. En 2008/2009, la defoliación se llevó a cabo mediante la eliminación de uno, dos o tres folíolos (33,3%, 66,6% y 100% de defoliación, respectivamente) a partir de todas las hojas en diferentes etapas de desarrollo de las plantas (V5, V8, R2, de V5 a R2, y de V5 a la cosecha). En 2009/2010, los niveles de defoliación estudiadas fueron el 16,7 % (medio foliolo) y el 33,3 % (un foliolo), realizado semanalmente durante el período vegetativo o reproductivo, en tres ensayos en Goiás. Todos los cultivares ensayados toleran niveles de defoliación iguales y, a veces incluso superior a los umbrales económicos actuales (30 % Umbral de defoliación etapa vegetativa y el 15% del umbral defoliación etapa reproductiva) sin una pérdida significativa de rendimiento (Batistela *et al.*, 2012).

En la actualidad, los umbrales de daño económico existentes utilizan como parámetros para decidir una aplicación, la estimación del porcentaje de defoliación además del número de individuos por metro de surco. Por lo general se suele sobreestimar en el campo la lesión de la hoja, lo que conduce a la aplicación innecesaria de insecticidas (Rice, 2002). Se debe tener en cuenta entonces, que para el monitoreo de daños causados por defoliadoras, se recomienda usar un patrón de defoliación (imágenes de folíolos con niveles de superficie faltante adecuadamente medidos), a fin de determinar el grado de defoliación del lote "midiendo cada foliolo comparativamente con dicho patrón" (ASAPROVE, 2012). Además de tener en cuenta el número de individuos por metro de surco y el estadio fenológico del cultivo.

Considerando lo anteriormente analizado y de acuerdo con Gregorutti *et al.* (2008) las defoliaciones artificiales en soja son útiles para simular el nivel de reducción de rendimiento producido por adversidades que no afecten la eficiencia de conversión de la radiación interceptada.

En base a lo expuesto se plantea la siguiente hipótesis:

## **HIPÓTESIS**

- ✓ La defoliación artificial del cultivo de soja según distintas intensidades, afecta de manera diferente los rendimientos.

## **OBJETIVOS**

### *OBJETIVO GENERAL:*

- ✓ *Cuantificar el impacto sobre el rendimiento y sus componentes de diferentes grados de defoliación artificial en el cultivo de soja.*

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS:*

- ✓ *Obtener manualmente diferentes niveles de defoliación.*
- ✓ *Cuantificar el rendimiento y sus componentes para los diferentes tratamientos.*
- ✓ *Determinar las pérdidas ocasionadas al cultivo por los diferentes niveles de defoliación.*
- ✓ *Estimar la función de daño ocasionada por defoliación artificial en un cultivar de soja GM 5.8i.*

## MATERIALES Y MÉTODOS.

El presente ensayo fue realizado en el ciclo agrícola 2011/12, en el 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); con el objetivo de estimar las pérdidas de rendimientos ocasionados por diferentes niveles de defoliación artificial simulando el daño causado por orugas defoliadoras al cultivo de soja, a fin de determinar la función de daño, parámetro indispensable para calcular el umbral de control en la toma de decisiones de manejo sanitario.



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

El cultivo de soja se sembró bajo el sistema de Siembra Directa, el 10 de noviembre de 2011 con un cultivar Don Mario (DM 5.8i) de grupo de madurez indeterminado de ciclo largo, a una distancia entre hileras de 0,52 m (Figura 2).





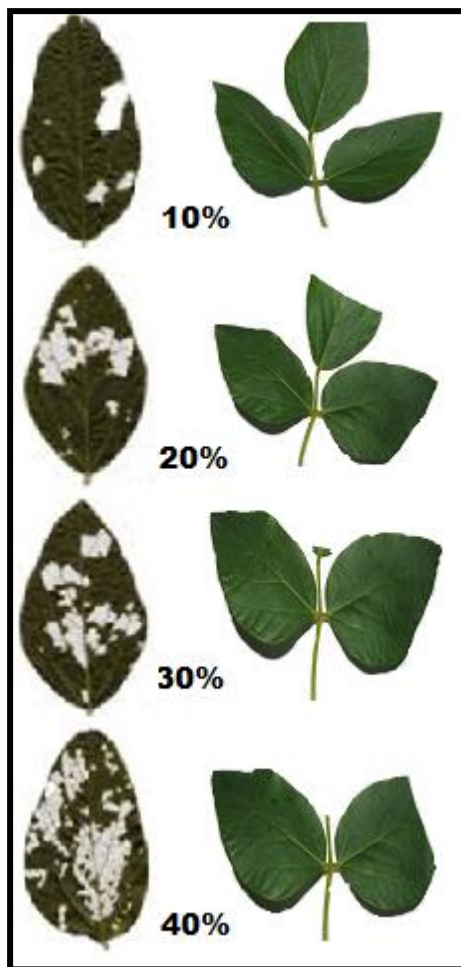
Figura 2. Cultivo en implantación (izquierda) y en madurez fisiológica (derecha).

El diseño se realizó en bloques completamente aleatorizados, con cinco tratamientos y cinco repeticiones: **T1**: 10 % de defoliación. **T2**: 20 % de defoliación. **T3**: 30 % defoliación. **T4**: 40 % defoliación. **T5**: sin defoliación.

El tamaño de la parcela experimental fue de 8 surcos de 10 m de largo (Figura 3)

<b>R 3.0</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>0</b>
	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>R 5.5</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>0</b>
	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>

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



En cada parcela experimental se establecieron tres unidades muestrales de 0,5 m<sup>2</sup> y se procedió a la defoliación manual de todas las plantas extrayendo folíolos o parte de ellos para lograr el nivel de defoliación deseado (Figura 4). Así, para el tratamiento de 10% de defoliación se eliminó el 33% de un foliolo, para el de 20% de defoliación, se eliminó el 66% de un foliolo, para el tratamiento de 30% de defoliación se eliminó un foliolo completo y para el tratamiento de 40% de defoliación se eliminó un foliolo entero y un tercio de otro, por su parte en el tratamiento testigo no se realizó defoliación. Ello se llevó a cabo en dos estados fenológicos reproductivos: R3 y R5-6.

Figura 4. Niveles de defoliación natural (izquierda) y artificial (derecha).

El cultivo fue mantenido libre de plagas y enfermedades foliares aplicando insecticidas y fungicidas apropiados.

A la madurez se recolectaron las plantas de cada unidad muestral en bolsas individuales y se procedió a la cuantificación del número de plantas por unidad muestral, número de vainas/planta y número de granos/vaina, luego se realizó la trilla manual evaluándose peso de 1000 granos y se cuantificó el rendimiento.

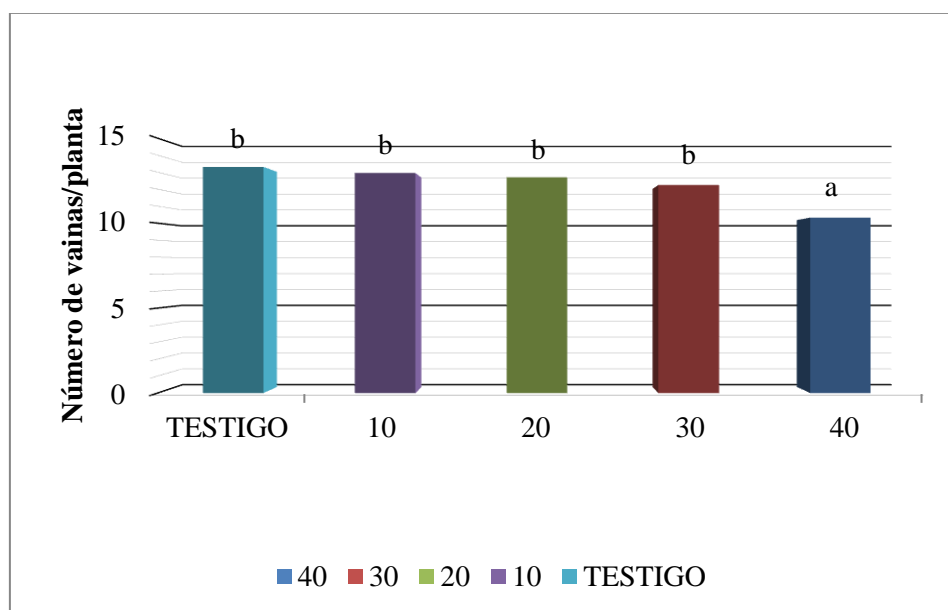
Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y test de comparación de medias (LSD Fisher) utilizando el programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2011) para determinar si existieron diferencias estadísticas significativas de rendimiento entre los diferentes grados de defoliación para cada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

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### ESTADIO FENOLÓGICO R3.

