



**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**

**“Evaluación del comportamiento del germoplasma elite de Santa Rosa  
Semillas S.A. frente a chinches fitófagas.”**

Ing. Agr. Pablo Carlino

Trabajo Final para optar al título de  
Especialización en Producción de Semillas de Cereales, Oleaginosas y Forrajeras

DIRECTORA: Ing. Agr. Mg. Celina Fernández

CO-DIRECTOR: Ing. Agr. Esp. Santiago Zujic

Rosario, 07 de septiembre de 2022.

## **“Evaluación del comportamiento del germoplasma elite de Santa Rosa Semillas frente a chinches fitófagas.”**

Ing. Agr. Pablo Carlino

El presente Trabajo Final es presentado como requisito para optar al título académico de Especialización en Producción de Semillas de Cereales, Oleaginosas y Forrajeras de la Universidad Nacional de Rosario y no ha sido previamente presentado para obtención de otro título en esta u otra universidad. Los resultados expuestos fueron obtenidos mediante un proyecto de investigación llevado a cabo en la localidad de Monje, durante la campaña agrícola 2019-2020, bajo la dirección de la Ing. Agr. Mg Celina A. Fernández, en co-participación con la empresa Santa Rosa Semillas S.A.

Ing. Agr.

Pablo Carlino

Ing. Agr. Mg

Celina A. Fernández

Ing. Agr. Esp

Santiago Zujic

Defendida.....

## AGRADECIMIENTOS.

A la Empresa Santa Rosa Semillas SA por el aporte de los recursos necesarios para la realización de la especialización, que sin ellos no habría sido posible. Al área de Semilla Básica en el aporte de la mano de obra necesaria para la realización de las tareas de siembra, pulverización y cosecha entre otras, para llevar a cabo este trabajo experimental.

A la Cátedra de Zoología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNR, por la realización de las tareas de cría artificial de chinches y en las actividades de infestación de las parcelas experimentales a campo.

Un agradecimiento muy grande a mi directora Ing. Agr. Celina Fernández y a mi co-director Ing. Agr. Santiago Zujic por el apoyo y dedicación en la guía para el desarrollo de la tesis.

## ÍNDICE

Índice de tablas y figuras.....	Pag.5
Resumen.....	Pag.7
Abstract.....	Pag.8
Introducción.....	Pag.9
Objetivos.....	Pag.12
Hipótesis 1.....	Pag.12
Hipótesis 2.....	Pag.12
Materiales y métodos.....	Pag.13
Diseño experimental .....	Pag.13
Cría artificial de Pentatomidae e infestación.....	Pag.15
Variables determinadas.....	Pag.16
Análisis de datos.....	Pag.17
Resultados y discusión.....	Pag.18
Genotipo de ciclos cortos.....	Pag.20
Genotipo de ciclos largos.....	Pag.24
Conclusiones.....	Pag.30
Bibliografía.....	Pag.31

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.

Tabla 1 y 2. Diseño experimental de Grupos cortos y Grupos largos de madurez.

Tabla 3. Resumen de actividades del ensayo.

Tabla 4. Variables y referencias

Tabla 5. Comparación de variables entre parcelas principales INF - NO/INF, para los genotipos de Ciclo Corto

Tabla 6. Comparación de variables entre parcelas principales INF - NO/INF, para los genotipos de Ciclo Largo

Tabla 7. Resultados de las diferentes interacciones entre tratamiento y genotipo, para grupos de madurez cortos

Tabla 8. Resultados de las diferentes interacciones entre tratamiento y genotipo, para grupos de madurez largos.

Figura 1. Valores de rendimiento por parcela de los genotipos de CC en relación al tratamiento INF - NO/INF.

Figura 2. Valores de rendimiento por metro lineal de los genotipos de CC en relación al tratamiento INF - NO/INF.

Figura 3. Valores de retención foliar de los genotipos de CC en relación al tratamiento INF - NO/INF.

Figura 4. Valores de tallo verde de los genotipos de CC en relación al tratamiento INF - NO/INF.

Figura 5. Valores de total de picaduras de los genotipos de CC en relación al tratamiento INF - NO/INF.

Figura 6. Valores de semillas no viables de los genotipos de CC en relación al tratamiento INF - NO/INF.

Figura 7. Valores de daño severo en semillas de los genotipos de CC en relación al tratamiento INF - NO/INF.

Figura 8. Valores de rendimiento por parcela de los genotipos de CL en relación al tratamiento INF - NO/INF.

Figura 9. Valores de rendimiento por metro lineal de los genotipos de CL en relación al tratamiento INF - NO/INF.

Figura 10. Valores de retención foliar de los genotipos de CL en relación al tratamiento INF-NO/INF

Figura 11. Valores de tallo verde de los genotipos de CL en relación al tratamiento INF-NO/INF.

Figura 12. Valores de total de picaduras de los genotipos de CL en relación al tratamiento INF-NO/INF.

Figura 13. Valores de daño severo de los genotipos de CL en relación al tratamiento INF-NO/INF.

Figura 14. Valores de semillas no viables de los genotipos de CL en relación al tratamiento INF-NO/INF.

## RESUMEN

PALABRAS CLAVE: *Glycine max*; Pentatomidae; Resistencia; Tolerancia.

La “soja” (*Glycine max*) es la principal oleaginosa sembrada en Argentina, representando casi el 90% del área cultivada. El complejo de chinches fitófagas (*Nezara viridula*, *Dichelops furcatus*, *Edessa mediatubunda*, *Piezodorus guildinii*), ejerce daños importantes en el cultivo de soja, generando pérdidas en el rendimiento, disminuyendo la viabilidad, el poder germinativo y el vigor, variables fundamentales para la producción de semillas. Actualmente la estrategia de control más utilizada es el uso de diversos insecticidas, pero esto ha desencadenado una serie de consecuencias negativas tales como: desarrollo de resistencia a diversos productos activos, contaminación del suelo, agua y aire y eliminación de fauna benéfica. Las plantas poseen defensas anti-herbivoría, que pueden ser desde estrategias físicas, hasta la producción de compuestos químicos específicos que desencadenan procesos de antibiosis, antixenosis o tolerancia, en donde el resultado final es la disminución del daño que ocasionan estos insectos. El objetivo del trabajo fue estudiar el comportamiento del germoplasma élite de soja del criadero Santa Rosa Semillas S.A., frente al ataque de especies de chinches, de la familia Pentatomidae, más frecuentes en el área neotropical, que puedan ser incorporados en un futuro programa de mejoramiento para el manejo de chinches. Para esto, durante la campaña agrícola 2019-2020 se llevó a cabo un ensayo en la localidad de Monje, donde se estableció un diseño de parcelas divididas con cultivo de soja. El tratamiento de las parcelas principales se basó en la infestación (INF y NO/INF), desde R3 a R6, con chinches criadas en condiciones controladas, en la cámara de cría de la Facultad de Cs. Agrarias, Zavalla. En las subparcelas se dispusieron diferentes líneas del germoplasma élite del criadero: 6 de grupo de madurez corto y 6 de grupo de madurez largo. Al finalizar el ciclo del cultivo se tomaron datos de: rendimiento; retención foliar y tallo verde y se mandaron a analizar semillas, mediante la prueba topográfica de tetrazolio para la determinación de semillas no viables, nº total de picaduras y daño severo en semillas. Según los resultados obtenidos se encontraron diferencias significativas en la variable rendimiento entre los tratamientos infestados y no infestados. Dentro de los ciclos cortos de madurez, hubo diferencias significativas para retención foliar, tallo verde y daño severo en semillas, los germoplasmas LE0164, LE6134 y LE3071 tuvieron un comportamiento más estable frente a chinches. Dentro de los ciclos largos de madurez los genotipos LE1073 y LE0811 solo mostraron diferencias significativas para la variable tallo verde. Asimismo, aunque las variables estudiadas en algunos casos no se diferenciaron significativamente, la tendencia de los datos nos permitiría seguir con estas líneas en estudios de bioensayos para ser incorporadas al programa de mejoramiento para chinches.

## ABSTRACT.

KEY WORDS: *Glycine max*; Pentatomidae; Resistance; Tolerance

Soybean (*Glycine max*) is the main oilseed cultivated in Argentina, representing almost 90% of the cultivated area. The complex of phytophagous stink bugs (*Nezara viridula*, *Dichelops furcatus*, *Edessa meditabunda*, *Piezodorus guildinii*), exerts significant damage on soybean crops, generating losses in yield, decreasing viability, germination power and vigor, fundamental variables for production of seeds. Currently the most widely used control strategy is the use of various insecticides, but this has triggered a series of negative consequences such as: development of resistance to various active products, soil, water and air contamination and elimination of beneficial fauna. Plants have anti-herbivory defenses, which can range from physical strategies to the production of specific chemical compounds that trigger antibiosis, antixenosis or tolerance processes, where the final result is the reduction of the damage caused by these insects. The objective of the work was to study the behavior of the elite soybean germplasm from the Santa Rosa Semillas S.A. hatchery, against the attack of species of bugs, of the Pentatomidae family, more frequent in the neotropical area, which can be incorporated in a future breeding program for stink bug management. For this, during the 2019-2020 agricultural campaign, an experiment was carried out in the town of Monje, where a design of divided plots with soybean crop was established. The treatment of the main plots was based on the infestation (INF and NO/INF), from R3 to R6, with stinkbugs reared under controlled conditions, in the breeding chamber of the Faculty of Agronomic Science Zavalla. Different lines of the hatchery's elite germplasm were arranged in the subplots: 6 from the short maturity group and 6 from the long maturity group. At the end of the crop cycle, data were taken on: yield; foliar retention and green stem, and seeds were sent to analyze, by means of the tetrazolium topographic test for the determination of non-viable seeds, total number of bites and severe damage to seeds. According to the results, significant differences were found in the yield variable between the infested and non-infested treatments. Within the short maturity cycles, there were also significant differences for foliar retention, green stem and severe seed damage; the germplasms LE0164, LE6134 and LE3071 had a more stable behavior against stink bugs. Within the long maturity cycles, the LE1073 and LE0811 genotypes only showed significant differences for the green stem variable. Likewise, although the variables studied in some cases did not differ significantly, the trend of the data would allow us to continue with these lines in bioassay studies to be incorporated into the breeding program for bedbugs.

