

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE ARTRÓPODOS PLAGA Y
BENÉFICOS EN CHACRAS DE SOJA RR/BT, REFUGIOS Y RR/NO BT**

por

Agustina Marcela ESBRES SILVA

Micaela Martina MONTANARO SCHLOTTMANN

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.**

MONTEVIDEO

URUGUAY

2020

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Mag. Silvana Abbate

Ing. Agr. Mag. Adela Ribeiro

Ing. Agr. Oscar Bentancur

Ing. Agr. Agustina Armand Pilón

Fecha: 22 de diciembre de 2020

Autoras: -----

Agustina Marcela Esbres Silva

Micaela Martina Montanaro Schlottmann

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecemos a Facultad de Agronomía, Universidad de la República por la oportunidad de formarnos como profesionales. Al Fondo María Viña (FMV-3-2016-1-126142) porque sin su financiación no habría sido posible. Y a nuestra tutora, la Ing. Agr. Mag. Silvana Abbate, por la oportunidad de realizar nuestra tesis de grado, por el apoyo, dedicación y amabilidad en el proceso de realización de la misma.

También cabe mencionar a la Ing. Agr. Mag. Adela Ribeiro que con su experiencia supo ayudarnos, al Ing. Agr. Oscar Bentancur quien nos ayudó en el procesamiento de datos, a la Ing. Agr. Agustina Armand Pílón por su colaboración a campo y laboratorio, al Ing. Agr. Sebastián Bonansea por su asistencia a campo y en la realización de mapas y por último al Ing. Agr. Mag. Horacio Silva por su ayuda en la clasificación de especies.

Agradecemos profundamente a nuestros padres por ser incondicionales y formarnos como personas, a nuestros demás familiares, amigos y a todas aquellas personas especiales de nuestras vidas, quienes nos han alentado y apoyado en cada paso de nuestra carrera universitaria.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 AGRICULTURA EN URUGUAY	2
2.2 SOJA DESDE UNA PERSPECTIVA GLOBAL, REGIONAL Y LOCAL	2
2.3 SOJA RR/BT EN URUGUAY	3
2.4 PLAGAS DE SOJA EN URUGUAY	4
2.4.1 <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Hübner).....	4
2.4.2 <i>Rachiplusia nu</i> (Guenée).....	4
2.4.3 <i>Chrysodieixis includens</i> (Walker).....	4
2.4.4 <i>Spodoptera cosmioides</i> (Walker).....	4
2.4.5 <i>Piezodorus guildinii</i> (Westwood).....	5
2.5 ENEMIGOS NATURALES EN EL CULTIVO DE SOJA.....	5
2.5.1 <u>Predadores</u>	6
2.5.1.1 Arañas.....	6
2.5.1.2 Hemípteros.....	7
2.5.1.3 Coleópteros.....	8
2.5.1.4 Neurópteros.....	9
2.5.1.5 Dípteros.....	9
2.5.1.6 Mántidos (Mantodea: Mantidae).....	10
2.6 POSIBLES EFECTOS DE LA TECNOLOGÍA BT.....	10

2.7	HIPÓTESIS.....	11
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	12
3.1	SITIOS DE MUESTREO.....	12
3.2	EVALUACIONES DE CAMPO.....	13
3.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	14
3.3.1	<u>Diseño de muestreo y factores</u>	14
3.3.2	<u>Análisis estadístico</u>	14
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	15
4.1	ABUNDANCIA DE LOS DISTINTOS GRUPOS FUNCIONALES DE INSECTOS.....	15
4.1.1	<u>Fitófagos</u>	15
4.1.1.1	Lepidópteros.....	15
4.1.1.2	Pentatómidos fitófagos.....	28
4.2.1	<u>Predadores</u>	31
4.2.1.1	Arañas.....	34
4.2.1.2	Hemípteros predadores.....	36
4.2.1.3	Otros predadores.....	38
4.2.1.4	Coccinélidos.....	39
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	40
6.	<u>RESUMEN</u>	41
7.	<u>SUMMARY</u>	42
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	43

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.		Página
1.	Larvas grandes (mayores a 1,5 cm) de lepidópteros promedio por metro (4 paños) en chacras RR/Bt, según sitio y fecha de muestreo.....	17
2.	Larvas grandes (mayores a 1,5 cm) de lepidópteros promedio por metro (4 paños) en chacras convencionales (RR/no Bt), según sitio y fecha de muestreo.....	18
3.	Larvas grandes (mayores a 1,5 cm) de lepidópteros promedio por metro (4 paños) en chacras refugio, según sitio y fecha de muestreo.....	19
Figura No.		
1.	Ubicación de los sitios de muestreo.....	12
2.	Muestreo de insectos con paño vertical.....	13
3.	Abundancia promedio de larvas de lepidópteros en el período de muestro.....	16
4.	Abundancia promedio (todas las fechas y sitios de muestreo) de larvas de lepidópteros totales (grandes y chicos) registrados en las distintas chacras.....	20
5.	Proporción de larvas (grandes y chicas) de distintas especies de lepidópteros registradas considerando todas las chacras, fechas y sitios de muestreo.....	21
6.	Proporción de larvas de diferentes especies de lepidópteros registrados en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo.....	21
7.	Abundancia promedio de larvas de <i>Anticarsia gemmatalis</i> en las distintas chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo.....	22
8.	Abundancia promedio de larvas de <i>Anticarsia gemmatalis</i> en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo.....	23
9.	Abundancia promedio de larvas de <i>Spodoptera cosmioides</i> en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo.....	24

10. Abundancia promedio de larvas de <i>Spodoptera cosmioides</i> en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo.....	25
11. Abundancia promedio de larvas de <i>Rachiplusia nu</i> + <i>Chrysodieixis includens</i> en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo.....	26
12. Abundancia promedio de larvas de <i>Rachiplusia nu</i> + <i>Chrysodieixis includens</i> en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo.....	27
13. Abundancia promedio de larvas chicas y grandes de lepidópteros en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo.....	28
14. Abundancia promedio de pentatómidos en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo.....	29
15. Proporción de pentatómidos fitófagos registrados en todas las chacras, fechas y sitios de muestreo.....	30
16. Abundancia promedio de pentatómidos fitófagos en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo.....	30
17. Abundancia promedio de predadores en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo.....	32
18. Abundancia promedio de predadores en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo.....	33
19. Proporción de predadores, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo.....	34
20. Abundancia promedio de arañas en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo.....	35
21. Abundancia promedio de arañas en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo.....	36
22. Abundancia promedio de hemípteros predadores en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo.....	37
23. Abundancia promedio de hemípteros predadores en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo.....	38

1. INTRODUCCIÓN

La expansión de la agricultura en Uruguay se caracterizó por la intensificación agrícola y una secuencia de cultivos orientada hacia la producción de pocas especies cultivadas, con predominio de la soja (*Glycine max* (L.)).