Al evaluar la variable *número de vainas por planta* se observaron (Figura 5) diferencias evidentes entre el máximo nivel de defoliación respecto al resto de los tratamientos. Esto se confirmó al realizar el Análisis de la varianza (ANOVA) que mostró que la variable en estudio tuvo variaciones estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ) con un  $R^2$  (coeficiente de determinación) de 72 % y C.V (coeficiente de variación) de 9,48.

Cuando se realizó el test de comparación de medias LSD-Fisher, se comprobaron diferencias estadísticas significativas cuando los niveles de defoliación fueron del 40% respecto al resto de los tratamientos, provocando reducciones de un 22,4% respecto al tratamiento sin defoliar. Los restantes tratamientos con diferente nivel de defoliación, no presentaron disminuciones estadísticas en el número de vainas por planta respecto al testigo (Tabla 2, ver anexo).

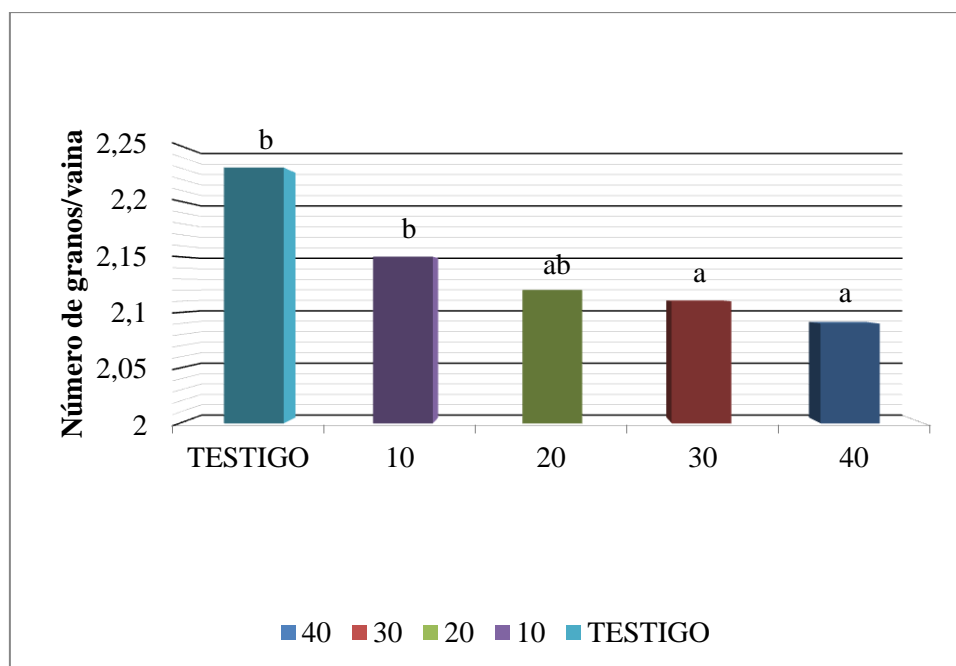


**Figura 5: Número de vainas por planta para los diferentes niveles de defoliación en el estadio fenológico R3.**

Por otra parte, cuando se analizó la variable *número de granos por vaina* (Figura 6) los diferentes tratamientos evaluados, mostraron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), con un  $R^2$  de 50 % y un C.V. de 3,36.

Al realizar el correspondiente test de comparación de medias LSD-Fisher (Tabla 4, ver anexo) se observa que hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de 30 y 40% de defoliación respecto al testigo y al tratamiento con 10 % de defoliación.

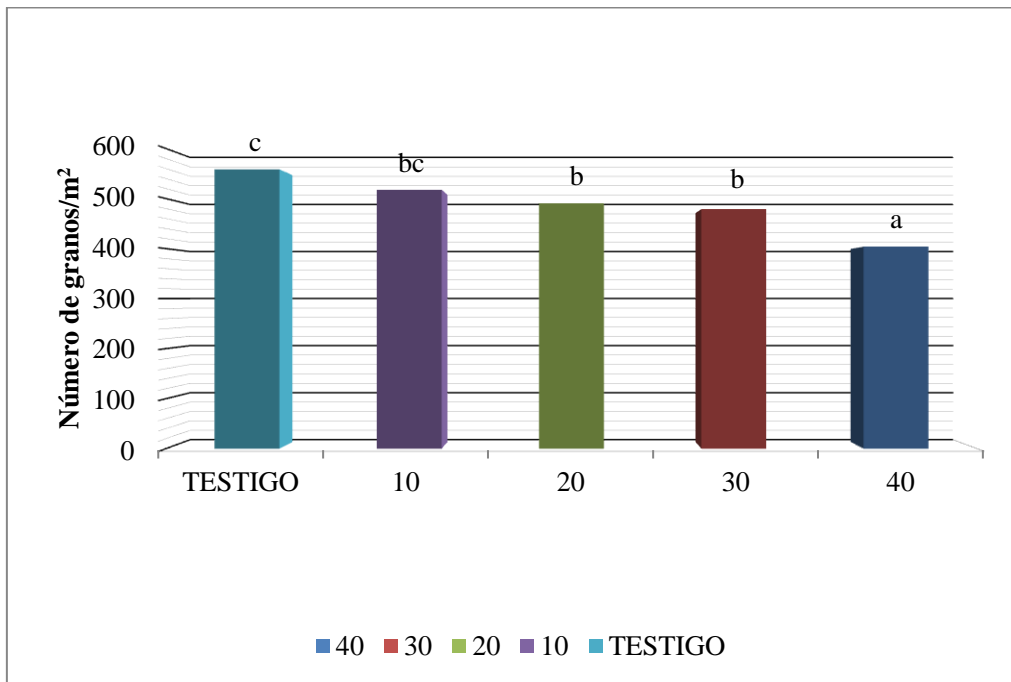
Las disminuciones que se produjeron con niveles de defoliación de 30 y 40% fueron de 5,3 y 6,3%, con respecto al testigo.



**Figura 6: Número de granos por vaina para los diferentes niveles de defoliación en el estadio fenológico R3.**

Si evaluamos el *número de granos por metro cuadrado* (Figura 7), al igual que lo expresado por Tuttolomondo *et al.* (2008) y Gregorutti *et al.* (2008), se evidencia que las defoliaciones incidieron significativamente sobre este parámetro. En efecto, en este ensayo se encontró una diferencia importante del tratamiento de mayor nivel de defoliación (40%) respecto al resto de los tratamientos. El ANAVA muestra que hubo diferencias estadísticas entre tratamientos ( $p \leq 0,05$ ) con un  $R^2$  de 84 % y un C.V de 7,30.

Al realizarse el test de comparación de medias LSD-Fisher, se observan diferencias estadísticas significativas del testigo respecto a los niveles de defoliación del 20, 30 y 40% con reducciones de 12, 14 y 27,6% respectivamente para el factor evaluado. También se observan variaciones entre el máximo nivel de defoliación y los demás tratamientos sujetos a defoliación (Tabla 6, ver anexo).



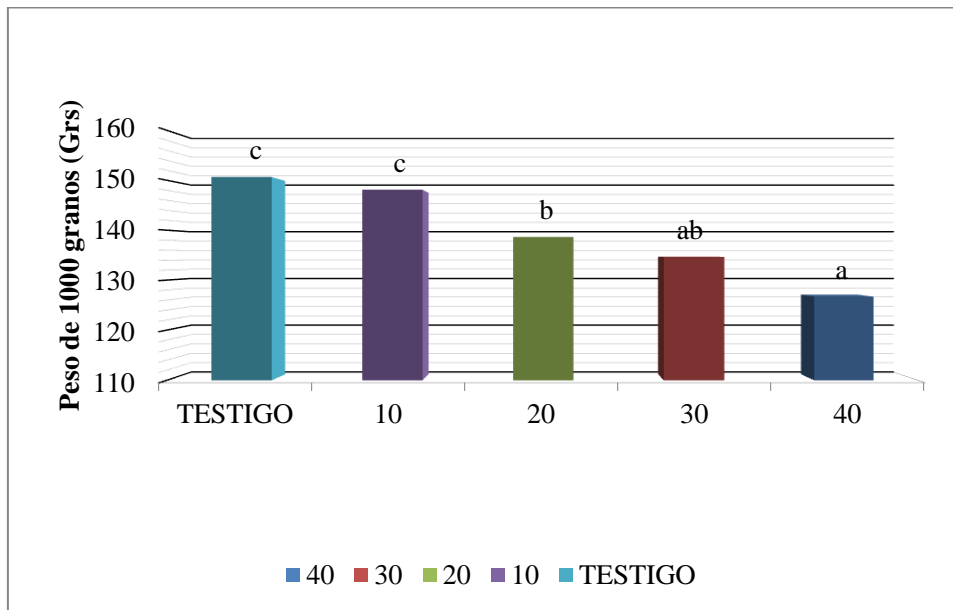
**Figura 7: Número de granos por metro cuadrado para los diferentes niveles de defoliación en el estadio fenológico R3.**

Respecto a la variable *peso de 1000 granos (grs)* los datos obtenidos muestran (Figura 8) que la defoliación afectó de manera significativa esta variable.