## INTRODUCCIÓN

La “soja” (*Glicine max*) es la principal oleaginosa sembrada en Argentina, concentrando una participación en torno al 90% del área total de los principales cultivos de este grupo (soja, girasol, colza, lino y maní). Si tomamos el promedio de las últimas 5 campañas, esta especie es el principal grano en producción nacional, promediando una producción de 51 millones de toneladas anuales en el período. En la campaña 20/21 se estima que se sembraron 17,2 millones de hectáreas de soja, manteniéndose constante entre campañas. En los últimos 20 años, el área destinada a la oleaginosa creció un 60% en Argentina. Respecto al sector externo, el complejo soja es el principal generador de divisas en la economía Argentina. En el último año, realizó un aporte de US\$ 14.865 millones, representando el 27% de las exportaciones argentinas (Terre *et al.*, 2021)

Desde el inicio del cultivo, existen diferentes plagas insectiles que afectan tanto el rendimiento como la calidad del grano. El complejo de chinches (Pentatomidae, Hemiptera), es una de las mayores amenazas tanto en la región neotropical como a nivel mundial.

El complejo está formado por *Nezara viridula* (L), *Piezodorus guildinii* (W), *Edessa meditabunda* (F), *Dichelops furcatus* (F) y en menor medida por *Euchistus heros* (F). Estos insectos poseen un aparato bucal adaptado para una acción picadora-suctora. Tanto las ninfas como los adultos obtienen su alimento mediante el picado del tejido vegetal y posterior succión de los contenidos celulares. Además, introducen toxinas y patógenos que transportan en su aparato bucal. Pueden alimentarse de diferentes partes de la planta: tallos, follaje, flores, pero una vez iniciada la etapa reproductiva del cultivo muestran una marcada predilección por vainas y semillas (Bowling, 1980). Debido al vaciado de las células del cotiledón, las picaduras en la semilla aparentan manchas calcáreas rodeadas por un halo marrón oscuro de aspecto corchoso (Panizzi *et al.*, 2000).

En general las chinches colonizan el cultivo en forma de manchones en la etapa de floración o poco antes y luego comienzan a dispersarse hacia otros sectores del cultivo, coincidiendo con la formación de vainas. A partir del estado fenológico R5 la población aumenta marcadamente hasta la madurez fisiológica. Luego, desde R5.5 la distribución comienza a ser uniforme en todo el lote y se mantiene hasta la madurez (Kuss *et al.*, 2007a). Este comportamiento posiblemente esté ligado a la dispersión de las ninfas, las que a partir del cuarto estadio pueden desplazarse aproximadamente 7 - 10 metros desde el lugar de oviposición (Panizzi *et al.*, 1980)

Según el momento de desarrollo del grano de soja, la picadura de chinches puede resultar en diferentes daños: durante los primeros estadios de desarrollo (R3-R4) resulta en detención del crecimiento, caída de vainas, semillas pequeñas y deformadas; en tanto que en estadios más avanzados (R6) se observa arrugamiento y pequeñas depresiones con manchas blanquecinas o marrones (Daugherty *et al.*, 1964; Correa-Ferreira y Azevedo, 2002; Gamundi *et al.*, 2004). La ubicación de la lesión es más importante que el número de picaduras. Una picadura sobre el hipocótilo anula la germinación mientras que varias

lesiones en los cotiledones afectan el vigor, la sanidad y la emergencia, pero no la germinación (Jensen y Newsom, 1972). Altos niveles de infestación durante el período crítico pueden generar retención foliar (Rizzo, 1972). Posiblemente esto se deba a un desequilibrio fisiológico de la relación fuente-destino por el aborto de numerosos frutos en ese período.

Otro efecto del daño de chinches, además de la pérdida de rendimiento, es la modificación de la relación contenido de proteína/contenido de materia grasa. Los granos dañados incrementan ligeramente su contenido en proteína y en forma proporcional, disminuyen ligeramente su contenido en aceite (Bimboni, 1978; Gamundi *et al.*, 2004)

Por lo tanto, el complejo de chinches fitófagas ejerce daños importantes en el cultivo de soja, generando pérdidas en el rendimiento (disminuyendo el número de vainas, número y peso de semillas) y calidad de semillas (poder germinativo, vigor y carga fúngica).

Actualmente la estrategia de control más utilizada es el uso de diversos insecticidas, pero esto ha desencadenado una serie de consecuencias negativas tales como: desarrollo de resistencia a diversos productos activos, contaminación del suelo, agua, aire y la disminución de los insectos benéficos que colaboran en el control biológico.

Una de las estrategias en estudio a nivel mundial, son las biotecnológicas. Las plantas poseen defensas anti-herbivoría, que interfieren con la alimentación y/o oviposición. Estas pueden ir desde estrategias físicas, como el desarrollo de espinas o tricomas: la resistencia a la chicharrita de la papa (*Empoasca fabae*), una plaga grave de soja en el pasado, se produjo debido a la presencia de pubescencia en las hojas de las plantas, (Bansal *et al.*, 2013). O bien químicas, como la producción de compuestos secundarios: flavonoides, isoflavonoides, esteroides y alcaloides (Michereff, *et al.*, 2019), los cuales desencadenan procesos de antibiosis, antixenosis o tolerancia, en donde el resultado final es la disminución del daño que ocasionan estos insectos.

La resistencia de una planta a un insecto se describe típicamente de tres formas: antibiosis, antixenosis y tolerancia. En el caso de la antibiosis, la planta es perjudicial para el artrópodo, afectando su biología, sin embargo, este puede utilizar la planta como hospedante. En el caso de la antixenosis, la presencia de un factor bioquímico, físico o biológico en la planta, afecta negativamente el comportamiento de la plaga (por ejemplo, colonización, oviposición y alimentación). Finalmente, las plantas tolerantes tienen la capacidad de resistir o recuperarse de un ataque de artrópodos sin afectar el comportamiento o la biología de los mismos (Smith y Clement, 2012).

En lo que respecta al desarrollo y bio-ecología de insectos fitófagos, los efectos que causan estos compuestos secundarios son variados y pueden actuar en las diferentes etapas de la selección de la planta, dependiendo del balance de compuestos involucrados en la resistencia: en una primera instancia estos pueden evadir aquellas plantas resistentes, prefiriendo alimentarse de otras, sin alterar su desarrollo; luego, una vez

producida la alimentación, pueden modificarse parámetros como el tiempo de desarrollo, la muda, la tasa de oviposición y fertilidad, e incluso producirse la muerte de ninfas y/o adultos (Bentivenha *et al.*, 2018).

Según Carrão-Panizzi *et al.*, (1999), la composición y concentración de flavonoides en las plantas pueden verse afectadas tanto por factores ambientales (radiación UV-B), como por factores genéticos. En el caso de *Anticarsia gemmatalis* y *Caliothrips phaseoli*, la acumulación de flavonoides mostró una disminución en el ataque a plantas de soja (Mazza *et al.*, 1999; Zavala *et al.*, 2001).

Otros estudios que involucran a *N. viridula*, mostraron que, frente al daño ocasionado por la chinche, ocurren aumentos en los niveles de isoflavonoides, como los glucósidos de isoflavona daidzeína, en semillas de soja (Piubelli *et al.*, 2003a, b).

El desarrollo de resistencia de la planta huésped a plagas insectiles y patógenos es un componente esencial en un programa de manejo integrado de plagas, siendo compatible con otras técnicas de manejo como el control químico, control biológico y otras tácticas culturales como el uso de semioquímicos o uso de franjas trampas. Podría representar una solución para el manejo de plagas en situaciones de periurbano, donde las aplicaciones con insecticidas están restringidas. Por otro lado, la incorporación de resistencia de materiales, no OGM, en programas de mejoramiento de sojas convencionales podría utilizarse en producciones orgánicas certificadas y agroecológicas.

El presente trabajo constituye el primero de una serie de ensayos que permitirían evaluar las condiciones de resistencia/tolerancia de germoplasma élite del criadero Santa Rosa, con el fin de ser incorporados a un programa de mejoramiento específico para el manejo de chinches.

## OBJETIVOS

El objetivo principal del trabajo fue evaluar la respuesta de 12 genotipos, de ciclo corto y largo, frente al ataque de chinches Pentatomidae desde R3 a R6, en las variables: rendimiento, retención foliar, tallo verde, semillas no viables, nº total de picaduras y daño severo en semillas. Permitiendo de esta manera, reconocer aquellas líneas que podrían ser utilizadas para un futuro plan de mejoramiento para tolerancia y/o resistencia a chinches.

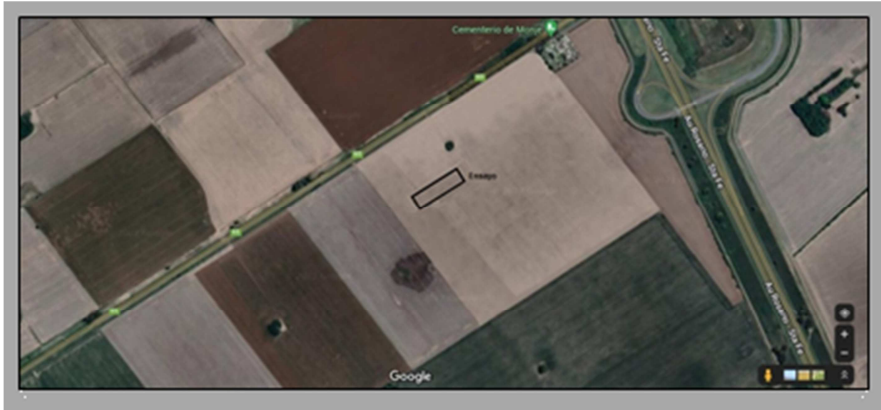
**Hipótesis 1.** Los tratamientos INF (infestados) podrán manifestar menores valores de rendimiento y mayor retención foliar que aquellos tratamientos NO/INF (no infestados), tanto en los grupos cortos como largos.