En 2012 se introdujo la soja Bt al país, el cultivar autorizado porta los eventos MON87701, que codifica la endoproteína Cry1A(c), y MON89788 que codifica la proteína CP4 epsps. El primer evento le otorga resistencia a lepidópteros y el segundo, tolerancia al herbicida glifosato, ambas características se manifiestan en todo el ciclo del cultivo. En el año 2017 del total del área sembrada con soja (1.100.000 ha), el 25% correspondía a soja Bt (ISAAA, 2017). Para disminuir las probabilidades de resistencia por parte de los insectos plaga la soja Bt requiere un área de refugio mínima con una variedad de plantas no Bt, con similares características y fecha de siembra que la Bt.

El cultivo de soja alberga un número importante de especies de insectos, algunas de ellas fitófagas, dentro de los órdenes Lepidoptera y Hemiptera, pueden alcanzar tamaños de población que generen un daño económico, pero otras, dentro de los órdenes Hemiptera, Hymenoptera y Diptera, con hábitos predadores, que contribuyen a disminuir la densidad de población de los artrópodos plaga.

La introducción de la soja Bt en el ambiente productivo uruguayo genera interrogantes sobre sus posibles impactos en la comunidad de artrópodos. Estos efectos podrían ser positivos, debido al menor uso de insecticidas, lo que favorece a la supervivencia de enemigos naturales o negativo, entre estos últimos se destacan efectos directos debido a la toxicidad de la proteína adquirida directamente del vegetal o a través del hospedero, o efectos indirectos debido a un menor número y calidad de presas.

En la actualidad, es muy limitada la información nacional sobre los posibles efectos de la inclusión de la soja con resistencia a lepidópteros y tolerancia a herbicidas (RR/Bt) sobre organismos no-blanco. En este marco, el objetivo general de este trabajo fue evaluar el efecto en abundancia de la soja RR/Bt sobre los artrópodos benéficos y fitófagos, con el fin de brindar información que contribuya a un manejo sustentable de plagas en el agroecosistema.

1.1 OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue:

1. Determinar si la abundancia de artrópodos predadores e insectos fitófagos varía entre chacras de soja RR/Bt, RR/no Bt y refugios.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 AGRICULTURA EN URUGUAY

La agricultura en los últimos años se ha expandido en el país y en la región debido a los precios de los granos (Castiglioni et al., 2008). Dicha expansión ha sido impulsada por el agronegocio y se caracteriza como un nuevo modelo de producción. La expansión agrícola en América Latina, se logró por el aumento del consumo interno en países de la región y por el aumento de la demanda mundial de commodities agropecuarios, destinados ya sea a Estados Unidos y la Unión Europea, como a nuevos mercados de países emergentes asiáticos como China (Gras y Göbel, 2014).

La necesidad de aumentar la productividad por hectárea llevo a la innovación de biotecnologías, como también al mayor uso de agroquímicos (Gras y Göbel, 2014). La intensificación del sistema sustituye rotaciones tradicionales de cultivos y praderas por secuencias de agricultura continua lo cual genera un riesgo para la sostenibilidad del sistema. Al predominar la soja y disminuir las praderas disminuye la diversidad de especies y posiblemente se reduzca la cobertura vegetal de la superficie agrícola debido a los períodos de barbecho entre cultivos. A su vez, la relación favorable de precios entre los productos fitosanitarios y los granos, determinó el aumento del uso de insecticidas, lo que conlleva a desequilibrar el sistema, con una menor eficiencia del control natural, el problema de plagas y la incidencia de plagas secundarias en los cultivos se vuelve mayor (Castiglioni et al., 2008).

2.2 SOJA DESDE UNA PERSPECTIVA GLOBAL, REGIONAL Y LOCAL

La soja (*Glycine max* (L.)) es el cultivo oleaginoso con mayor área sembrada a nivel mundial con una extensión de 123.551.146 ha para el año 2017 (FAO, 2019), y el que proporciona el 64% del total de la producción de aceite del mundo (Gautam, 2018).

La producción total mundial ha tenido un importante aumento, pasó de 160.128.822 toneladas en el año 1998 a 352.643.548 de toneladas en el año 2017 (FAO, 2019).

Los principales productores de soja son Estados Unidos, Brasil y Argentina con producciones de 86.453.462 toneladas, 60.382.836 toneladas y 38.860.282 toneladas de grano respectivamente en promedio de las últimas dos décadas. América es la región con la mayor producción de soja y representa el 86% de la producción mundial (FAO, 2019).

En Uruguay es el principal cultivo de verano y ocupó el 90% del área total de cultivos estivales con 966.000 hectáreas durante la zafra 2018/2019 un 12% menos que en la zafra anterior en la cual se sembraron 1.098.000 hectáreas con una producción estimada de 2.828.000 toneladas (MGAP. DIEA, 2019).

2.3 SOJA RR/BT EN URUGUAY

En el año 2012 en Uruguay se autorizó la siembra de la soja RR/Bt (INTACTA (R)). Dicha tecnología es portadora del evento MON87701 que codifica la proteína Cry1A(c) y el evento MON89788 que codifica la proteína CP4 epsps. Dichas proteínas le otorgan resistencia a insectos lepidópteros y tolerancia a glifosato respectivamente.