El ANAVA para este componente reveló que hubo diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ) para los distintos niveles de defoliación, con un  $R^2$  de 79% y un C.V de 4,43.

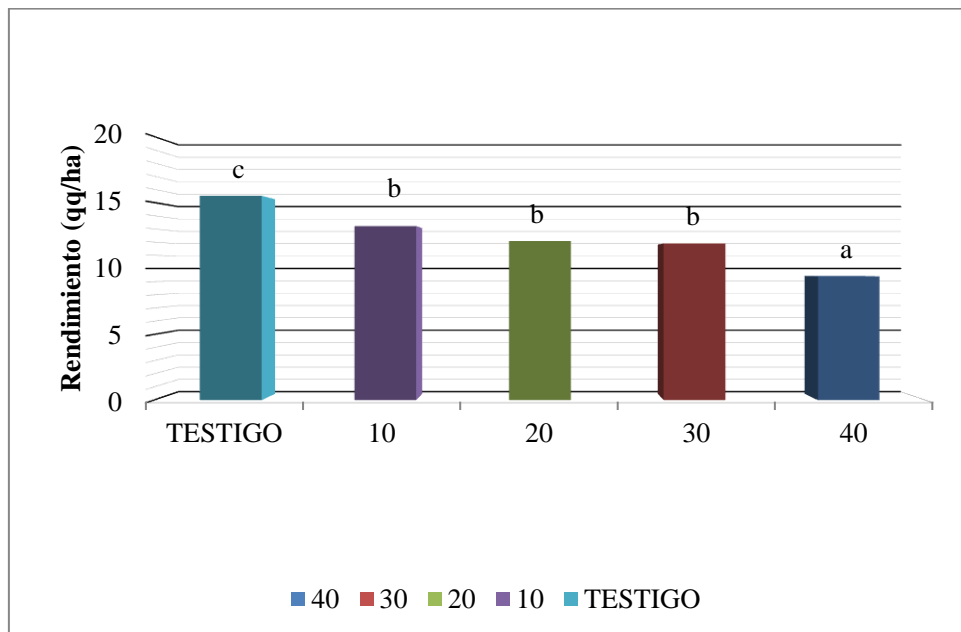
Numerosas investigaciones realizadas con defoliaciones en el etapa fenológica R3 registran diferencias significativas entre los distintos niveles de defoliación (Todd y Morgan, 1972; Gazzoni y Minor, 1978; Board, 1997; Gregorutti *et al.*, 2008), mientras que en otros trabajos (Tuttolmondo, 2008), no se observaron variaciones con respecto a la variable analizada.

Al realizar el test LSD (Fisher), se observa que hubo diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento sin defoliar y el sometido al 10% de defoliación en relación a los demás niveles de defoliación. Además, con un 40% de defoliación se muestra una disminución significativa en relación al 20% (Tabla 8, ver anexo). Las disminuciones del peso de 1000 granos, fueron de 8%, 10.5% y 15.8%, para el 20,30 y 40% de defoliación respectivamente respecto al testigo.



**Figura 8: Peso de 1000 granos para los diferentes niveles de defoliación en el estadio fenológico R3.**

Quando se analiza la variable *rendimiento* se observa (Figura 9) que hubo diferencias entre los tratamientos, lo que se comprueba con el correspondiente ANAVA ( $p \leq 0,05$ ) con un  $R^2$  de 82% y un C.V de 9,70 para esta etapa ontogénica.



**Figura 9: Rendimiento (qq/ha) para los diferentes niveles de defoliación en el estadio fenológico R3.**

Los resultados obtenidos en las defoliaciones realizadas en este estadio fenológico, concuerdan con lo expresado en varios trabajos (Gonçalves Costa *et al.*, 2003; Gregorutti *et al.*, 2008; Tuttolomondo *et al.*, 2008) en el que se encontraron disminuciones del rendimiento con diferentes niveles de defoliación. Según Board *et al.* (1994), esta reducción, producto de una defoliación durante el período reproductivo, se debe a la pérdida de área foliar que influye sobre la eficiencia de los procesos fisiológicos, afectándose la acumulación de materia seca y por ende el rendimiento.

Al considerar el grado de defoliación, se evidencia que el rendimiento disminuyó a medida que se incrementó el mismo en relación con el testigo (Figura 10), coincidiendo con lo reportado por numerosos autores (Todd y Morgan, 1972; Turnipseed, 1972; Gazzoni y Minor, 1978; Caviness y Thomas, 1980; Board *et al.*, 1994 y 1997; Gazzoni y Moscardi, 1997; Hammond *et al.*, 2000; Gonçalves Costa *et al.*, 2003; Parcianello *et al.*, 2003; Perotti y Gamundi, 2006, 2007; Gregorutti *et al.*, 2008; Tuttolomondo *et al.*, 2008; Boito *et al.*, 2011).

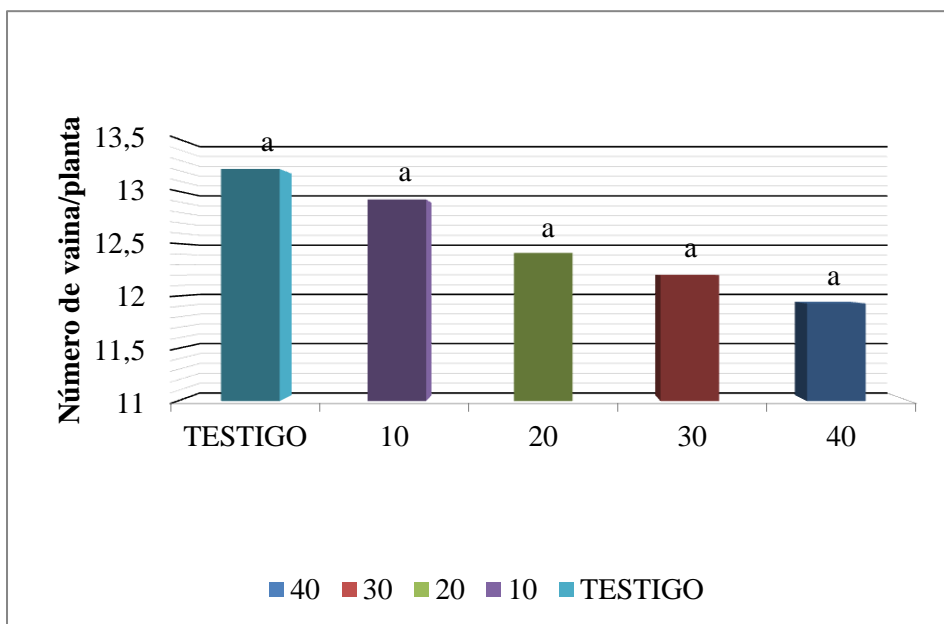
Las diferencias observadas en el rendimiento cuando se realizaron defoliaciones de 10% en relación con el tratamiento testigo fueron del 15% (tabla 10, ver anexo), lo cual se contrapone con lo expresado en numerosas publicaciones (Todd y Morgan, 1972; Turnipseed, 1972; Gazzoni y Minor, 1978; Gazzoni y Moscardi, 1997; Perotti y Gamundi, 2007) en las que observaron que los niveles de defoliación menores a un tercio del área foliar no afectaron el rendimiento del cultivo. Esta disminución en el rendimiento entre el nivel de defoliación más bajo y el testigo podría atribuirse en nuestro ensayo a una sequía en el periodo de formación de vainas.

La disminución del rendimiento comparando el tratamiento sin defoliar con respecto al 20%, fue del orden de 22% (Tabla 10, ver anexo); coincidiendo con los trabajos publicados por Perotti y Gamundi (2009) que encontraron que defoliaciones naturales del 14% ya producían mermas de rendimiento. Además, concuerda con lo expresado por Boito *et al.* (2011), quienes observaron disminuciones del rendimiento con defoliaciones del 20%.