**Hipótesis 2.** Dentro de los materiales genéticos estudiados, existen algunos que podrían ser incorporados a un programa genético específico para el manejo de chinches al mostrar mejor comportamiento al ataque de chinches: tendrán mayores valores de rendimiento, menor retención foliar y tallo verde; y menores valores de daño severo, semillas no viables y nº de picaduras.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la localidad de Monje, Provincia de Santa Fe, sobre un suelo Argiudol típico en el campo experimental de Santa Rosa Semillas S.A. (32°36'54" S, 60°96'21" O) ubicado sobre la ruta 65, el mismo se sembró el 12 de diciembre sobre un cultivo de cobertura de trigo secado con herbicida en septiembre de 2019.

*Imagen 1: Vista panorámica del ensayo.*



Se fertilizó a la siembra con 80 kg de superfosfato triple y se sembraron 18 semillas de soja/metro. Se utilizó para la misma una sembradora experimental de 4 surcos por sistema de caída de semilla por gravedad. La cosecha se realizó con una cosechadora Vasalli P13 de 4 surcos reformada, con sistema de transporte por cinta y turbina de aire para el traslado de la semilla a la tolva de almacenaje.

*Imagen 2: Fotos de sembradora utilizada en el ensayo.*



## DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de experimento en parcelas divididas. A la parcela principal se le asignaron 2 tratamientos. 1º tratamiento (INF): infestación con chinches (sin aplicación de insecticidas); y el 2º tratamiento (NO/INF): sin infestación de chinches (con aplicación

de insecticidas). Los tratamientos tuvieron 4 repeticiones. A las sub-parcelas se les asignaron 12 sub-tratamientos (materiales genéticos): 6 genotipos de grupos cortos de madurez (4 y 5c) y 6 genotipos de grupos largos.-(5l, 6 y 7)

Materiales genéticos Grupo de madurez cortos: LE5175, LE3071, LE1829, LE6134, LE0164, LE1027

Materiales genéticos Grupo de madurez largos: LE1073, LE0811, LE4664, LE2242, LE4491, LE1054.

*Tabla 1 y 2 respectivamente. Diseño experimental de Grupos cortos y Grupos largos de madurez.*

Diseño Parcelas Divididas Grupos cortos de madurez							
R4	T2	LE3071	LE6134	LE5175	LE1829	LE0164	LE1027
	T1	LE3071	LE6134	LE5175	LE0164	LE1829	LE1027
R3	T2	LE5175	LE6134	LE1027	LE3071	LE1829	LE0164
	T1	LE3071	LE1829	LE0164	LE5175	LE1027	LE6134
R2	T2	LE5175	LE1027	LE0164	LE6134	LE3071	LE1829
	T1	LE1027	LE6134	LE3071	LE0164	LE1829	LE5175
R1	T2	LE5175	LE3071	LE1829	LE6134	LE0164	LE1027
	T1	LE3071	LE6134	LE1829	LE1027	LE5175	LE0164

Diseño Parcelas Divididas Grupos largos de madurez							
R4	T2	LE4664	LE0811	LE4491	LE1054	LE1073	LE2242
	T1	LE1054	LE4491	LE0811	LE2242	LE4664	LE1073
R3	T2	LE4491	LE1054	LE4664	LE0811	LE1073	LE2242
	T1	LE2242	LE4664	LE1054	LE1073	LE0811	LE4491
R2	T2	LE1073	LE4491	LE0811	LE4664	LE2242	LE1054
	T1	LE4664	LE4491	LE1073	LE1054	LE0811	LE2242
R1	T2	LE1073	LE0811	LE4664	LE2242	LE4491	LE1054
	T1	LE0811	LE4491	LE1073	LE2242	LE4664	LE1054

Cada sub-parcela consistió en 4 surcos a 0,52 metros por 3 metros de largo. A todo el ensayo se le realizaron aplicaciones de clorraniliprole 30 cm<sup>3</sup> /ha. para el control de insectos masticadores.

En las parcelas NO/INF se aplicó en dos oportunidades 250 cm<sup>3</sup> /ha de tiametoxam + lambdacialotrina para mantenerlas libre de chinches.

*Tabla 3: Resumen de actividades del ensayo.*

12/11/2019	Siembra + fertilización 80Kg SPT
17/01/2020	Aplicación clorraniliprole 30 cm <sup>3</sup> /ha - insectos masticadores
11/02/2020	Aplicación de tiametoxam + lambdacialotrina 250cm <sup>3</sup> /ha - chinches
13/02/2020	Primera infestación GM Cortos
24/02/2020	Segunda infestación GM cortos y primera infestación GM largos
09/03/2020	Tercera infestación GM cortos y segunda infestación GM largos
11/03/2020	Aplicación de tiametoxam + lambdacialotrina 250cm <sup>3</sup> /ha - chinches
24/03/2020	Cosecha GM cortos
15/05/2020	Cosecha GM largos

Imagen 3: Detalle de parcelas experimentales.



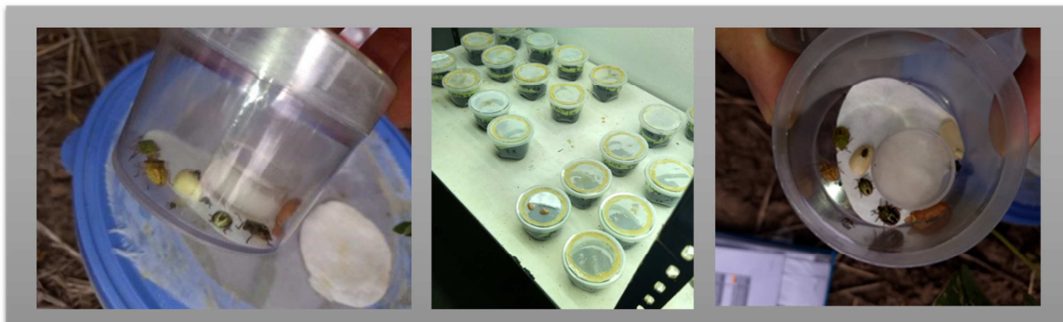
### CRÍA ARTIFICIAL DE PENTATOMIDAE E INFESTACIÓN

La cría artificial de chinches se llevó a cabo en la cámara de cría de la cátedra de Zoología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNR, según la metodología adaptada de Corrêa-Ferreira (1985), Borges *et al.*, (2006) y Panizzi *et al.*, (2000). En noviembre de 2019 se comenzó con la recolección a campo de adultos y ninfas de: *N. viridula*, *D. furcatus*, *P. guildinii* y *E. heros*. Las mismas se colocaron en contenedores plásticos de 20 cm de diámetro, cubiertos con tela de voile en su superficie, papel de filtro en la parte inferior y conteniendo discos de algodón con agua destilada. Las chinches se alimentaron día por medio con dieta fresca a base de “chauchas”, *Arachis hypogaea* (L.) y “maní”, *Phaseolus vulgaris* (L.).

Cada dos días fueron retirados los desoves y colocados en algodón húmedo en recipientes pequeños hasta alcanzar el estadio de ninfa 2. A partir de aquí se pasaron a los contenedores plásticos con alimento fresco y discos de algodón con agua.

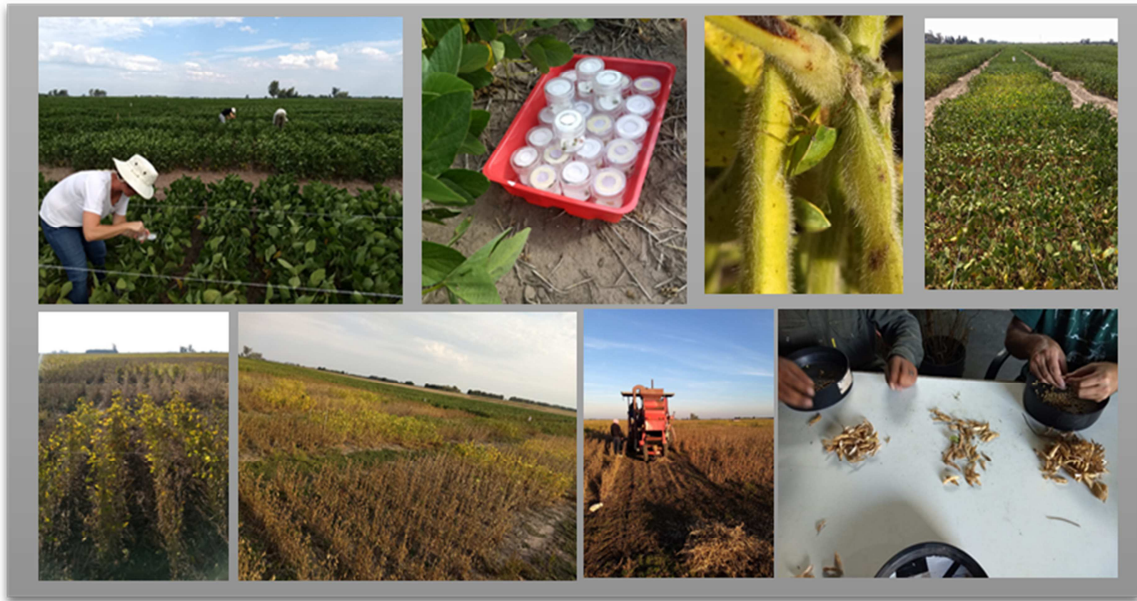
La población total para las infestaciones se logró mediante el incremento en cámara de cría, junto a recolecciones de campo, realizadas a lo largo de todo el verano, con el fin de mantener los parámetros reproductivos. Previo a la infestación, las chinches se aclimataron por 48 horas hasta alcanzar las condiciones de temperatura y humedad de campo. Por otro lado, 12 horas antes se les retiró todo el alimento.

Imagen 4: Detalle de la Cría de Pentatomidae.



A partir del estadio fenológico R3, en la parcela principal INF, se realizaron varias infestaciones sucesivas (Tabla 3) con 6 chinches en estado ninfal 4-5. Se infestaron con: 2 *N. viridula*, 2 *D. furcatus*, 1 *P. guildinii*, y 1 *E. heros*. Cada grupo de 6 chinches, se colocó sobre el metro central del segundo surco de cada sub-parcela.