Se utilizan como fuente de genes a *Agrobacterium tumefaciens* (cepa CP4) y *Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaki* (cepa HD73). La resistencia se manifiesta durante todo el ciclo del cultivo y el efecto de la proteína es dañar selectivamente el revestimiento del intestino medio del insecto objetivo (ISAAA, 2019).

La proteína Cry1A(c) ejerce un efectivo control sobre ciertas especies de lepidópteros plaga que afectan el cultivo de soja *Rachiplusia nu* (oruga medidora), *Chrysodeixis includens* (falsa medidora), *Anticarsia gemmatalis* (oruga de las leguminosas), *Crociosema aporema* (barrenador del brote) y *Helicoverpa gelotopoeon* (isoca bolillera) entre otras de menor importancia (Monsanto, 2019a).

Sosa-Gómez y Omoto (2012), indican que las especies con mayor tolerancia a la Cry1A(c) en función de la CL₅₀ (Concentración letal 50, µg de proteína activa/ml dieta) son *A. gemmatalis* (0,04 a 0,21), *R. nu* (0,70), *C. includens* (0,77 a 3,7), *Spodoptera frugiperda* (≈ 100) y *Spodoptera cosmioides* (>100).

El cultivo de soja RR/Bt requiere un manejo responsable para preservar la eficacia de control de las proteínas utilizadas, motivo por el cual se recomienda la siembra de un área de refugio. Dicha área debe sembrarse con una variedad de soja que no contenga el gen de *B. thuringiensis* (Bt) y representar al menos un 20% del área total sembrada con soja RR/Bt. Debe encontrarse a una distancia no mayor a 1200 metros, y tener un largo de ciclo y fecha de siembra similar al cultivar Bt. En el área de refugio se puede controlar la defoliación provocada por lepidópteros a través de aplicaciones de insecticidas (a excepción de los formulados con *B. thuringiensis*), cuando se alcanzan los niveles de daño económico recomendados para el grupo de madurez. La soja RR/Bt presenta un elevado nivel de control de los lepidópteros mencionados desde estadios muy tempranos del desarrollo, generando una elevada presión de selección de individuos resistentes a la proteína Cry1A(c). La realización de áreas refugio tiene como fin mantener individuos susceptibles para disminuir la probabilidad de que se seleccionen insectos resistentes que puedan sobrevivir y desarrollarse en el cultivo Bt (Monsanto, 2019b.). Las áreas refugio a su vez, garantizan una presencia mínima de presas para que las poblaciones de enemigos naturales se alimenten.

2.4 PLAGAS DE SOJA EN URUGUAY

La soja presenta una importante cantidad de plagas, que difieren en cuanto a su incidencia y los momentos fenológicos del cultivo en el cual se presentan. Durante la implantación los bichos bolita y babosas pueden generar graves pérdidas, en el período vegetativo prevalecen los lepidópteros defoliadores y epinotia, durante el estado reproductivo las chinches generan daños directos sobre las vainas y semillas (Bentancourt y Scatoni, 2010).

2.4.1 *Anticarsia gemmatalis* (Hübner)

La lagarta de las leguminosas (*A. gemmatalis*), lepidóptero que se comporta principalmente como defoliador, es muy frecuente en el cultivo de soja. Cuando las larvas recién emergen roen las hojas preferentemente por el envés, en el segundo estadio comienzan a cribarlas para luego consumirlas enteras. Se alimentan con preferencia de hojas superiores y brotes nuevos, pero luego el daño se extiende a toda la planta, y en caso de ataques severos también son dañados tallos y vainas. La etapa del cultivo que presenta mayor sensibilidad es la reproductiva ya que en ese momento se definen los rendimientos (Bentancourt y Scatoni, 2010).

2.4.2 *Rachiplusia nu* (Guenée)

La lagarta medidora (*R. nu*) causa daño desde los estratos inferiores de la planta y va gradualmente extendiéndose a los estratos superiores (Zerbino y Ribeiro 2000, Bentancourt y Scatoni 2010). Las larvas del último estadio provocan la mayor parte del daño ya que consumen el 80% de lo ingerido en el total de su desarrollo (Zerbino y Ribeiro, 2000). Según Giuggia et al. (2011) años secos y con altas temperaturas favorecen su desarrollo.

2.4.3 *Chrysodieixis includens* (Walker)

La lagarta falsa medidora (*C. includens*), es un lepidóptero polífago que causa daño en el follaje de las plantas, realiza perforaciones en la lámina foliar respetando las nervaduras principales y ocasionalmente pueden dañar chauchas de leguminosas (Bentancourt y Scatoni, 2010).

2.4.4 *Spodoptera cosmioides* (Walker)

Especie polífaga, que en general se comporta como plaga menor, aunque en ciertos años puede alcanzar altas densidades provocando daños intensos en soja. Las larvas cumplen su ciclo en la parte aérea de plantas alimentándose de hojas, brotes y tallos. Asimismo, puede causar daños en frutos o cortar plantas al ras del suelo. Las larvas en los últimos estadios son muy voraces y causan mayor daño (Bentancourt y Scatoni, 2010).

2.4.5 *Piezodorus guildinii* (Westwood)

La chinche de la alfalfa (*P. guildinii*) es un pentatómido considerado como una de las principales plagas del cultivo de soja en Uruguay (Ribeiro y Castiglioni, 2009). Esta especie es de difícil control, puesto que los insecticidas efectivos son escasos (Bentancourt y Scatoni, 2010). Además, su alta capacidad de daño y las penalizaciones por calidad en la comercialización determinan que los umbrales de daño económico sean muy bajos (Iannone, 2007).

Según Belorte et al. (2003) se considera la plaga de mayor importancia económica en el cultivo de soja, por alimentarse directamente de los granos, provocando reducción de producción, disminución de calidad de semillas, transmisión de enfermedades y retención foliar. En el proceso de alimentación, introduce el aparato bucal en el interior de las semillas, succiona el contenido y perturba sus características (Bentancourt y Scatoni, 2010). En el caso de ataques intensos, en el período de formación de vainas y llenado de grano, puede provocar reducciones en la producción debido al aborto de flores, vaneo de las vainas y disminución del peso de granos. Además, puede afectar la calidad disminuyendo el poder germinativo y el vigor de las semillas, y alteración en el contenido de aceite y proteína. A su vez, estas chinches pueden actuar como vectores de enfermedades al transmitir hongos a la semilla (Bentancourt y Scatoni, 2010).