Cuando comparamos el tratamiento sin defoliación con los niveles de defoliación de 30 y 40%, se evidencian disminuciones significativas del rendimiento (Tabla 10, ver anexo), concordando con los resultados de numerosos autores (Todd y Morgan, 1972; Turnipseed, 1972; Board *et al.*, 1997; Gonçalves Costa *et al.*, 2003; Gregorutti *et al.*, 2008 y Tuttolomondo *et al.*, 2008) y en contraposición con otras investigaciones (Gazzoni y Minor, 1978; Gazzoni y Moscardi, 1997) que encontraron disminuciones del rendimiento a partir de 66% de daño por defoliaciones. Las mermas en el rendimiento fueron de 23 y 40% para T3 y T4 respectivamente.

## ESTADIO FENOLÓGICO R5.5.

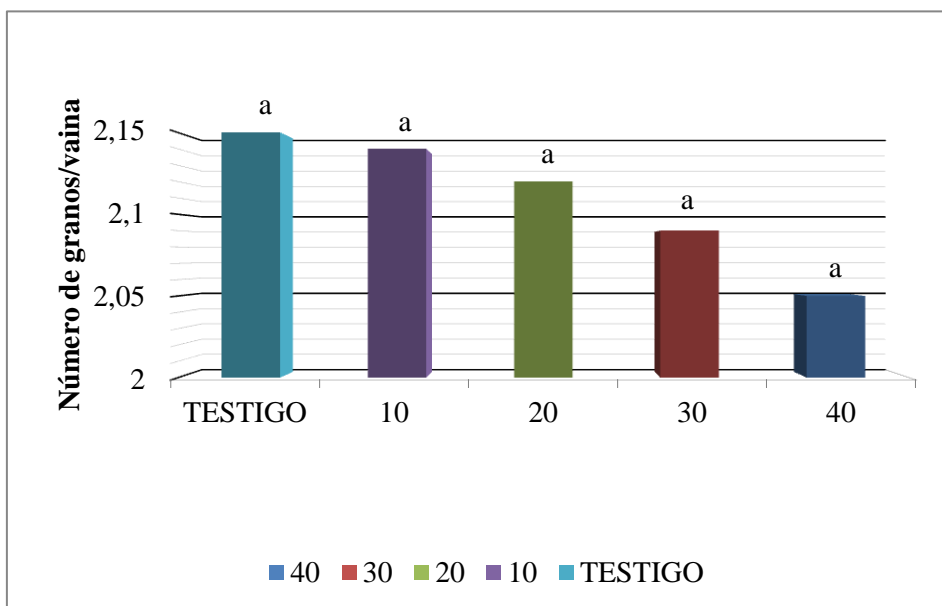
Al estudiar la variable *número de vainas por planta* (Figura 10) el ANAVA no mostró reducciones estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) para los diferentes niveles de defoliación, con un  $R^2$  de 33 % y C.V. de 12,73 para esta etapa. Estos resultados se contradicen con los obtenidos en algunas experiencias (Gazzoni y Minor, 1978; Parcianello *et al.*, 2003) en el que se encontraron disminuciones del número de vainas por planta en periodos reproductivos avanzados.



**Figura 10: Número de vainas por planta para los diferentes niveles de defoliación el estadio fenológico R5.5.**

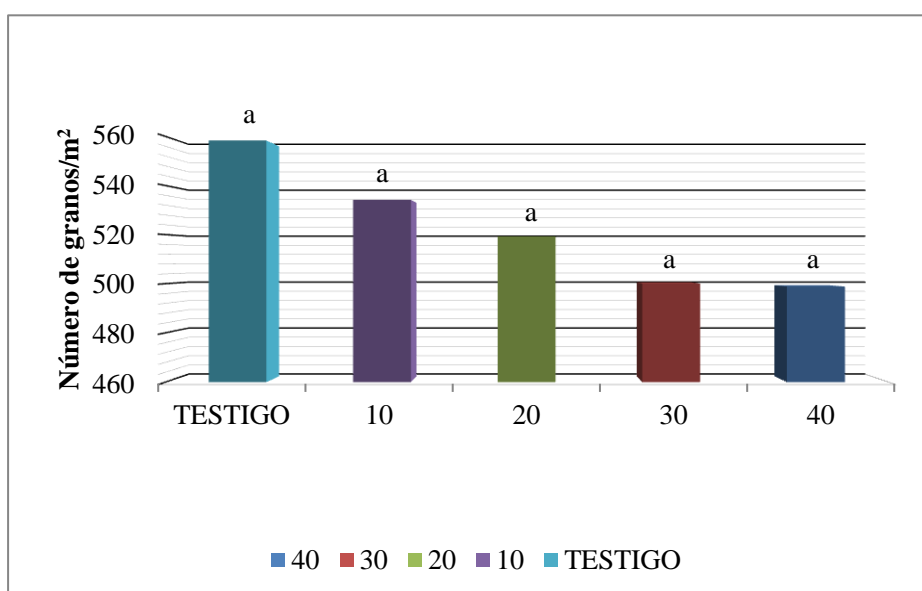
Lo mismo ocurre al analizar la variable *número de granos por vaina* (Figura 11) en la cual los resultados arrojados del análisis estadístico correspondiente (ANAVA), no mostraron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los diferentes tratamientos evaluados, con un  $R^2$  de 29% y un C.V. de 5,35.





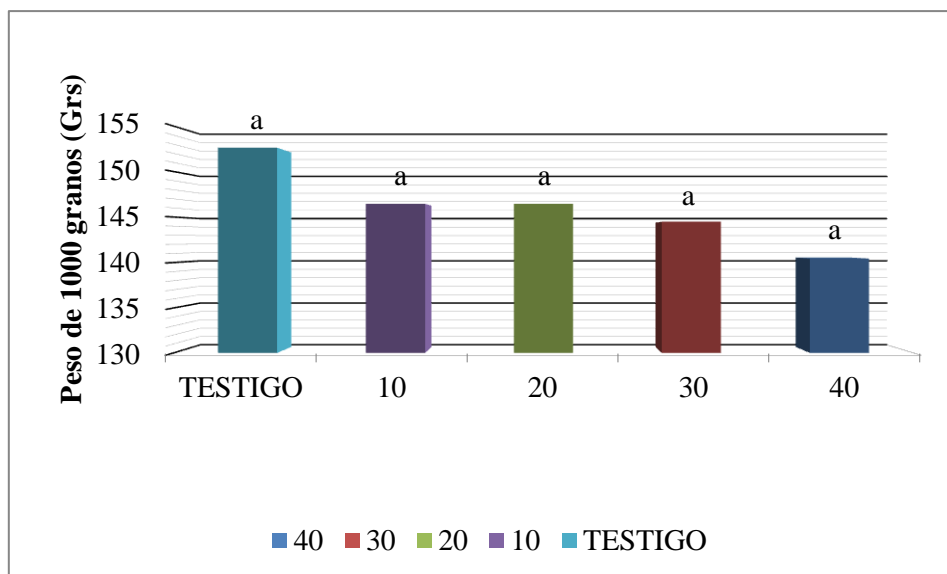
**Figura 11: Número de granos por vaina para los diferentes niveles de defoliación en el estadio fenológico R5.5.**

Al analizar el componente del rendimiento *número de granos por metro cuadrado* (Figura 12), el análisis estadístico realizado (ANAVA) para el estadio R5.5, muestra que no hubo variaciones significativas entre tratamientos ( $p \leq 0.05$ ) con un  $R^2$  de 43% y un C.V de 9,87. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Gregorutti *et al.* (2008) y Tuttolomondo *et al.* (2008), quienes demostraron que no hubo incidencia de la defoliación sobre esta variable.