*Imagen 5: Detalle de la infestación y obtención de datos*



## **VARIABLES DETERMINADAS**

Sobre el metro lineal INF se realizaron mediciones de retención foliar, tallo verde, rendimiento y se obtuvieron las semillas necesarias para la determinación del daño producido por las picaduras de chinches mediante la prueba topográfica por tetrazolio. Asimismo, se cosecharon las parcelas completas de ambos tratamientos para obtener el rendimiento por m<sup>2</sup>.

Para la prueba topográfica, las semillas se sumergen en una solución incolora que contiene sal de tetrazolio, que mediante una reacción de óxido-reducción se transforma a un compuesto insoluble de color rojo/rosado conocido como formazan. Este método de tinción se basa en la actividad de ciertas enzimas deshidrogenasas presentes en tejidos vivos. Las semillas, luego de ser acondicionadas y teñidas, generan los distintos colores e intensidades; las distintas estructuras que toman las semillas, permiten identificar patrones de daños y evaluar la viabilidad de las mismas. En esta prueba se determinaron el total de picaduras y las que produjeron daños severos y semillas no viables.

Previo a cosecha se obtuvo el dato de retención foliar, siguiendo el método de Souza-Silva *et al.*, (2015) y Lourenção *et al.*, (2004), siguiendo una escala del 1 al 5. Usando la escala: 1, sin retención de hojas; 2, hasta un 10% de retención de hojas; 3, 11-25% de

retención de hojas; 4, 26–50% de retención de hojas; y 5, > 50% de retención de hojas. Se utilizó este método también para obtener la medida de tallo verde.

*Tabla 4: Variables y referencias.*

VARIABLES EVALUADAS	REFERENCIAS
RENDIMIENTO/M2	R/M2
RENDIMIENTO/M	R/M
RETENCION FOLIAR	R.FOL
TALLO VERDE	T.VER
TOTAL PICADURAS	T.PIC
DAÑOS SEVEROS	D.SEV
SEMILLAS NO VIABLES	S.NO VIA

## **ANÁLISIS DE DATOS**

Todas las variables se compararon entre tratamientos, INF y NO/INF (parcelas) y entre materiales genéticos (sub-parcelas), utilizando el paquete estadístico Infostat, previa constatación de la normalidad de los datos.

Las diferencias de las variables evaluadas entre genotipos, se analizaron por medio de análisis de la varianza (ANOVA), para un diseño en parcelas divididas a dos factores: INF-NO/INF y genotipo, con dos niveles cada uno y posterior comparación de medias con la prueba de Bonferroni ( $p=0,05$ ), a través del paquete estadístico Infostat. La normalidad de las variables se comprobó mediante la prueba de Shapiro Wilks modificado, mientras que la homogeneidad de la varianza se analizó a través de la prueba de Levene. Aquellas variables que no cumplieron con el supuesto de normalidad se analizaron mediante la prueba no paramétrica Kruscal-Walis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### DISEÑO

En una primera instancia se compararon los tratamientos INF, NO/INF, tanto para los grupos cortos como para los grupos largos. La presencia de diferencias significativas en casi todas las variables, demuestra el efecto del daño de chinches, independientemente del genotipo, y evidencia el diseño acertado del ensayo y del planteo experimental. La variable rendimiento es menor en las parcelas INF, las otras variables (algunas determinantes del rendimiento) son mayores en las parcelas INF (Tabla 5 y 6).

Tabla 5: Comparación de variables entre parcelas principales INF - NO/INF, para los genotipos de Ciclo Corto (CC).

Variables	Tratamiento de infestación		Test	
	INF	NO/INF	Estadístico	P-valor
R/M <sup>2</sup>	1527,00 ± 285,89 <i>b</i>	1736,00 ± 390,56 <i>a</i>	4,40	<b>0,041</b>
R/M	83,30 ± 29,10 <i>a</i>	90,71 ± 32,65 <i>a</i>	0,60	0,443
R. FOL	1,83 ± 0,87 <i>a</i>	1,29 ± 0,46 <i>b</i>	3,96	<b>0,024</b>
T. VDE	1,96 ± 1,00 <i>a</i>	1,25 ± 0,44 <i>b</i>	6,43	<b>0,004</b>
T. PIC	35,79 ± 16,46 <i>a</i>	10,71 ± 9,02 <i>b</i>	50,64	<b>&lt;0,001</b>
D. SEV	4,04 ± 5,97 <i>a</i>	0,25 ± 0,53 <i>b</i>	42,82	<b>&lt;0,001</b>
S. NO VIA	18,38 ± 10,16 <i>a</i>	3,92 ± 4,01 <i>b</i>	53,11	<b>&lt;0,001</b>

Letras diferentes indican diferencias significativas en el nivel de probabilidad señalado. Los test corresponden a ANOVA y para las variables R.FOL y T.VDE Test de Kruscal Wallis.

Tabla 6: Comparación de variables entre parcelas principales INF - NO/INF, para los genotipos de Ciclo Largo (CL)

Variables	Tratamiento de infestación		Test	
	INF	NO/INF	Estadístico	P-valor
R/M <sup>2</sup>	1593,38 ± 335,73 <i>b</i>	1981,04 ± 332,98 <i>a</i>	16,13	<b>&lt;0,001</b>
R/M	92,13 ± 23,61 <i>b</i>	141,04 ± 35,55 <i>a</i>	31,53	<b>&lt;0,001</b>
R. FOL	3,21 ± 1,10 <i>a</i>	0,17 ± 0,38 <i>b</i>	29,19	<b>&lt;0,001</b>
T. VDE	3,38 ± 1,24 <i>a</i>	1,58 ± 0,50 <i>b</i>	22,88	<b>&lt;0,001</b>
T. PIC	53,50 ± 18,01 <i>a</i>	12,50 ± 4,26 <i>b</i>	35,27	<b>&lt;0,001</b>
D. SEV	6,38 ± 5,95 <i>a</i>	0,58 ± 1,10 <i>b</i>	7,52	<b>0,002</b>
S. NO VIA	32,17 ± 14,12 <i>a</i>	4,71 ± 2,39 <i>b</i>	35,27	<b>&lt;0,001</b>

Letras diferentes indican diferencias significativas en el nivel de probabilidad señalado. Los test corresponden a ANOVA y para las variables R.FOL, T.VDE, T. PIC, D.SEV y S. NO VIA Test de Kruscal Wallis.

Por otro lado, para aquellas variables que resultaron ser normales, no se registraron interacciones entre los tratamientos de las parcelas principales y sub-parcelas, por lo tanto los genotipos INF y NO/INF se analizaron independientemente.

*Tabla 7: Resultados para los efectos tratamiento, genotipo y sus interacciones de las diferentes variables, para grupos de madurez cortos.*

Variables	Tratamiento de Infestación		Genotipo		Infestación * Genotipo	
	Estadístico	P-valor	Estadístico	P-valor	Estadístico	P-valor
R/M <sup>2</sup>	0,05	0,985	0,52	0,893	0,86	0,528
T. PIC	0,11	0,951	0,29	0,989	0,08	0,994
D. SEV	0,56	0,646	0,70	0,753	1,11	0,392
S. NO VIA	0,19	0,898	0,23	0,996	0,07	0,996

**Referencias:** Las variables fueron analizadas mediante el test Scott y Knott (ANOVA), para una significancia de p:0.05.

*Tabla 8: Resultados para los efectos tratamiento, genotipo y sus interacciones de las diferentes variables, para para grupos de madurez largos.*

Variables	Tratamiento de Infestación		Genotipo		Infestación * Genotipo	
	Estadístico	P-valor	Estadístico	P-valor	Estadístico	P-valor
R/M <sup>2</sup>	0,05	0,986	0,25	0,995	0,26	0,907
R/M	0,18	0,908	0,23	0,996	0,37	0,965

**Referencias:** Las variables fueron analizadas mediante el test Scott y Knott (ANOVA), para una significancia de p:0.05.

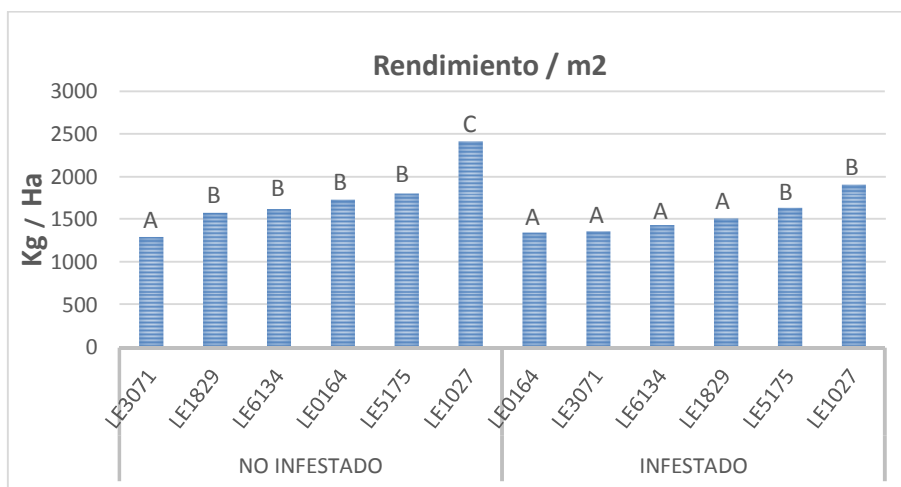
Los materiales de ciclos cortos y largos de madurez se analizaron independientemente a fin de disminuir la variabilidad y posible error experimental; ya que existen entre ellos diferencias en la duración de las etapas fenológicas, traduciéndose en diferentes estados de desarrollo de la vaina y de la semilla para un mismo momento. Si bien dentro de los grupos cortos y largos también existen diferencias de ciclo entre los genotipos, estas son más sutiles.

La magnitud de los daños causados por el complejo de pentatómidos varía de acuerdo al estado fenológico de la planta, el potencial de daño de cada especie, la susceptibilidad del genotipo de soja y la época de siembra (Corrêa-Ferreira, 2005; Corrêa Ferreira y Azevedo, 2002; Sosa Gómez y Moscardi, 1995; Panizzi *et al.*, 1980). Además, la intensidad del daño causado está directamente relacionada al tamaño de la población (McPherson, 1996; McPherson *et al.*, 1993; Panizzi *et al.*, 1979) y al tiempo de exposición a la infestación (Dipieri y Panizzi, 2011; Corrêa-Ferreira y Azevedo, 2002; Boethel *et al.*, 2000).