2.5 ENEMIGOS NATURALES EN EL CULTIVO DE SOJA

Aunque normalmente las poblaciones de insectos son reguladas por diversos factores de mortalidad que aseguran que no haya crecimientos desmedidos, los predadores, parasitoides y enfermedades contribuyen de manera importante a limitar el tamaño de dichas poblaciones (Bentancourt y Scatoni, 2001).

Los enemigos naturales más importantes están representados por insectos predadores, parasitoides y algunos arácnidos, limitando poblaciones de insectos y ácaros fitófagos, teniendo una alta dependencia hacia estos últimos, actuando de forma directamente proporcional a su densidad (Bentancourt y Scatoni, 2001). Actúan como agentes de control natural siendo fundamentales en los agroecosistemas como factor de equilibrio dinámico de las poblaciones. Estos organismos mantienen las poblaciones de insectos plaga en una proporción que garantice la supervivencia del controlador. El control natural mantiene las poblaciones plagas por largos períodos sin causar daño económico. En el largo plazo es un método económico, seguro, selectivo y eficiente para controlar plagas, además de no contribuir a la contaminación ambiental (Nicholls, 2008).

En una investigación realizada en la Estación Experimental Dr. M. A. Cassinoni por Ribeiro y Castiglioni (2008a) se encontró que en un cultivo de soja, durante un año agrícola, la predación de huevos de *P. guildinii* fue de 10,52% y los predadores que se encontraron fueron arañas, *Geocoris pallipes* (Hemiptera: Lygaeidae), *Tropiconabis*

capsiformis (Hemiptera: Nabidae), *Orius tristicolor* y *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae), *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae), *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), y larvas de Chrysopidae. El promedio de huevos parasitados fue de 66,54% y el 99,6% de los huevos parasitados correspondió a *Telenomus podisi*. Sin embargo, la acción de los enemigos naturales no impidió que *P. guildinii* alcanzara umbrales de daño económico.

2.5.1 Predadores

Los predadores son especies que controlan de forma natural los insectos plaga, consumiéndolos total o parcialmente para completar su desarrollo. Cada predador consume varios individuos durante su desarrollo (Ribeiro et al., 2008b). García (1991) caracteriza a los predadores como monófagos (se alimentan de un solo tipo de presa), oligófagos (se alimentan de algunas presas) y polífagos (consumen diversos tipos de presas).

Los principales predadores están representados por hemípteros y coleópteros, siendo los arácnidos también importantes por ser los predadores más frecuente (50% de los predadores de la parte aérea de la planta) (Binnewies y Giani 2006, Ribeiro et al. 2008b).

2.5.1.1 Arañas

Tanto Bentancourt y Scatoni (2001) como Liljesthröm et al. (2002) indican que las arañas son uno de los predadores más numerosos y las clasifican como generalistas. Young y Lockley (1985) ubican a las arañas en niveles intermedios de las cadenas tróficas y enfatizan en su rol como predadores de herbívoros. Liljesthröm et al. (2002) destacan la importancia de dicha comunidad como factor de mortalidad de insectos plaga de cultivos, limitando las poblaciones de presas, debido a las diversas estrategias de ataque, tamaño, fenología, entre otras características. Además, Lacava (2014) determina que la comunidad de arañas por ser predadores generalistas es considerada como uno de los grupos más importantes en el control biológico por conservación, estando presente en la mayoría de los sistemas agrícolas. A su vez, asegura que por su abundancia y comportamiento predador obligatorio son un grupo primordial para el control de plagas.

Avalos et al. (2007) han demostrado que las arañas son indicadoras de impacto ambiental, debido a su sensibilidad a los cambios ambientales y antrópicos. La sustitución de ambientes naturales por agroecosistemas genera un cambio en las comunidades locales.

2.5.1.2 Hemípteros

Se alimentan especialmente de huevos, orugas pequeñas o pequeñas ninfas de chinches. Entre ellos se destacan *Orius spp.* (Anthocoridae), *Geocoris sp.* (Lygaeidae), *Tropiconabis sp.* (Nabidae) y *Podisus sp.* (Pentatomidae, Ribeiro et al., 2008b).

Geocoris pallipes (Hemiptera: Geocoridae): son insectos pequeños que se alimentan de huevos, ninfas y larvas pequeñas de diferentes especies de hemípteros, coleópteros, lepidópteros, dípteros pequeños, himenópteros, colémbolos y ácaros (Sweet, 2000) como también de pulgones y cotorritas (Bentancourt y Scatoni, 2001). Cuando *G. pallipes* se encuentra en abundancia contribuyen de manera eficaz en el control de fitófagos (Bentancourt y Scatoni, 2001). Tamaki y Weeks (1972) enuncian que son insectos de hábito alimenticio omnívoro por lo que pueden sobrevivir en ausencia de presas por un tiempo razonable, el cual varía dependiendo de factores climáticos.

Orius tristicolor, *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae): la especie del género *Orius* más frecuente en el país es *O. insidiosus* (Say) y se encuentra en diversos cultivos explorando diferentes hábitats (Bentancourt y Scatoni, 2001). Son chinches pequeñas que según Lattin (2000) en estadios ninfales y de adultos se alimentan de áfidos, arañuelas, trips, cochinilla, huevos de lepidópteros y chinches. *O. insidiosus* puede alimentarse, además, de polen.

Nabis spp. (Hemiptera: Nabidae): los miembros de la familia Nabidae son cazadores activos, muy voraces que atacan pulgones, cotorritas y pequeñas larvas (Bentancourt y Scatoni, 2001). Tanto ninfas como adultos presentan similares hábitos alimenticios, consumen huevos y orugas de lepidópteros entre otros insectos. Atacan lepidópteros como *Colias lesbia*, *Pseudaletia adultera*, *Faronta albilinea* y *R. nu* (Bentancourt y Scatoni, 2001).

Redúvidos (Hemiptera: Reduviidae): los reduvídos son especialmente predadores, la mayoría captura insectos y habitan diversas condiciones ambientales (Bentancourt y Scatoni, 2001).