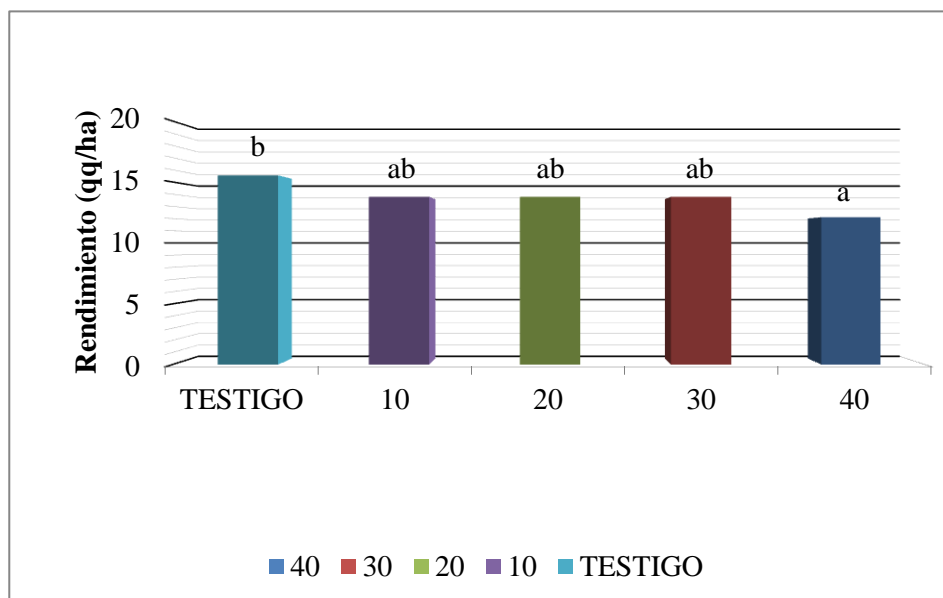
**Figura 12: Número de granos por metro cuadrado para los diferentes niveles de defoliación en el estadio fenológico R5.5.**

El *peso de 1000 granos (grs)* al igual que las otras variables no mostró diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el ANAVA, para los diferentes niveles de defoliación (Figura 13), con un  $R^2$  de 39% y un C.V de 7,72; lo cual se contrapone con lo encontrado en varias investigaciones (Gregorutti *et al.*, 2008; Tuttolomondo *et al.*, 2008; Enrico *et al.*, 2010), en las cuales se observaron diferencias del peso del grano para distintos niveles de defoliación en este estadio fenológico.



**Figura 13: Peso de 1000 granos para los diferentes niveles de defoliación en el estadio fenológico R5.5.**

En correlación con lo expuesto anteriormente, observamos que el componente *rendimiento* (Figura 14) no muestra diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos, con un  $R^2$  de 34% y un C.V de 15,69; al igual que lo encontrado con Gregorutti *et al.* (2008). No obstante estos resultados están en contraposición con otros autores (Fehr *et al.*, 1977; Caviness y Thomas, 1980; Parcianello *et al.*, 2003; Gonçalves Costa *et al.*, 2003; Gamundi y Perotti, 2006; Tuttolomondo *et al.*, 2008; Enrico *et al.*, 2010) que encontraron disminuciones significativas en el rendimiento producidas por la defoliación en este estadio.



**Figura 14: Rendimiento (qq/ha) para los diferentes niveles de defoliación en el estadio fenológico R5.5.**

Aunque las diferencias no son estadísticamente significativas cuando observamos los promedios de rendimiento obtenidos de los diferentes tratamientos (Tabla 21) tenemos valores de pérdidas de rendimiento de 3.43 qq cuando la defoliación fue del 40% lo que traducido a pérdidas económicas se hace relevante.

La diferencia de rendimiento en este ensayo, entre el testigo y el tratamiento con 40% de defoliación fue del orden del 22%.

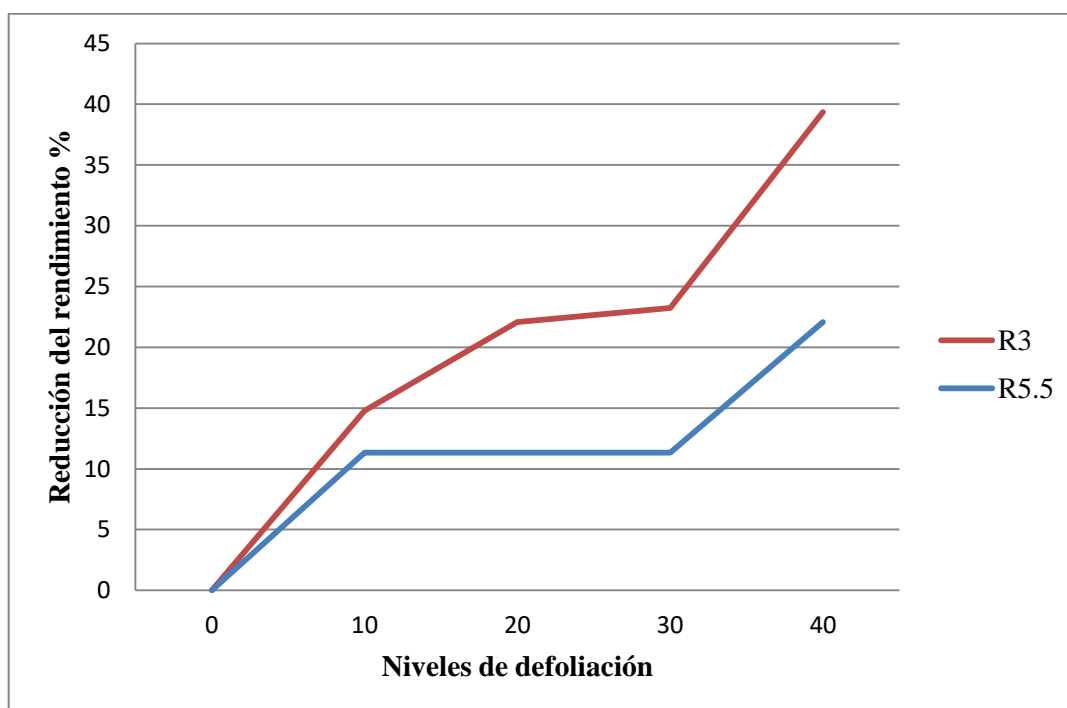
Tratamiento (% de defoliación)	Rendimiento promedio (qq/ha)	Pérdidas de rendimiento (qq/ha)	Pérdidas de rendimiento (%)
40	12,11	3.43	22,07
30	13,78	1.76	11,33
20	13,78	1.76	11,33
10	13,78	1.76	11,33
Testigo	15,54	0	0

**Tabla 21: Rendimiento promedio y pérdidas del mismo para los diferentes tratamientos.**

Si comparamos lo ocurrido en ambas etapas fenológicas del cultivo vemos que el rendimiento resultó afectado en forma diferencial por la defoliación, coincidiendo con lo encontrado por numerosas investigaciones (Todd y Morgan, 1972; Turnipseed, 1972; Gazzoni y Minor, 1978; Caviness y Thomas 1980; Fehr *et al.*, 1977 y 1983; Board *et al.*, 1994; Gazzoni y Moscardi, 1997; Gonçalves

Costa *et al.*, 2003; Parcianello *et al.*, 2003; Gamundi y Perotti (2006 y 2007); Gregorutti *et al.*, 2008; Tuttolomondo *et al.*, 2008; Boito *et al.*, 2011; Batistela *et al.*, 2012).

Al analizar la incidencia de cada nivel de defoliación sobre las pérdidas porcentuales de rendimiento se observa (Figura 15) que la misma fue mayor en el estadio fenológico R3 para todos los niveles de defoliación con respecto a la etapa de llenado de granos. Se produce una marcada diferencia entre estadios para el 20 y 30% de defoliación, en los que las reducciones del rendimiento para el estadio R3 se incrementan con el porcentaje de defoliación, mientras que para el estadio R5.5, no se evidenciaron variaciones en las pérdidas del rendimiento con el aumento de los niveles de daño, siendo las pérdidas iguales a T1. En el mayor nivel de defoliación, las diferencias de pérdidas entre estadios fueron marcadas, siendo de 39% y 22%, para R3 y R5.5 respectivamente; mostrando el gráfico pendientes similares de reducción de los rendimientos para el menor y mayor grado de defoliación.