## GENOTIPOS DE CICLOS CORTOS DE MADUREZ

**Rendimiento/m<sup>2</sup>:** Al analizar el rendimiento de las parcelas INF observamos que existen dos líneas que se destacan, LE1027 con 1909 Kg/ha y LE5175 con 1628 kg/ha (F:3,43 p:0,0238). La línea LE1027 también tuvo la mayor performance en las parcelas NO/INF (F:13,30 p<0,0001), (Figura 1). Las parcelas INF tuvieron una disminución promedio del rendimiento/m<sup>2</sup> del 15 % aproximadamente.

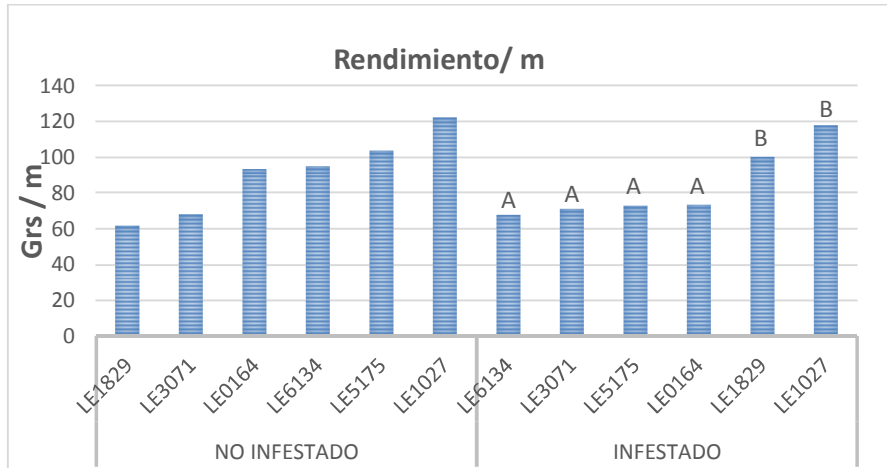
Figura 1: Valores de Rendimiento por parcela de los genotipos en relación al tratamiento INF - NO/INF.



**Referencias:** Letras distintas indican diferencias significativas para el test Scott y Knott (ANOVA) para una significancia de p:0.05.

**Rendimiento/m infestado:** Esta variable, a diferencia del rendimiento/m<sup>2</sup>, muestra el comportamiento de las variedades frente a una presión mayor de chinches al evaluarse solo el metro que fue INF. En los tratamientos INF también se encontraron diferencias significativas (F:2,72 p:0,0532). Si bien la tendencia es la misma que en rendimiento/ha, destacándose LE1027, el material LE1829 da indicios de un mejor comportamiento ya que mostró mayores valores de rendimiento/m lineal pero no se destacó ni en tratamientos NO/INF, ni en el rendimiento/ha en tratamiento INF, (menor presión de chinches). Las parcelas INF tuvieron una disminución promedio del rendimiento/m lineal del 10% aproximadamente. (Figura 2).

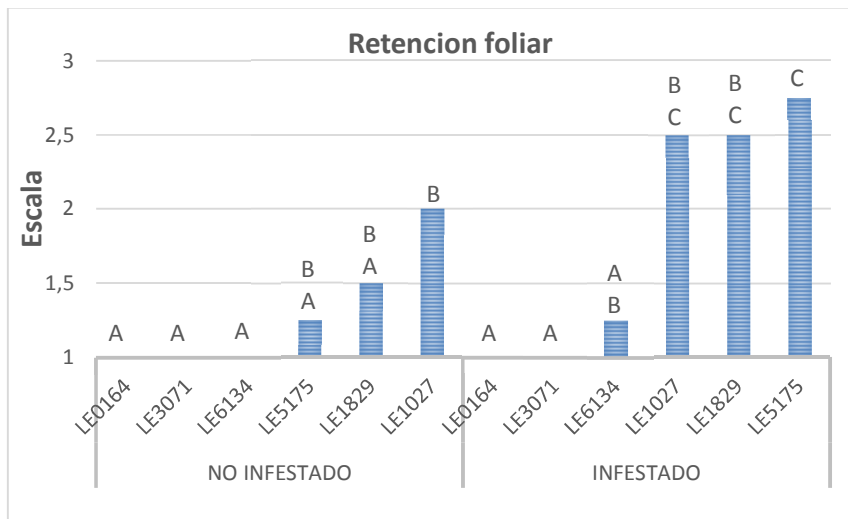
Figura 2: Valores de rendimiento por metro de los genotipos en relación al tratamiento INF - NO/INF.



**Referencias:** Letras distintas indican diferencias significativas para el test Scott y Knott (ANOVA) para una significancia de  $p:0.05$ .

**Retención foliar:** Respecto a esta variable se encontraron diferencias significativas en las parcelas INF (H:16,48;  $p:0,0019$ ) y en las NO/INF (H: 9,24;  $p:0,0109$ ). Se destacan los genotipos LE0164 y LE3071 con la escala 1, sin retención foliar, (Figura 3).

Figura 3: Valores de retención foliar de los genotipos en relación al tratamiento INF - NO/INF.



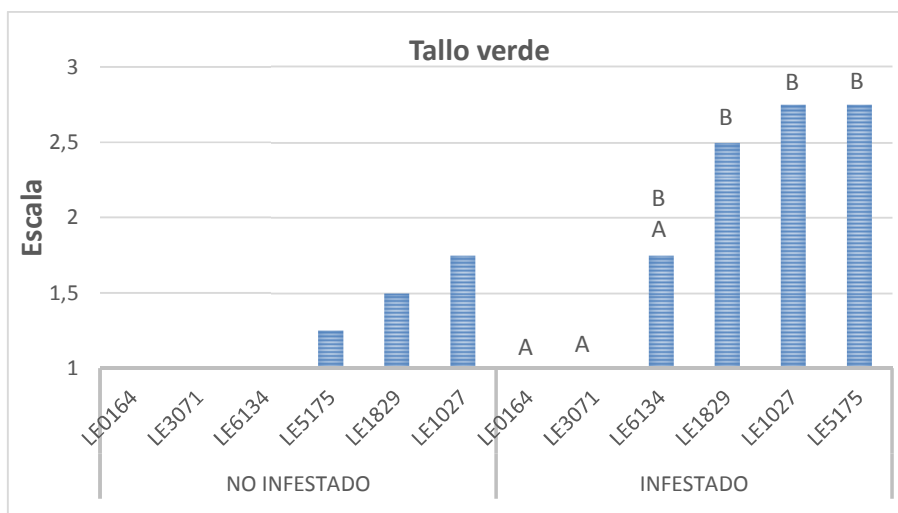
**Referencias:** Letras distintas indican diferencias significativas para el test no paramétrico Kruskal Wallis (K.W.), para una significancia de  $p:0.05$ .

El genotipo LE5175 es el que manifestó mayor retención foliar en las parcelas INF, a continuación, le siguen los materiales LE1027 y LE1829, tendencia similar se vio en las parcelas NO/INF.

La retención de hojas en la soja, *Glycine max* (L.) Merrill, se puede atribuir a varios factores, que interfieren directamente en la relación de fuente y destino de la planta, asociados con la ausencia de vainas y granos. Algunos trastornos fisiológicos interfieren con la formación o el llenado de granos; entre estos pueden incluirse: daños por chinches, estrés hídrico (falta o exceso) y desequilibrio nutricional de las plantas. La principal causa conocida del aborto de las vainas que provoca la retención de hojas es la presencia de chinches (Sosa-Gomez y Moscardi, 1995).

**Tallo Verde:** Se utilizó para esta determinación la misma escala que la usada para retención foliar. Se encontraron diferencias significativas en relación a las parcelas INF (H: 15,44 p:0,0034), los genotipos LE5175, LE1027 y LE1829 son los que mayor tallo verde presentaron, situación coincidente en relación a la variable retención foliar (Figura 4).

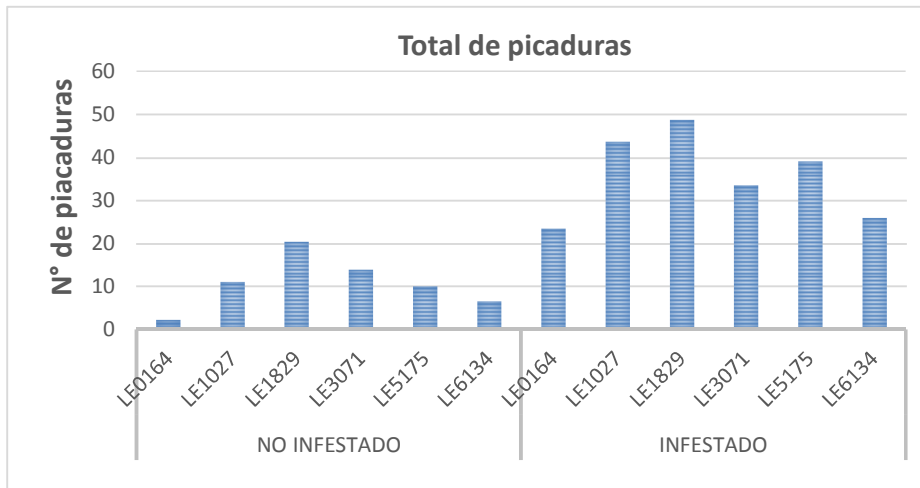
Figura 4: Valores de tallo verde de los genotipos en relación al tratamiento INF - NO/INF.



**Referencias:** Letras distintas indican diferencias significativas para el test no paramétrico Kruskal Wallis (K.W.), para una significancia de p:0.05.