Podisus nigrispinus (Hemiptera: Pentatomidae): las hembras de este predador oviponen entre 81 y 300 huevos durante todo su ciclo de vida y son capaces de depositar entre 25 y 40 masas de huevos por vez (Torres et al., 2006). Según de Freitas Bueno et al. (2012) *P. nigrispinus* se encuentra durante todo el ciclo del cultivo de soja. Es una especie polífaga y omnívora, por lo tanto, en ausencia de presas se alimenta de tejido vegetal (de Freitas Bueno et al., 2012). En cultivos de soja preda principalmente huevos y ninfas de chinches fitófagas que dañan los granos, lagartas de *A. gemmatalis*, *R. nu*, *C. includens* y del género *Spodoptera* (de Freitas Bueno et al., 2012).

2.5.1.3 Coleópteros

En cuanto a los coleópteros, son generalmente polítragos en todos sus estadios. Las especies más frecuentes en los agroecosistemas de Uruguay pertenecen a la familia Carabidae como *Callida spp.*, *Lebia concinna* y *Calosoma spp.* (Ribeiro et al., 2008b).

Carábidos (Coleoptera: Carabidae): las larvas de los Carábidos son carnívoras y se alimentan de insectos, gusanos, caracoles y babosas (Bentancourt y Scatoni 2001, Ribeiro et al. 2008b). Algunas especies son abundantes en siembra directa, siendo favorecidas por la presencia de rastrojo y ausencia de laboreo (Ribeiro et al., 2008b). Los carábidos son sensibles a los cambios en la calidad del hábitat y se considera que tienen un valor bioindicativo para evaluar los impactos de cultivar (Kromp, 1999).

Callida sp. (Coleoptera: Carabidae): la etapa predatoria de las especies de este género ocurre en la fase larval. El consumo total medio del período larval es de 65,6 lagartas de *A. gemmatalis* del segundo estadio, el 83% del alimento fue consumido por larvas del tercer estadio (Corrêa- Ferreira y Pollato, 1989). *Callida sp.* tiene un hábito alimenticio generalista, alimentándose de pulgones, dípteros, coleópteros, lepidópteros, entre otros (de Freitas Bueno et al., 2012).

Lebia concinna (Brullé, 1838, Coleoptera: Carabidae): los insectos de esta especie son generalistas, se alimentan de diversas plagas en su fase larval y adulta (Hoffmann-Campo et al., 2000). Normalmente son predadores de lagartas de primeros estadios, huevos, ninfas y trips (de Freitas Bueno et al., 2012). En el estado de Acre, Brasil, en relevamientos de soja realizados durante los años 1999 y 2000, *L. concinna* fue el enemigo natural con la mayor población seguido por *Callida sp.*, *L. concinna*, se halló dentro del cultivo de soja desde estados vegetativos hasta reproductivos, con su pico máximo en la etapa de maduración del grano (R7-R8) donde la abundancia fue de 1,5 insectos/m² (Thomazini y Thomazini, 2001).

Coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae): familia de insectos con importante papel como predadores de artrópodos plaga. La mayoría de los coccinélidos son carnívoros, y en sus etapas larvarias como adultas se alimentan de ácaros, pulgones, cochinillas y de forma eventual de otros insectos pequeños de cuerpo blando. Se asocian a diferentes ambientes donde haya presencia de alimento. Se destacan por su voracidad destruyendo diariamente gran número de insectos y ácaros (Bentancourt y Scatoni, 2001).

Eriopis connexa (Coleoptera; Coccinellidae): difundida ampliamente en el país, sus larvas y adultos consumen gran cantidad de insectos, principalmente pulgones, cochinillas, moscas blancas y ácaros (Bentancourt y Scatoni, 2001) como también trips, larvas y huevos de lepidópteros (Ribeiro et al., 2008b).

Hyperaspis festiva (Coleoptera; Coccinellidae): es una especie frecuente, de hábito polífago, que se alimenta de cochinillas y pulgones (Bentancourt y Scatoni, 2001).

Coccinella ancoralis (Coleoptera; Coccinellidae): especie común y ampliamente distribuida en el territorio, predadora de pulgones (Bentancourt y Scatoni, 2001).

Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae): especie nativa de Asia, ha sido introducida y cultivada en varios países para ser empleada en control biológico, por su voracidad para alimentarse de áfidos (Machado, 2006). *H. axyridis* es un predador generalista muy voraz, lo que le confiere ventajas sobre otros predadores de áfidos, siendo capaz de consumir 65 de estos al día. A su vez, tiene la capacidad de explorar gran variedad de hábitats y una destacada capacidad reproductiva (Grez y Zaviezo, 2010).

2.5.1.4 Neurópteros

Los neurópteros son fundamentalmente predadores y uno de los órdenes más beneficios, siendo carnívoras por excelencia, activas y voraces consumidoras de presas. Los crisópidos corresponden a los más conocidos y extensos, en una gran diversidad de hábitats, controlando en gran medida a especies fitófagas (Bentancourt y Scatoni, 2001).

Chrysoperla externa (Neuroptera: Chrysopidae): es la especie de Neuroptera más frecuente en los sistemas pastoriles de Uruguay (Bentancourt y Scatoni, 2001). Durante la etapa predadora, se alimenta de huevos, lagartas neonatas, ácaros, pulgones, trips y otros artrópodos pequeños y con tegumento de fácil permeabilidad (Carvalho y Sousa, 2002). A su vez, los adultos se alimentan de azúcares y polen de plantas (Lucarelli, 2015).

2.5.1.5 Dípteros

Los dípteros son el grupo de insectos que posee mayor número de familias y especies parasitoides, después de los himenópteros (Bentancourt, 2014).