**Figura 15: Pérdidas de rendimiento (%) ocasionadas por distintos niveles de defoliación en los estadios fenológicos R3 y R5.5.**

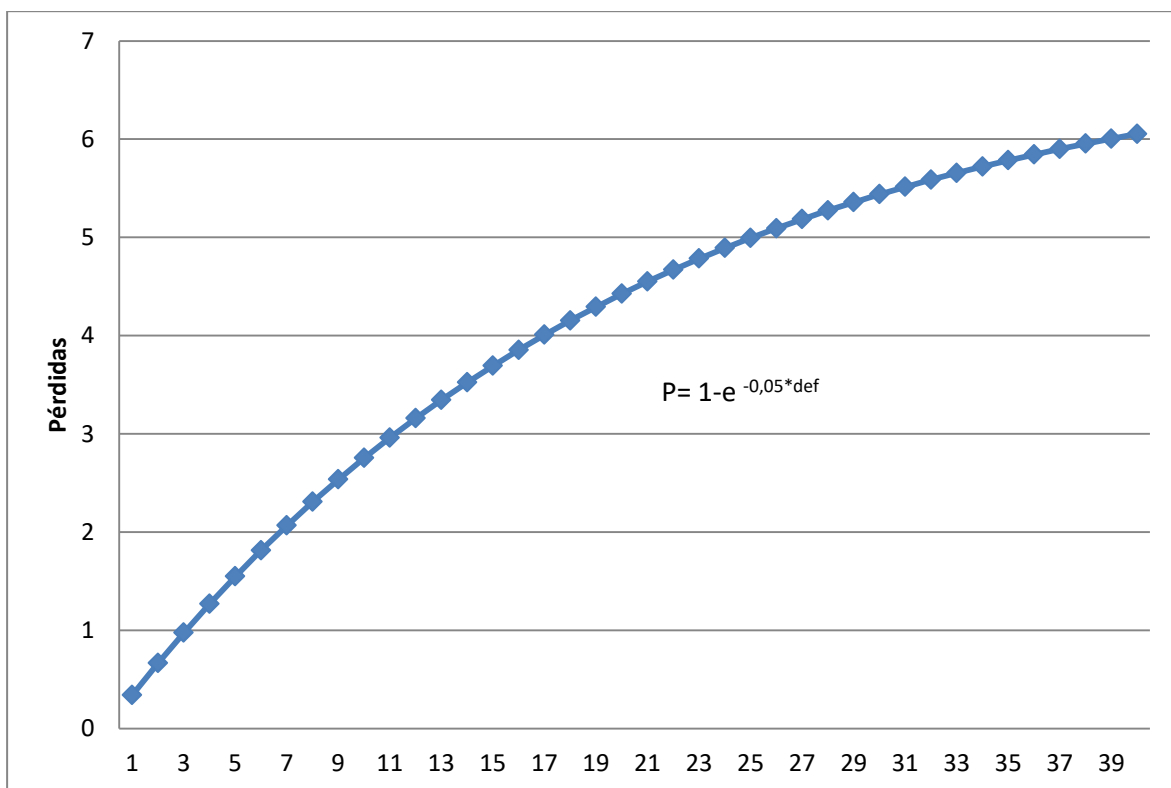
Esto significa que cuando las defoliaciones se producen en estadios reproductivos más tempranos (formación de granos), se puede tolerar menos daño que cuando ocurren en los estadios reproductivos más avanzados (llenado de granos), coincidiendo con lo expresado por Gregorutti *et al.* (2008), quienes 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. Estas mermas en el rendimiento, justificarían el control de la plaga en la mayoría de los tratamientos evaluados.

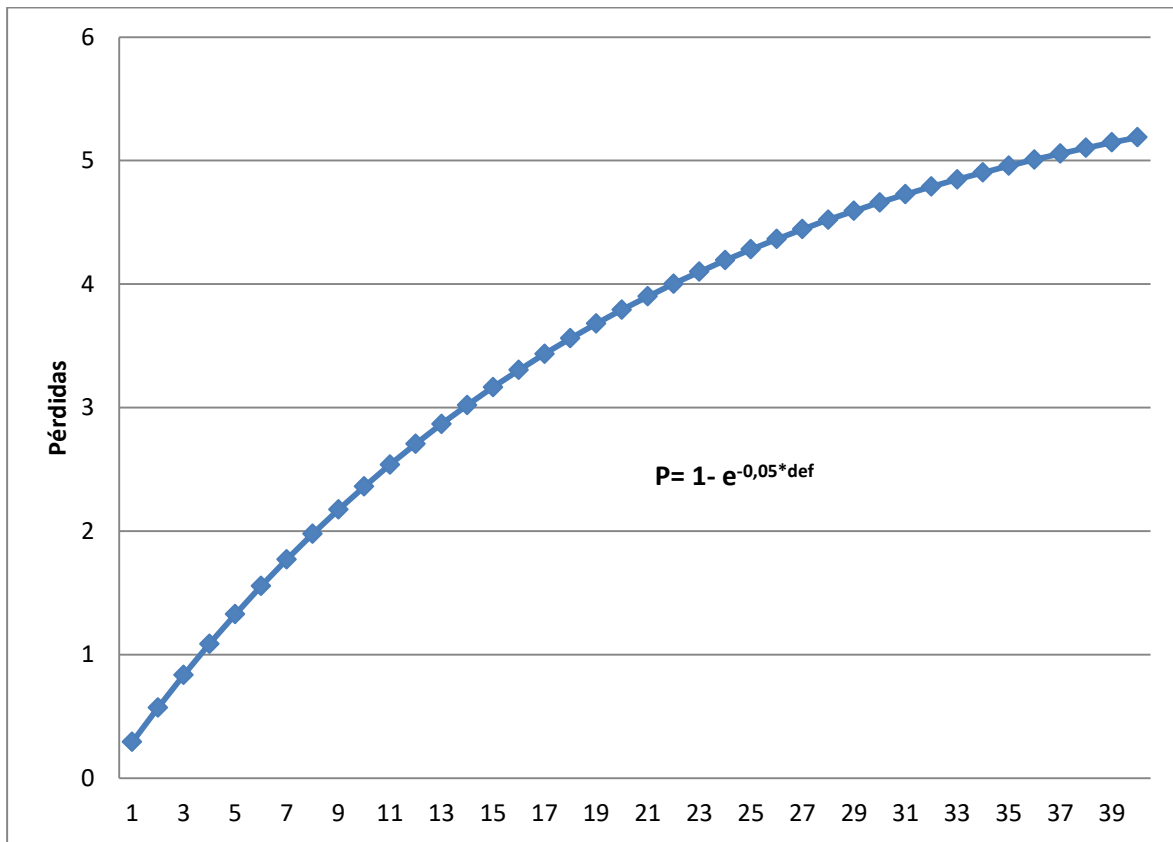
Los resultados de este trabajo se contraponen con lo encontrado por distintos autores (Fehr *et al.*, 1977; Caviness y Thomas, 1980; Board *et al.*, 1994; Perotti y Gamundi, 2006), que encontraron que las mayores pérdidas de rendimiento se producían en el estadio de llenado de granos. Board (2004), por su parte, concluyó que en R6 es necesario mantener 95% de intercepción de la radiación para evitar pérdidas significativas de rendimiento. En Argentina, Gamundi y Perotti (2007), comprobaron que en R1 la capacidad de recuperación del IAF y el rendimiento fue mayor que en R5.

Tuttolomondo *et al.* (2008), hallaron que las defoliaciones realizadas en R3 registraron diferencias significativas para rendimiento en ambos estadios fenológicos, pero difirieron en el componente afectado.

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 0,92 y 0,88 y un nivel de significancia de 0,0024 y 0,0056 para R3 y R5.5 respectivamente (Figuras 16 y 17).



**Figura 16: Función de daño para defoliación en estadio fenológico R3, en el cultivar Don Mario 5.8i.**



**Figura 17: Función de daño para defoliación en estadio fenológico R5.5, en el cultivar Don Mario 5.8i.**

## **CONCLUSIÓN.**

- Las pérdidas de rendimiento aumentaron con el incremento de los niveles de defoliación.
- Para el cultivar de soja de ciclo largo Don Mario 5.8i, evaluada en este trabajo, la defoliación incidió significativamente en el rendimiento y sus componentes solo en la etapa reproductiva temprana (R3).
- En la etapa reproductiva avanzada de llenado de granos no fue afectado ninguno de los parámetros evaluados por los distintos niveles de defoliación.
- Si bien no se evidenciaron mermas estadísticamente significativas en el rendimiento en la etapa de llenado de granos, una pérdida del orden del 22% en comparación con el testigo, con defoliaciones del 40%, posiblemente justificarían emplear una estrategia de manejo.