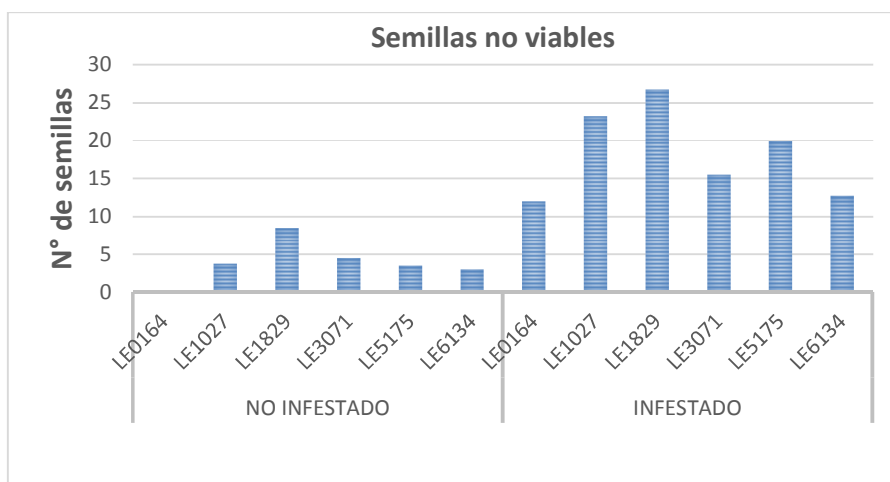
**Total de picaduras y Semillas no viables:** No se encontraron diferencias significativas para total de picaduras (F:2,78 p:0,0497 NO/INF; F:1,78 p:0,1672 INF). Paralelamente, ningún genotipo mostró valores de semillas no viables significativos, (F:2,53 P:0,0669 NO/INF; F: 1,21 p:0,3442 INF). Sin embargo, en el Figura 5 y 6 se puede observar que los genotipos LE1027, LE1829 y LE5175 mostraron tendencia a tener mayores efectos en estas variables frente al daño de chinche, sin embargo, se necesitan otros estudios para corroborarlo.

Figura 5: Valores de total de picaduras de los genotipos en relación al tratamiento INF - NO/INF.



**Referencias:** La ausencia de letras en el gráfico, indica que no se registraron diferencias significativas para el test no paramétrico Kruscal Wallis (K.W.), para una significancia de  $p:0.05$

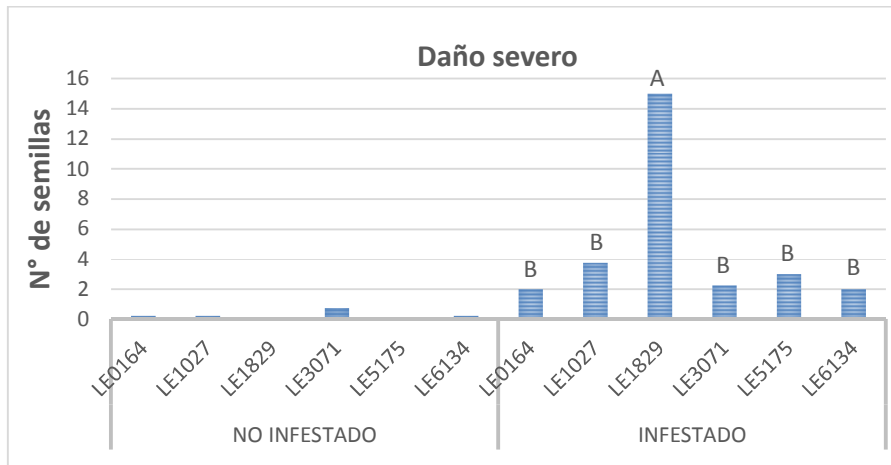
Figura 6: Valores de semillas no viables de los genotipos en relación al tratamiento INF - NO/INF.



**Referencias:** La ausencia de letras en el gráfico, indica que no se registraron diferencias significativas para el test no paramétrico Kruscal Wallis (K.W.), para una significancia de  $p:0.05$

**Daño severo en semillas:** la línea LE1829 es la que presentó diferencias significativas ( $F:3,56$ ;  $p:0,0219$ ), respecto al resto de los genotipos en las parcelas INF, es el genotipo que tuvo mayor daño severo en semillas.

Figura 7: Valores de daño severo en semillas de los genotipos en relación al tratamiento INF - NO/INF.



**Referencias:** Letras distintas indican diferencias significativas para el test Scott y Knott (ANOVA) para una significancia de  $p:0.05$ .

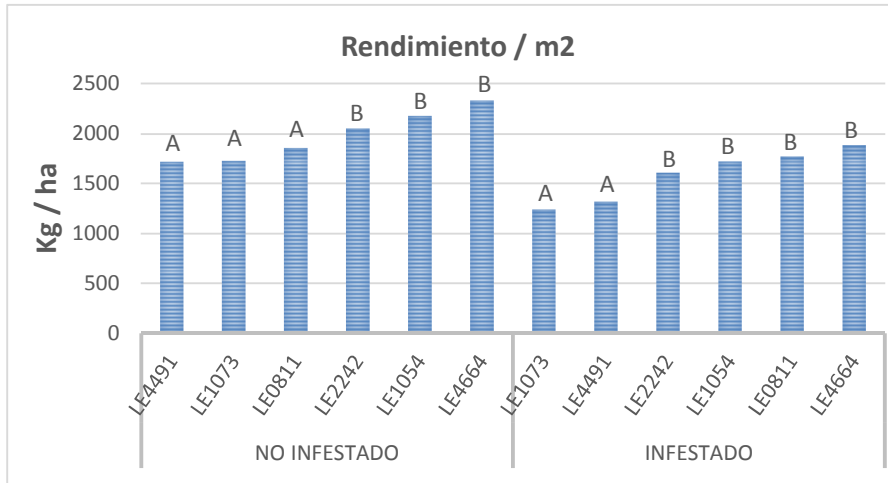
El material LE1027, si bien fue el que mayor rendimiento mostró, tanto en la parcela completa como con alta presión de chinches (rendimiento/m lineal), también presentó mayores valores de retención foliar y tallo verde. Este comportamiento podría deberse a una mayor tolerancia frente a chinches, pero no necesariamente a procesos de resistencia, ya que mostró una alta preferencia por parte de las chinches. Situación similar ocurriría respecto a tolerancia con la línea LE1829. Sumado a esto, la tendencia a presentar altos rendimientos también se cumple en los tratamientos NO/INF.

Por otra parte, los materiales LE0164, LE6134 y LE3071, si bien no se destacaron por su rendimiento en  $m^2$  y metro lineal, mostraron estabilidad frente a la presencia de chinches. En primer lugar, ambas variables no difirieron demasiado según INF y NO/INF. Por otra parte, mostraron bajos valores de retención foliar, tallo verde y principalmente “daño severo en semilla”. Este comportamiento estaría marcando una no preferencia por parte de las chinches hacia estos genotipos, pudiendo traducirse en procesos de resistencia.

## GENOTIPOS DE CICLOS LARGOS DE MADUREZ

**Rendimiento/ $m^2$ :** Al analizar esta variable se encontraron diferencias significativas tanto para parcelas INF ( $F:5,06$ ;  $p:0,0065$ ) como NO/INF ( $F:3,99$ ;  $p:0,0168$ ), el genotipo con mayor rendimiento en ambos tratamientos fue LE4664 con 1890 Kg/ha; en las parcelas INF, le siguieron LE0811 con 1776 kg /ha, LE1054 con 1726 kg /ha y LE2242 con 1606 Kg/ha, (Figura 8). Las parcelas INF tuvieron una disminución promedio del rendimiento/ $m^2$  del 25 % aproximadamente.

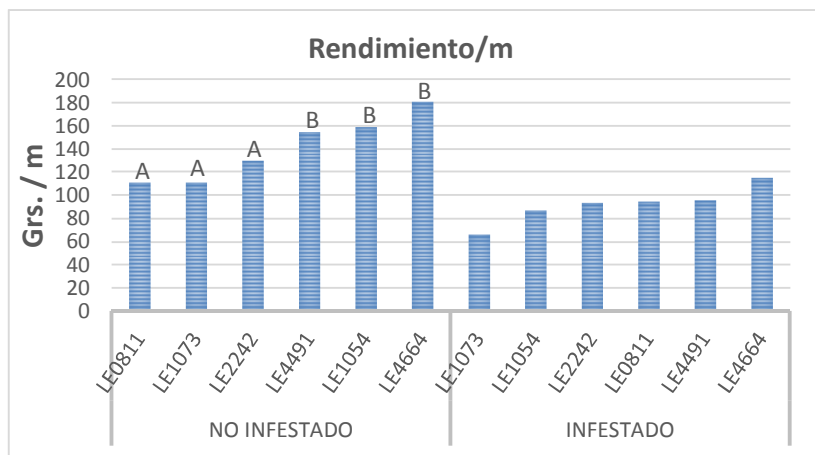
Figura 8: Valores de rendimiento/m<sup>2</sup> de los genotipos en relación al tratamiento INF - NO/INF.



**Referencias:** Letras distintas indican diferencias significativas para el test Scott y Knott (ANOVA) para una significancia de  $p:0.05$ .

**Rendimiento/m lineal infestado:** Los materiales bajo el tratamiento NO/INF, mostraron diferencias ( $F:4,21$ ;  $p:0,0136$ ) en rendimiento/m lineal (alta presión de chinches), pero al ser infestados no se destacó ninguno, lo cual muestra que el material LE4664, LE1054 y LE4491, no tienen una buena respuesta a chinches ya que no pudo sostenerse la tendencia a presentar rendimientos/m lineal mayores. Solamente la variedad LE0811 indicó mostrar una mejor respuesta al pasar de estar en el grupo de los genotipos menos rendidores (kg/ha), en los tratamientos NO/INF, a estar entre los más rendidores (kg/ha) en los tratamientos INF. Las parcelas INF tuvieron una disminución promedio del rendimiento / m lineal del 50% aproximadamente., (Figura 9).

Figura 9: Valores de rendimiento/m de los genotipos en relación al tratamiento INF- NO/INF.