Los adultos se alimentan de néctar u otras secreciones de plantas, sangre u otros tejidos animales, también de materia orgánica en descomposición. Las larvas tienen una mayor diversidad de hábitos, algunas son fitófagas, otras se alimentan de hongos y muchas viven en materia orgánica en descomposición, y otras son parasitas o predadoras (Bentancourt, 2014)

Sírfidos (Diptera: Syrphidae): los sírfidos son una de las familias de dípteros, donde muchas de las especies tienen larvas carnívoras que se alimentan de insectos pequeños (Bentancourt y Scatoni, 2001). Ribeiro et al. (2008b) indican que en soja se

han encontrado adultos de sírfidos, pero no larvas, probablemente por ser un cultivo que no es atacado por su presa preferida, que son los pulgones.

Taquínidos (Diptera: Thachinidae): esta familia parasita principalmente a lepidópteros, pero también a coleópteros, himenópteros, ortópteros y hemípteros (Bentancourt, 2014). Según Panizzi y Slansky (1985) son los parasitoides de pentatómidos fitófagos más comúnmente encontrados en agroecosistemas de soja en Norte América.

2.5.1.6 Mántidos (Mantodea: Neoptera)

Los mantodeos son insectos carnívoros, muy voraces que capturan moscas, langostas y larvas, entre otros insectos. Como grupo son considerados agentes efectivos de control biológico puesto que consumen tanto insectos benéficos como perjudiciales (Bentancourt y Scatoni, 2001).

Las ninfas y adultos de la familia Mantidae son carnívoras estrictamente, consumiendo insectos pequeños y eventualmente arañas (Bentancourt y Scatoni, 2001).

2.6 POSIBLES EFECTOS DE LA TECNOLOGÍA BT

Nodari (2009) cita una lista de riesgos ambientales causado por la tecnología Bt, entre ellos, la creación de nuevas plagas y plantas invasoras, aumento de plagas preexistentes, producción de sustancias que son o podrían ser tóxicas para organismos no blanco, desperdicio de recursos genéticos, contaminación de especies nativas, entre otros. Posteriormente se adicionaron a la lista efectos tales como evolución de la resistencia de las plagas a la toxina insecticida, la existencia de nuevos métodos de control y el impacto en especies no blanco del ecosistema. Este autor indica que no hay estudios suficientes en el tema, motivo por el cual se realiza esta tesis.

Naranjo (2005) cita diversos estudios de campo los cuales no han logrado mostrar efectos significativos en cultivos de papa Bt, maíz Bt o algodón Bt en poblaciones de artrópodos no objetivo, aunque inicialmente se informaron efectos negativos de Bt sobre el crecimiento y supervivencia de insectos como la mariposa monarca (*Danaus plexippus* L., Losey et al., 1999) y en *Chrysoperla carnea* (Hilbeck et al., 1998). Este último lo atribuye a un efecto combinado de la exposición a *B. thuringiensis* y la deficiencia nutricional provocada por una presa enferma (Hilbeck et al., 1998). Romeis et al. (2004) sostienen que el efecto nocivo de los cultivos Bt sobre los predadores se debe a factores de calidad de las presas y no a la toxina Bt por sí misma.

2.7 HIPÓTESIS

La hipótesis planteada fue la siguiente:

-La tecnología Bt afecta la abundancia de artrópodos predadores disminuyendo su población debido a una baja disponibilidad de presas en el cultivo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 SITIOS DE MUESTREO

Se realizaron muestreos en chacras comerciales de soja durante un ciclo de cultivo (zafra 2018/2019) entre los meses de noviembre y abril, en la región litoral Norte de Uruguay en los departamentos de Paysandú y Río Negro. En la Figura No. 1 se detallan las ubicaciones de los sitios de muestreo dentro del departamento de Paysandú en la zona de Quebracho (zona Norte) y en las cercanías de la ciudad de Paysandú (zona Centro), y en departamento de Río Negro en las cercanías de la ciudad de Young (zona Sur).

Se seleccionaron 16 chacras de soja de primera sembrada con germoplasma RR/Bt con sus respectivos refugios y 16 con germoplasma convencional (entendiéndose por convencional soja RR, tolerante a glifosato, pero no resistente a lepidópteros). En cada sitio se registraron los datos de manejo agronómico.

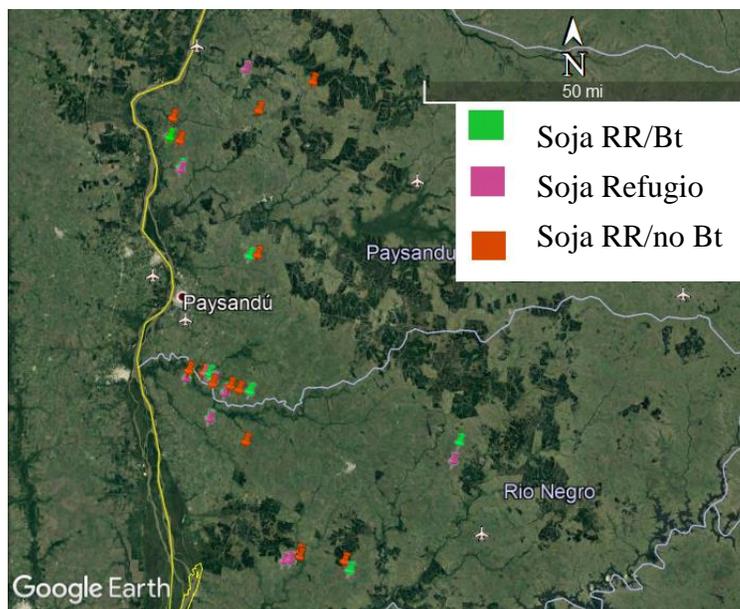


Figura No. 1. Ubicación de los sitios de muestreo

3.2 EVALUACIONES DE CAMPO

Se realizaron muestreos cada tres semanas durante todo el ciclo del cultivo, desde la emergencia hasta la cosecha.

Se utilizó el método de Drees y Rice (1985) dentro del área de 10 por 10 metros, efectuando 4 muestras con paño vertical para estimar poblaciones por metro (Figura No. 2), unidad en la cual las chinches son medidas para expresar umbrales económicos para la determinación de control químico, de dicha plaga y otras en soja. Se registraron en una planilla el número de individuos hallados por especie, tamaño y el estado de desarrollo para posteriormente ser analizados.