## BIBLIOGRAFÍA.

- ARAGÓN, J. y F. FLORES. 2011. Control integrado de plagas en soja en el sudeste de Córdoba. INTA EEA Marcos Juárez. p: 1-7.
- ASAPROVE. 2012. Asociación Argentina de Protección Vegetal y Ambiental. Plagas que amenazan a la soja de segunda 12/03/2012. En: <http://asaprove.org.ar/?p=1366>. Consultado: 11/10/2013.
- BAIGORRI, H. 2002. Manejo del cultivo de la soja en la Argentina. Actualizaciones. INTA EEA Marcos Juárez. 112p.
- BATISTELA, M.; A. DE FREITAS BUENO; M. NAIME NISHIKAWA; R. OLIVEIRA DE FREITAS BUENO; G. HIDALGO; L. SILVA; E. CORBO y R. SILVA. 2012. Re-evaluation of leaf-lamina consumer thresholds for IPM decisions in short-season soybeans using artificial defoliation. *Crop Protection*. 32: 7-11.
- BOARD, J.; A. WIER y D. BOETHEL. 1994. Reducciones en el rendimiento de soja causadas por defoliación durante mediados y finales de la semilla de llenado. 86 (6): 1074-1079.
- BOARD, J.; T. WIER y D. BOETHEL. 1997. Critical light interception during seed filling for insecticide application and optimum soybean grain yield. *Agronomy Journal*. 89: 369-374.
- BOARD, J. 2004. Soybean Cultivar Differences on Light Interception and Leaf Area Index during Seed Filling. *Agronomy journal*. 96: 305-310.
- BOITO, G.; C. CASSANO; J. GIUGGIA; A. CRENNNA y D. GIOVANINI. 2011. Incidencia de la defoliación artificial sobre el rendimiento en cultivares de soja de diferentes grupos de madurez. Actas del Quinto Congreso de la Soja del Mercosur. Primer Foro de la Soja Asia-Mercosur. En soporte digital, PVI-19: 1-4.
- CAVINESS C y J. THOMAS. 1980. Yield Reduction from Defoliation of Irrigated and Non-Irrigated Soybeans. 72 (6): 977-980.



- DI RIENZO, J.; F. CASANOVES; M. BALZARINI; L. GONZALES; M. TABLADA y C. ROBLEDO. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- ENRICO, J; A. KANTOLIC y M. BODRERO. 2010. Cuantificación del efecto de las defoliaciones tardías sobre los parámetros de crecimiento de semillas de soja [*Glycine max.* Merr. (L)]. Revista para mejorar la producción 45. INTA EEA Oliveros, Cátedra de cultivos industriales, Facultad Agronomía UBA. p: 35-40.
- ENRICO J.; A. KANTOLIC y M. BODRERO. 2011. Removilización aparente de reservas en el cultivo de soja ante defoliaciones en llenado de granos. Revista para mejorar la producción 46. INTA EEA Oliveros Cátedra de cultivos industriales, Facultad Agronomía UBA. p: 57-60.
- FEHR W.; C. CAVINES y J. VORST. 1977. Response of Indeterminate and Determinate Soybean Cultivars to Defoliation and Half-plant Cut-off. *Crop Science*. 17: 913-917.
- FEHR W. y D. MESA. 1983. Plot Type and Treatment Method for Assessment of Soybean Response to Defoliation. *Crop Science*. 24 (5): 847-850.
- GAZZONI D. y H. MINOR. 1978. Efeito do desfolhamento artificial em soja, sobre o rendimento e os seus componentes. Seminario nacional de pesquisa de soja. En: Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1979.2. p: 47-57.
- GAZZONI D. y F. MOSCARDI. 1997. Efeito de níveis de desfolhamento na recuperação de área foliar e na produção e características agronômicas da soja. En: *Pesq. Agropec. Bras.* Brasilia. 33 (4): 411-424.
- GONÇALVES COSTA, M.; R. BALARDIN; E. CORREA COSTA; A. GRÜTZMACHER y M. BRAGA DA SILVA. 2003. Níveis de desfolha na fase reprodutiva da soja, cv. Ocepar 14, sobre dois sistemas de cultivo. *Ciencia Rural*. 33 (5): 1-10.
- GOOGLE MAPS. 2013. Google datos de mapa, Europa technologies. En: <http://maps.google.com>. Consultado: 11-10-2013.

- GREGORUTTI, V.; A. SALUSO y O. CAVIGLIA. 2008. Defoliaciones artificiales en soja: momento, intensidad y ubicación en la canopia. INTA EEA Paraná. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Entre Ríos. p: 100.
- HAILE, F.; L. HIGLEY y J. SPECHT. 1998. Soybean cultivars and insect defoliation: yield loss and economic injury levels. *Agronomy Journal*. 90: 344-352.
- HAMMOND, R.; L. BLEDSOE; T. DEGOOYER; L. HIGLEY; L. PEDIGO y S. SPOMER. 2000. La defoliación de insectos simulada en la soja: influencia del ancho de fila. *Journal of Economic Entomology*. p: 1.429-1.436.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA (MAGyP). 2013. Resultado Campaña Agrícola 2012-2013. En: <http://www.sia.gov.ar/series>; Consultado: 11/10/2013.
- PARCIANELLO, G.; J. COSTA; J. FERNANDES PIRES; L. RAMBO y K. SAGGIN. 2004. Tolerância da soja ao desfolhamento afetada pela redução do espaçamento entre fileiras. Universidad Federal de Santa María. 34 (2): 357-364.
- PEROTTI, E. y J. GAMUNDI. 2006. Incidencia de la defoliación en cultivares determinados e indeterminados (GM III, IV y V) con diferentes espaciamientos entre líneas. INTA EEA Oliveros. *Para Mejorar la Producción*. 33: 86-91.
- PEROTTI, E. y J. GAMUNDI. 2007. Evaluación del daño provocado por lepidópteros defoliadores en cultivares de soja determinados e indeterminados (GM III, IV, V) con diferentes espaciamientos entre líneas de siembra. INTA EEA Oliveros. *Para mejorar la producción*. 36: 119-125.
- PEROTTI, E. y J. GAMUNDI. 2009. La importancia de saber proteger oportunamente las hojas del cultivo de soja. Revista: *Para mejorar la producción* 42. INTA EEA Oliveros. p: 113-117.
- RICE, M. 2002. "Estimación de la defoliación de soja". Integrated Crop Management. Universidad Estatal de IOWA. 488 (19): 153-154.

- RIDNER, E. 2006. Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud. 1<sup>ra</sup> ed. Grupo Q S.A.: Sociedad Argentina de Nutrición, Buenos Aires, Argentina. 96p.
- TODD J. y L. MORGAN. 1972. Effects of Hand Defoliation on Yield and Seed Weight of Soybeans. *Journal of Economic Entomology*. 65 (2): 567-570.
- TURNIPSEED, S. 1972. Response of Soybeans to Foliage Losses in South Carolina. *Journal of Economic Entomology*. 65 (1): 224-229.
- TUTTOLOMONDO, G.; I. ROSBACO.; N. PIZZICHINI.; S. COLOCCIONI y C. DESTÈFANIS. 2008. Soja: Incidencia de la defoliación en el rendimiento y sus componentes. Revista Agromensajes. Publicación Cuatrimestral de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR. N°. 26. 5 pp.
- USDA. 2013. Home/ Marketing and trade/ Exporting good /Production, supply and distribution/ Oil seed/ Table 07: Soybean: World supply and distribution. En: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+07%3a+Soybeans%3a+World+Supply+and+Distribution&hidReportRetrievalID=706&hidReportRetrievalTemplateID=8>. Consultado: 02-11-2013.

## ANEXO.

### Estadio fenológico R3.

Tabla 1: 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.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	56,00	8	7,00	5,15	0,0026
<b>Bloque</b>	28,53	4	7,13	5,25	0,0068
<b>Tratamiento</b>	27,48	4	6,87	5,05	0,0079
<b>Error</b>	21,74	16	1,36		
<b>Total</b>	77,75	24			

Tabla 2: Test LSD Fisher ( $\alpha$ : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas del número de vainas por planta entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R3.