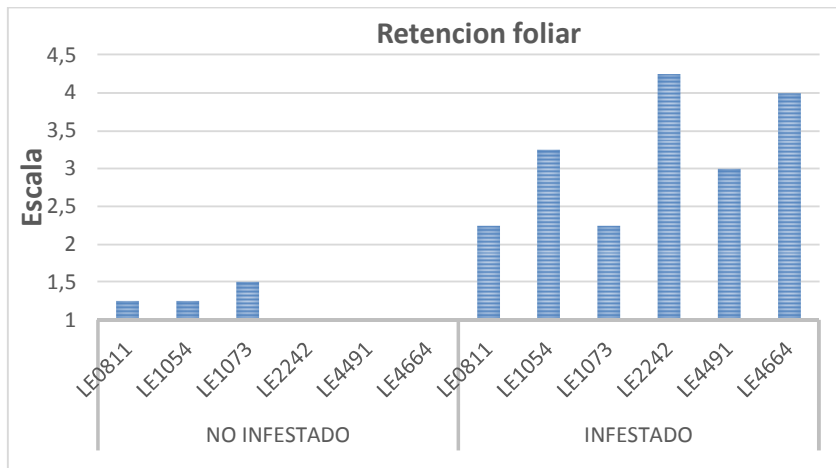


**Referencias:** Letras distintas indican diferencias significativas para el test Scott y Knott (ANOVA) para una significancia de  $p:0.05$ .

**Retención foliar y tallo verde:** no se encontraron diferencias significativas para retención foliar para el tratamiento INF (H:10,21;  $p:0,0528$  INF), si para la variable tallo verde (H:11,19;  $p:0,0330$ ), los que menores valores tuvieron son LE0811 y LE1073, hasta 10 % según la escala utilizada (Figura 10 y 11).

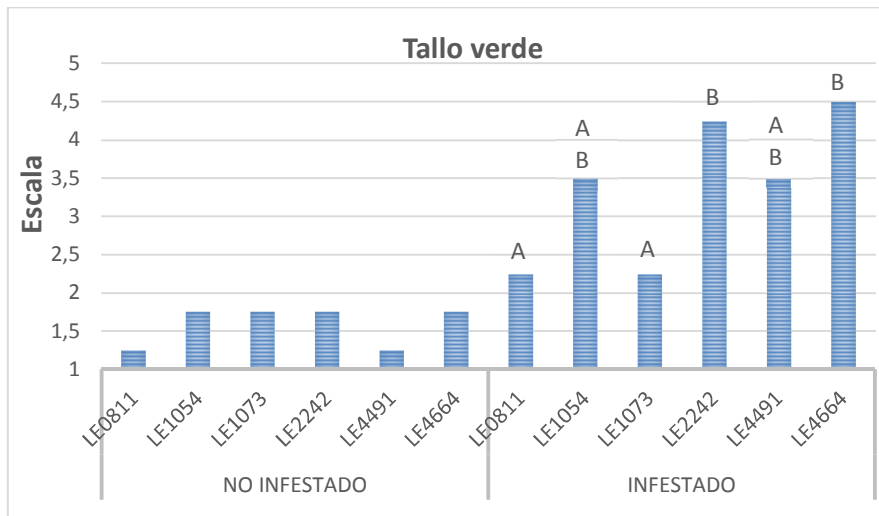
La retención de hojas es un síntoma fisiológico relacionado con el ataque de chinches, que retrasa la senescencia en plantas de soja incluso después de la maduración de la vaina (Daugherty *et al.*, 1964).

Figura 10: Valores de retención foliar de los genotipos en relación al tratamiento INF-NO/INF.



**Referencias:** La ausencia de letras en el gráfico, indica que no se registraron diferencias significativas para el test no paramétrico Kruscal Wallis (K.W.), para una significancia de  $p:0.05$ .

Figura 11: Valores de tallo verde de los genotipos en relación al tratamiento INF- NO/INF.

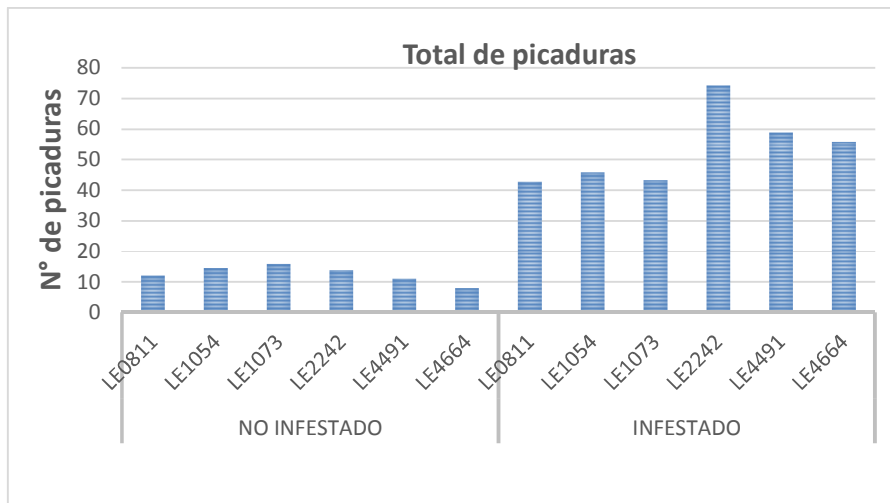


**Referencias:** Letras distintas indican diferencias significativas para el test no paramétrico Kruskal Wallis (K.W.), para una significancia de  $p:0.05$ .

**Total de picaduras, daños severos y semillas no viables:** No se encontraron diferencias significativas para estas tres variables en el tratamiento INF. (total de picaduras,  $H:9,66$ ;  $p:0,0850$ ; daños severos,  $H:8,09$ ;  $p:0,4012$ ; semillas no viables,  $H:8,09$ ;  $p:0,1498$ ). Sin embargo, en los Gráficos 12, 13 y 14 se puede observar que los genotipos LE2242, LE4491, LE4664, mostraron mayores efectos en estas variables frente al daño de chinche.

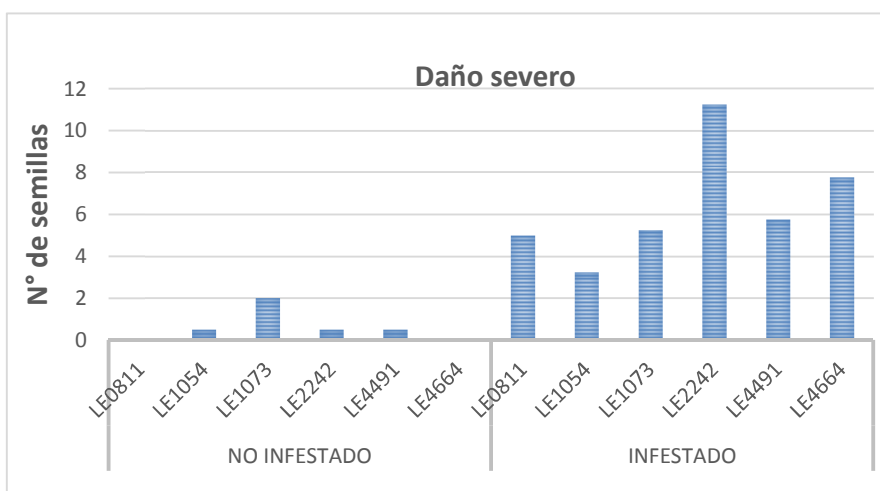
Más allá de la presencia de compuestos que confieran resistencia, existen otros factores que alteran el nº de picaduras y el daño en semillas por chinches. Estudios realizados con *P. guildinii* y *N. viridula* revelaron que el número de picaduras en ambas especies disminuyó cuando los insectos se alimentaban de soja en estados fenológicos más maduros (Molina y Trumper, 2012). Las vainas de soja maduras tienen paredes celulares más gruesas con una mayor proporción de lignina, lo que crea una barrera física más fuerte para evitar el daño de los herbívoros (Capeleti *et al.*, 2005; Saes Zobiolo *et al.*, 2010; Molina y Trumper, 2012).

Figura 12: Valores de total de picaduras de los genotipos en relación al tratamiento INF-NO/INF.



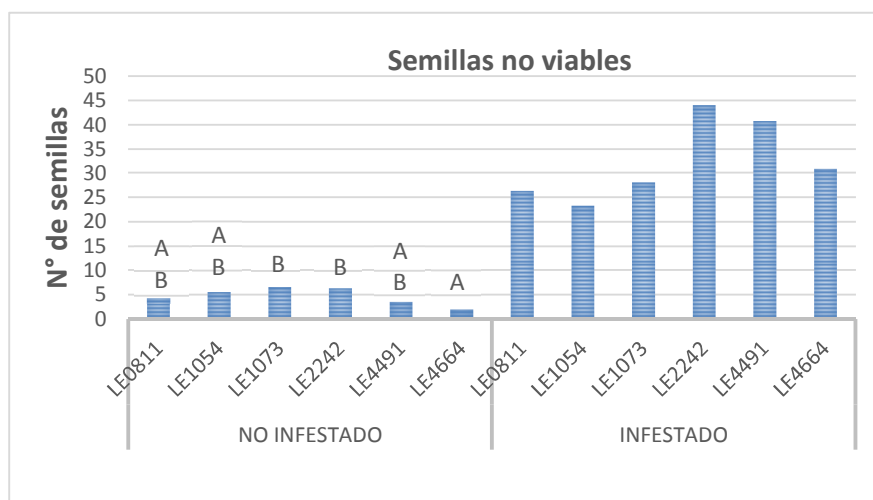
**Referencias:** La ausencia de letras en el gráfico, indica que no se registraron diferencias significativas para el test no paramétrico Kruskal Wallis (K.W.), para una significancia de  $p:0.05$ .

Figura 13: Valores de daño severo de los genotipos en relación al tratamiento INF-NO/INF.



**Referencias:** La ausencia de letras en el gráfico, indica que no se registraron diferencias significativas para el test no paramétrico Kruscal Wallis (K.W.), para una significancia de  $p:0.05$ .

Figura 14: Valores de semillas no viables de los genotipos en relación al tratamiento INF - NO/INF.



**Referencias:** La ausencia de letras en el gráfico, indica que no se registraron diferencias significativas para el test no paramétrico Kruscal Wallis (K.W.), para una significancia de  $p:0.05$ .

Dentro de los grupos lagos de madurez el genotipo LE4664, si bien fue el que mayor rendimiento presentó tanto en la parcela completa como con alta presión de chinches (rendimiento/m lineal), también presentó mayores valores de tallo verde. Si bien en las demás variables no presentó diferencias significativas, la tendencia de los datos es similar, con altos valores de retención foliar. Este comportamiento podría deberse a una mayor tolerancia frente a chinches, pero no necesariamente a procesos de resistencia, ya que mostró una alta preferencia por parte de las chinches.