Figura No. 2. Muestreo de insectos con paño vertical

3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.3.1 Diseño de muestreo y factores

El trabajo se realizó en base a un muestreo aleatorio estratificado. Fueron establecidos 16 sitios, y en cada uno de ellos se identificaron 2 chacras, RR/no Bt y RR/Bt (convencional) con sus respectivos refugios. En total se analizaron 43 chacras debido a inconvenientes en el correr del ciclo del cultivo, dándose de baja a 5 chacras al no representar la tecnología que correspondía.

Los factores evaluados fueron:

- Soja RR/ no Bt
- Soja RR/Bt
- Refugios

La variable de análisis fue la abundancia de artrópodos, siendo evaluada en grupos de especies de la siguiente manera:

- Arañas
- Coccinélidos
- Hemípteros predadores
- Otros predadores
- Lepidópteros
- Pentatómidos fitófagos

3.3.2 Análisis estadístico

Se ajustaron modelos lineales generalizados de medidas repetidas en el tiempo, asumiendo que los conteos tienen distribución binomial negativa. El análisis fue realizado con los valores acumulados de los seis momentos de muestreo.

Se utilizó el procedimiento Glimmix del paquete estadístico SAS versión 9.4. Las comparaciones de los efectos significativos se hicieron utilizando el test de Tukey con un nivel de significancia de p-valor <0,05.

El modelo utilizado fue el siguiente:

$$\ln(\mu) = \beta_o + \delta_i + M_j + S_k$$

μ = Media del efecto

β_o = Intercepto

δ_i =Efecto de la i- ésima chacra (Bt, no Bt y refugio)

M_j = Efecto del j- ésimo estado fenológico (vegetativo y reproductivo)

S_k = Efecto del k- ésimo sitio (16 sitios de muestreos)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El año en estudio (2018/2019) se caracterizó por condiciones climáticas favorables que determinaron rendimientos elevados en todo el país. El volumen de precipitaciones acumulado entre noviembre y febrero, fue de 944 milímetros, 322 milímetros por encima del promedio 2002/18, y contrastantes con el déficit hídrico que afectó a los cultivos de verano durante la zafra anterior.

4.1 ABUNDANCIA DE LOS DISTINTOS GRUPOS FUNCIONALES DE INSECTOS

4.1.1 Fitófagos

Dentro de los insectos fitófagos registrados con el método de muestreo utilizado (pañó vertical) en las chacras en estudio, se encontraron lepidópteros y pentatómidos. Las especies de lepidópteros encontradas correspondieron a *Anticarsia gemmatalis*, *Rachiplusia nu*, *Chrysodieixis includens* y *Spodoptera cosmioides*. La tecnología Bt tiene como fin el control de estos insectos defoliadores, aunque con diferente efectividad entre especies (Monsanto, 2019a). Las especies de pentatómidos encontradas fueron *Piezodorus guidinii*, *Dichelops furcatus*, *Edessa mediatibunda* y *Nezara viridula*. Las chiches generan daños directos sobre las vainas y semillas (Bentancourt y Scatoni, 2010), por ende presentan un elevado potencial de ocasionar problemas económicos.

4.1.1.1 Lepidópteros

En cuanto a la abundancia general de larvas de lepidópteros en las chacras evaluadas, se observó presencia de las mismas desde el primer muestreo. El número de larvas registradas presentó importantes aumentos hasta llegar a un pico en el tercer y cuarto muestreo, donde luego disminuyen progresivamente hasta el final del ciclo, presentando una cantidad mínima en el último muestreo (Figura No. 3).

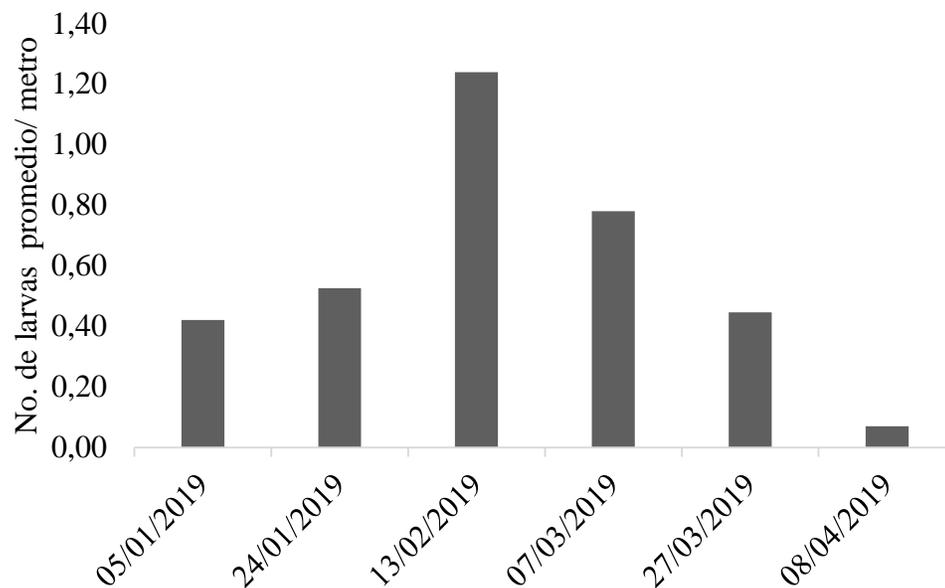


Figura No. 3. Abundancia promedio de larvas de lepidópteros en el período de muestro

En la mayoría de las chacras RR/Bt (Cuadro No. 1), no se registró presencia de lepidópteros grandes (mayores a 1,5 cm) de las especies predominantes en soja en Uruguay (*A. gemmatalis*, *R. nu* y *C. includens*). Las chacras Bt, no recibieron aplicación de insecticidas para el control de lagartas, lo cual indicaría que la tecnología Bt es eficiente para el control de dichas especies. Se encontró como máximo 1 larva por metro en promedio de los cuatro paños realizados en el sitio de muestreo número 12 el día 13/02/2019 correspondientes a larvas grandes de *S. cosmioides*. Según Perotti y Gamundi (2007) el umbral de daño económico (umbral de acción o de control) se mide sobre lepidópteros grandes (mayores a 1,5 cm), durante la fase vegetativa del cultivo de soja, es de 20 larvas por metro de surco y un determinado porcentaje de defoliación según largo de ciclo y condiciones de crecimiento del cultivo. Lo observado en el estudio está muy por debajo tamaño de población que causaría pérdidas económicas.