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>40</b>	10,32	5	0,52	A
<b>30</b>	12,24	5	0,52	B
<b>20</b>	12,69	5	0,52	B
<b>10</b>	12,94	5	0,52	B
<b>Testigo</b>	13,30	5	0,52	B

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

Tabla 3: 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.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	0,08	8	0,01	2,03	0,1091
<b>Bloque</b>	0,02	4	0,01	1,10	0,3921
<b>Tratamiento</b>	0,06	4	0,02	2,96	0,0500
<b>Error</b>	0,08	16	0,01		
<b>Total</b>	0,17	24			

Tabla 4: Test LSD Fisher ( $\alpha$ : 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	2,09	5	0,03	A
30	2,11	5	0,03	A
20	2,12	5	0,03	A B
10	2,15	5	0,03	B
Testigo	2,23	5	0,03	B

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

Tabla 5: 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.	107463,59	8	13432,95	10,52	<0,0001
Bloque	42622,06	4	10655,51	8,35	0,0008
Tratamiento	64841,53	4	16210,38	12,70	0,0001
Error	20426,76	16	1276,67		
Total	127890,34	24			

Tabla 6: Test LSD Fisher ( $\alpha$ : 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	403,83	5	15,98	A
30	478,88	5	15,98	B
20	490,48	5	15,98	B
10	517,48	5	15,98	B C
Testigo	558,30	5	15,98	C

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

Tabla 7: 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
<b>Modelo.</b>	2314,82	8	289,35	7,56	0,0003
<b>Bloque</b>	388,31	4	97,08	2,54	0,0806
<b>Tratamiento</b>	1926,51	4	481,63	12,59	0,0001
<b>Error</b>	612,06	16	38,25		
<b>Total</b>	2926,88	24			

Tablas 8: 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 R3.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
<b>40</b>	126,70	5	2,77	A
<b>30</b>	134,66	5	2,77	A B
<b>20</b>	138,62	5	2,77	B
<b>10</b>	148,11	5	2,77	C
<b>Testigo</b>	150,61	5	2,77	C

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

Tabla 9: 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
<b>Modelo.</b>	108,25	8	13,53	9,33	0,0001
<b>Bloque</b>	10,01	4	2,50	1,72	0,1938
<b>Tratamiento</b>	98,24	4	24,56	16,93	0,0001
<b>Error</b>	23,21	16	1,45		
<b>Total</b>	131,46	24			

Tabla 10: 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	9,40	5	0,54	A
30	11,90	5	0,54	B
20	12,08	5	0,54	B
10	13,21	5	0,54	B
Testigo	15,50	5	0,54	C

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

### Estadio fenológico R 5.5.

Tabla 11: 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.	20,37	8	2,55	1,00	0,4731
Bloque	14,90	4	3,73	1,46	0,2600
Tratamiento	5,47	4	1,37	0,54	0,7110
Error	40,77	16	2,55		
Total	61,14	24			

Tabla 12: Test LSD Fisher ( $\alpha$ : 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	11,93	5	0,71	A
30	12,20	5	0,71	A
20	12,41	5	0,71	A
10	12,92	5	0,71	A
Testigo	13,21	5	0,71	A

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

Tabla 13: 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
<b>Modelo.</b>	0,08	8	0,01	0,82	0,5938
<b>Bloque</b>	0,05	4	0,01	1,05	0,4115
<b>Tratamiento</b>	0,03	4	0,01	0,60	0,6713
<b>Error</b>	0,20	16	0,01		
<b>Total</b>	0,29	24			

Tabla 14: Test LSD Fisher ( $\alpha$ : 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.	
<b>40</b>	2,05	5	0,05	A
<b>30</b>	2,09	5	0,05	A
<b>20</b>	2,12	5	0,05	A
<b>10</b>	2,14	5	0,05	A
<b>Testigo</b>	2,15	5	0,05	A

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

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
<b>Modelo.</b>	32369,53	8	4046,19	1,52	0,2254
<b>Bloque</b>	19917,04	4	4979,26	1,87	0,1643
<b>Tratamiento</b>	12452,48	4	3113,12	1,17	0,3602
<b>Error</b>	42516,65	16	2657,29		
<b>Total</b>	74886,18	24			



Tabla 16: Test LSD Fisher ( $\alpha$ : 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	498,82	5	23,05	A
30	500,05	5	23,05	A
20	519,30	5	23,05	A
10	534,11	5	23,05	A
Testigo	558,30	5	23,05	A

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

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.	1290,67	8	161,33	1,26	0,3282
Bloque	884,22	4	221,06	1,73	0,1928
Tratamiento	406,45	4	101,61	0,79	0,5457
Error	2045,60	16	127,85		
Total	3336,27	24			

Tablas 18: 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	140,43	5	5,06	A
30	144,49	5	5,06	A
20	146,45	5	5,06	A
10	146,45	5	5,06	A
Testigo	152,63	5	5,06	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 para el estadio fenológico R5.5.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	398399,51	8	49799,94	1,04	0,4481
<b>Bloque</b>	81240,43	4	20310,11	0,42	0,7892
<b>Tratamiento</b>	317159,08	4	79289,77	1,65	0,2095
<b>Error</b>	766700,44	16	47918,78		
<b>Total</b>	1165099,95	24			

Tabla 20: Test LSD Fisher ( $\alpha$ : 0,05) para evaluar diferencias estadísticas significativas de rendimiento entre los diferentes niveles de defoliación para el estadio fenológico R5.5.

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>40</b>	12,11	5	97,90	A
<b>30</b>	13,78	5	97,90	A B
<b>20</b>	13,78	5	97,90	A B
<b>10</b>	13,78	5	97,90	A B
<b>Testigo</b>	15,54	5	97,90	B

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

**Tabla 22: Análisis de regresión lineal de pérdidas en el estadio fenológico R3.**

**ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO MONOMOLECULAR**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>ECMP</u>	<u>AIC</u>	<u>BIC</u>
Mono	5	<b>0,92</b>	0,90	0,41	7,09	6,31

**Coefficientes de regresión y estadísticos asociados**

<u>Coef</u>	<u>Est.</u>	<u>E.E.</u>	<u>LI(95%)</u>	<u>LS(95%)</u>	<u>T</u>	<u>p-valor</u>	<u>CpMallows</u>
Defoliacion	<b>0,05</b>	0,01	0,03	0,06	6,86	<b>0,0024</b>	37,87

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	6,39	1	6,39	47,09	0,0024
Defoliacion	6,39	1	6,39	47,09	0,0024
Error	0,54	4	0,14		
Total	6,93	5			

**ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO GOMPERTZ**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>ECMP</u>	<u>AIC</u>	<u>BIC</u>
Gompertz	5	0,80	0,75	0,83	10,80	10,02

**Coefficientes de regresión y estadísticos asociados**

<u>Coef</u>	<u>Est.</u>	<u>E.E.</u>	<u>LI(95%)</u>	<u>LS(95%)</u>	<u>T</u>	<u>p-valor</u>	<u>CpMallows</u>
Defoliacion	0,04	0,01	0,01	0,07	4,02	0,0158	13,14

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	4,61	1	4,61	16,18	0,0158
Defoliacion	4,61	1	4,61	16,18	0,0158
Error	1,14	4	0,29		
Total	5,75	5			

### ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO EXPONENCIAL

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Exp	5	0,76	0,70	4,54	21,82	21,04

#### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
Defoliacion	-0,10	0,03	-0,18	-0,02	-3,52	0,0244	10,12

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32,03	1	32,03	12,40	0,0244
Defoliacion	32,03	1	32,03	12,40	0,0244
Error	10,34	4	2,58		
Total	42,37	5			

### ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO LOGÍSTICO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Logistico	5	0,55	0,44	1,59	14,54	13,76

#### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
Defoliacion	0,03	0,01	-0,01	0,07	2,22	0,0906	4,14

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,97	1	2,97	4,93	0,0906
Defoliacion	2,97	1	2,97	4,93	0,0906
Error	2,41	4	0,60		
Total	5,38	5			

**Tabla 23:** Análisis de regresión lineal de pérdidas en el estadio fenológico R5.5.

### ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO MONOMOLECULAR

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Mono	5	<b>0,88</b>	0,85	0,64	9,26	8,48

#### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
Defoliacion	<b>0,05</b>	0,01	0,02	0,07	5,41	0,0056	23,64

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,14	1	6,14	29,30	0,0056
Defoliacion	6,14	1	6,14	29,30	<b>0,0056</b>
Error	0,84	4	0,21		
Total	6,98	5			

### ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO GOMPERTZ

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Gompertz	5	0,67	0,59	1,36	13,65	12,87

#### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
Defoliacion	0,04	0,01	1,1E-03	0,07	2,86	0,0459	6,75

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,13	1	4,13	8,19	0,0459
Defoliacion	4,13	1	4,13	8,19	0,0459
Error	2,02	4	0,50		
Total	6,14	5			

### ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO EXPONENCIAL

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Exp	5	0,73	0,66	6,03	23,36	22,58

#### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
Defoliacion	-0,11	0,03	-0,21	-0,02	-3,25	0,0313	8,67

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37,21	1	37,21	10,59	0,0313
Defoliacion	37,21	1	37,21	10,59	0,0313
Error	14,06	4	3,51		
Total	51,27	5			

### ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL MODELO LOGÍSTICO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
Logistico	5	0,33	0,17	2,71	17,76	16,98

#### Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
Defoliacion	0,03	0,02	-0,03	0,08	1,41	0,2301	1,80

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,30	1	2,30	2,00	0,2301
Defoliacion	2,30	1	2,30	2,00	0,2301
Error	4,59	4	1,15		
Total	6,89	5			