Por otra parte, los materiales LE1073 y LE0811 mostraron bajos valores de retención foliar, tallo verde, total de picaduras, daño severo y semillas no viables. Aunque algunas variables no fueron estadísticamente significativas, este comportamiento podría estar marcando una no preferencia por parte de las chinches hacia estas variedades, pudiendo traducirse en procesos de resistencia.

## CONCLUSIONES

En una primera instancia, se pudo constatar el cumplimiento de la Hipótesis 1, donde todos los genotipos mostraron respuesta al ataque de chinches. Esto permitió avanzar con el desarrollo del trabajo de manera más segura.

Se acepta también la hipótesis 2. Hubo variedades que mostraron buen comportamiento al daño de chinches, como es el caso de: LE0164, LE6134 y LE3071, para ciclos de madurez cortos; y LE1073 y LE0811, para ciclos largos. Estos materiales podrían ser incorporados a un futuro programa de mejoramiento para el manejo de chinches.

Por otro lado, si bien la resistencia de la planta debida a factores químicos ofrece muchos beneficios en el control de plagas en soja, no hay que descuidar que la tecnología debe ser acompañada por otras estrategias culturales como: fecha y densidad de siembra; rotaciones con cultivos no hospedantes; la elección del grupo de madurez y genotipo adecuado a las características climáticas y demás adversidades zonales, (Bansal, *et al.*, 2013) y finalmente la protección de la fauna benéfica que ejerce control biológico sobre este grupo de plagas.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo forman parte de estudios exploratorios sobre el comportamiento de los materiales genéticos frente a chinches Pentatomidae, dentro del germoplasma del criadero Santa Rosa. Posteriormente, sobre aquellos materiales seleccionados podrían continuarse bioensayos de laboratorio para constatar la presencia de resistencia, o bien comprender aún más los procesos de tolerancia que llevaron a estas variedades a comportarse de manera diferencial.

## BIBLIOGRAFÍA.

- 1 - Bansal R, Tae-Hwan Jun, M. A. R. Mian and Andy P. Michel. (2013). Developing Host-Plant Resistance for Hemipteran Soybean Pests: Lessons from Soybean Aphid and Stink Bugs in El-Shemy, H. (Ed.). Soybean: Pest Resistance. BoD–Books on Demand.
- 2 - Bentivenha, J. P., Canassa, V. F., Baldin, E. L., Borguini, M. G., Lima, G. P., & Lourenção, A. L. (2018). Role of the rutin and genistein flavonoids in soybean resistance to *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae). *Arthropod-plant interactions*, 12(2), 311-320.
- 3 - Bimboni, H. G. (1978). Daños producidos en soja por distintas densidades de población de chinche verde *Nezara viridula* (L.). *IDIA Enero – Junio*: 76-82.
- 4- Boethel, D. J., Russin, J. S., Wier, A. T., Layton, M. B., Mink, J. S., & Boyd, M. L. (2000). Delayed maturity associated with southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) injury at various soybean phenological stages. *Journal of Economic Entomology*, 93(3), 707-712.
- 5- Borges, M.; Lauman, R.A.; Cavalcante, C. A. da s; Blassioli, M.C.M.; Moreira, H. dos S.; D.T Ribeiro. (2006). Metodologías de criação e manejo de colonias de percevejos da soja (Hemiptera: Pentatomidae) para estudos de comportamento e ecología química. Brasília: Embrapa. p.18.
- 6 - Bowling, C. C. (1980). The stylet sheath as an indicator of feeding activity by the southern green stink bug on soybeans. *Journal of Economic Entomology*, 73(1), 1-3.
- 7- Capeleti I, Ferrarese MLL, Krzyzanowski FC, Ferrarese Filho O. (2005). Un nuevo procedimiento para la cuantificación de lignina en la cubierta de la semilla de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) y su relación con la resistencia al daño mecánico. *Seed Sci Technol* 33: 511–515.
- 8 - Carrão-Panizzi, M. C., Beléia, A. D. P., Kitamura, K., & Oliveira, M. C. N. 1999. Effects of genetics and environment on isoflavone content of soybean from different regions of Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34, 1788-1795.
- 9-Corrêa-Ferreira, B. S. (2005). Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 40, 1067-1072.
- 10 - Corrêa-Ferreira, B. S., & De Azevedo, J. 2002. Soybean seed damage by *different species of stink bugs*. *Agricultural and Forest Entomology*, 4(2), 145-150.
- 11- Daugherty, D. M., Neustadt, M. H., Gehrke, C. W., Cavanah, L. E., Williams, L., & Green, D. E. (1964). An evaluation of damage to soybeans by brown and green *stink bugs*. *Journal of Economic Entomology*, 57(5), 719-722.

- 12-Depieri, R. A., & Panizzi, A. R. (2011). Duration of feeding and superficial and in-depth damage to soybean seed by selected species of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae). *Neotropical entomology*, 40, 197-203.
- 13- Di Rienzo, J., Balzarini, M., Gonzalez, L., Casanoves, F., Tablada, M., & Robledo, C. (1998). Estadística y Biometría y de Diseño de Experimentos de la Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC). InfoStat software estadístico.
- 14 - Favero, F., Lana, M, Redução de haste verde e retenção foliar na soja em razão de maior disponibilidade de nitrogênio pelo tratamento de sementes (2014)
- 15 - Gamundi, J.C., M. Andrian, M. Lago, R. Craviotto. (2004). Incidence of stink bugs on the quality of soybean seeds in indeterminate early maturing variety sown in different row widths. *En: III Congreso Mundial de Soja- Foz de Iguazú (Brasil) Documentos – Abstracts of contributed papers and posters*, pp 220.
- 16- Jensen, R. L., & Newsom, L. D. (1972). Effect of stink bug-damaged soybean seeds on germination, emergence, and yield. *Journal of Economic Entomology*, 65(1), 261-264.
- 17- Kuss, R.C.R.M, J.V. C. Guedes, R.A. Fiorin, R.B. Rodriguez, G.R.Z. Moser & C. dos S. Stecca, (2007 a). Levantamento georreferenciado da ocorrência de *Piezodorus guildinii* na cultura da soja. *ATAe Resumos. 35ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. Santa Maria, RS. p. 118.*
- 18- Lourenção, A.L., Melo, A.M.T., Siqueira, W.J., Colariccio, A. & Melo, P.C.T. (2004). Avaliação da resistência de acessos de tomateiro a tospovírus e a geminivírus. *Horticultura Brasileira* 22:192-195.
- 19 - Mazza C.A., Zavala J.A., Scopel A.L. & Ballaré C.L. 1999. Perception of solar UVB radiation by phytophagous insects: behavioral responses and ecosystem implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 96, 980 – 985.
- 20- Michereff, M. F., Borges, M., Laumann, R. A., Daniel, D., do Lago, C. L., & Blassioli-Moraes, M. C. (2019). The influence of resistant soybean cultivars on the biological development of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Plant Interactions*, 14(1), 544-551.
- 21- Molina, G. A., Trumper, E. V., & Shelly, T. (2012). Selection of soybean pods by the stink bugs, *Nezara viridula* and *Piezodorus guildinii*. *Journal of Insect Science*, 12(1).
- 22- Moscardi, E. (1995). Desafíos para la investigación agrícola y el papel del GCIAl en su relación con los programas nacionales.

- 23- Panizzi, A. R., Galileo, M. H., Gastal, H. A., Toledo, J. F., & Wild, C. H. (1980). Dispersal of *Nezara viridula* and *Piezodorus guildinii* nymphs in soybeans. *Environmental Entomology*, 9(3), 293-297
- 24 - Panizzi, A. R., McPherson, J. E., James, D. G., Javahery, M., & McPherson, R. M. (2000). Stink bugs (Pentatomidae). *Heteroptera of economic importance*, 828.
- 25- Peters, J. (2000). Tetrazolium testing handbook. AOSA. (Association Oficial Seed Analysts).
- 26- Piubelli G.C., Hoffmann-Campo C.B., de Arruda I.C., Franchini J.C. & Lara F.M. (2003a). Flavonoid increase in soybean as a response to *Nezara viridula* injury and its effect on insect-feeding preference. *Journal of Chemical Ecology* 29, 1223– 1233.
- 27- Piubelli G.C., Hoffmann-Campo C.B., de Arruda I.C. & Lara F.M. (2003b.) Nymphal development, lipid content, growth and weight gain of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on soybean. *Neotropical Entomology* 32, 127– 132.
- 28 - Rizzo, H.F.E. (1972). Enemigos animales del cultivo de soja . *Rev . Inst . Bolsa de Cereales No . 2851*.
- 29 - Saes Zobiolo LH, de Oliveira Jr RS, Kremer RJ, Constantin J, Bonato CM, Saraiva Muniz A. (2010). Eficiencia en el uso del agua y fotosíntesis de la soja resistente al glifosato afectada por el glifosato. *Pestic Biochem Phys* 97:182–193 Sas Software (2001) SAS/STAT: guía del usuario, versión 8.1. S.A.S.
- 30 - Smith, C. M., & Clement, S. L. (2012). Molecular bases of plant resistance to arthropods. *Annual review of entomology*, 57(1), 309-328.
- 31 - Sosa-Gómez, D. R., & Moscardi, F. (1995). Retenção foliar diferencial em soja provocada por percevejos (Heteroptera: Pentatomidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 24(2).
- 32 - Souza-Silva, E. A., Jiang, R., Rodriguez-Lafuente, A., Gionfriddo, E., & Pawliszyn, J. (2015). A critical review of the state of the art of solid-phase microextraction of complex matrices I. *Environmental analysis. TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 71, 224-235.
- 33 – Terre E., Ferrari B., Treboux J. (2021). Datos clave de la importancia de la cadena soja en la economía nacional. BCR, AÑO XXXVIII - N° Edición 1997 - Especial Campaña de Soja 2020/21.
- 34- Zavala J.A., Scopel A.L. & Ballaré C.L. 2001. Effects of ambient UV-B radiation on soybean crops: impact on leaf herbivory by *Anticarsia gemmatilis*. *Plant Ecology* 156, 121– 130.