Cuadro No. 1. Larvas grandes (mayores a 1,5 cm) de lepidópteros promedio por metro (4 paños) en chacras **RR/Bt**, según sitio y fecha de muestreo

SITIO	FECHA DE MUESTREO					
	05/01/2019	24/01/2019	13/02/2019	07/03/2019	27/03/2019	08/04/2019
1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3
2	0,0	0,3	0,0	0,5	0,5	0,0
3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	s/d
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3
12	0,8	0,0	1,0	0,0	0,5	0,0
13	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
14	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0

s/d: sin dato, recuadro gris máximo valor promedio

En el caso las chacras convencionales (Cuadro No. 2) el máximo valor promedio de lagartas grandes fue de 4,3 larvas por metro, encontrado en el sitio 9 el día 13/02/2019 este valor es muy bajo comparado con los umbrales de control propuestos por Perotti y Gamundi (2007). Los ejemplares correspondían en su mayoría a lagartas grandes de *A. gemmatalis* y en menor medida de *S. cosmioides* y *R. nu*. Dichos valores son considerados bajos comparado con los umbrales de control.

Cuadro No. 2. Larvas grandes (mayores a 1,5 cm) de lepidópteros promedio por metro (4 paños) en chacras convencionales (RR/no Bt), según sitio y fecha de muestreo

SITIO	FECHA DE MUESTREO					
	05/01/2019	24/01/2019	13/02/2019	07/03/2019	27/03/2019	08/04/2019
1	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0
2	0,0	0,8	0,0	0,0	0,3	0,0
3	0,0	2,5	0,3	0,0	0,0	0,0
4	1,0	0,0	3,3	0,0	0,3	0,0
5	0,0	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,8	2,8	1,8	0,3
7	0,0	0,3	0,0	0,0	1,0	0,0
8	0,0	0,3	0,0	0,5	0,5	0,0
9	0,0	0,3	4,3	0,3	0,3	s/d
10	0,0	0,0	0,3	0,8	0,0	0,0
11	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
12	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
13	0,5	0,0	1,8	0,0	0,3	0,3
14	0,0	0,3	0,6	0,5	0,3	0,0
15	0,5	0,0	1,5	0,0	1,0	s/d
16	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0

s/d: sin dato, recuadro gris máximo valor promedio

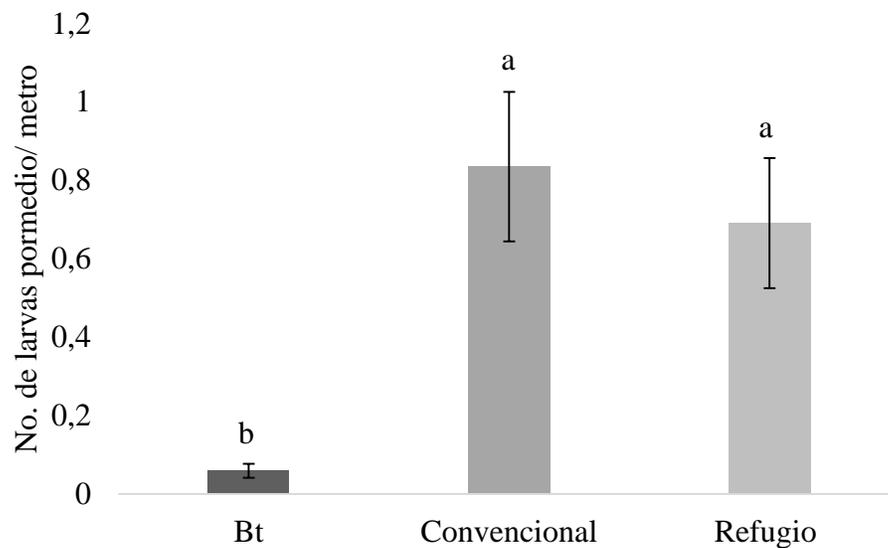
La lógica de manejo de los refugios utilizados en esta investigación fue muy similar a la de una chacra convencional. Lo que se observa en el Cuadro No. 3 es que el máximo de larvas promedio encontrada fue de 1,8 en el sitio 10 en el primer muestreo constatando en el sitio la presencia larvas grandes de *A. gemmatilis*.

Cuadro No. 3. Larvas grandes (mayores a 1,5 cm) de lepidópteros promedio por metro (4 paños) en chacras **refugio**, según sitio y fecha de muestreo

SITIO	FECHA DE MUESTREO					
	05/01/2019	24/01/2019	13/02/2019	07/03/2019	27/03/2019	08/04/2019
1	0,3	0,0	2,0	0,0	0,3	1,0
2	s/d	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0
3	0,75	0,00	0,3	0,0	0,3	0,0
4	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
5	0,3	0,5	0,8	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,3	2,0	0,5
7	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,0
8	1,5	1,0	2,0	0,3	0,5	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	0,0
10	1,8	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
11	0,0	0,0	3,0	0,0	0,5	0,0
12	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
13	0,25	0,00	0,25	s/d	0,00	0,25
14	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0

s/d: sin dato, recuadro gris máximo valor promedio

Para la abundancia del total de larvas de lepidópteros (grandes más chicas) se registraron diferencias significativas entre chacras (Figura No. 4, p-valor <0,0001). Estos resultados indicarían que la tecnología Bt controlaría las especies de lepidópteros defoliadores predominantes en chacras comerciales del litoral Norte uruguayo.



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor < 0,05)

Figura No. 4. Abundancia promedio (todas las fechas y sitios de muestreo) de larvas de lepidópteros totales (grandes y chicos) registrados en las distintas chacras

En lo que respecta a las especies registradas en el total de las chacras, sin discriminar según chacras (Figura No. 5), se registró un claro predominio de *A. gemmatalis* con 72% del total según muestreos, seguido por la suma de *R. nu* y *C. includens* con 19,8% y por último *S. cosmioides* con 8,2%.

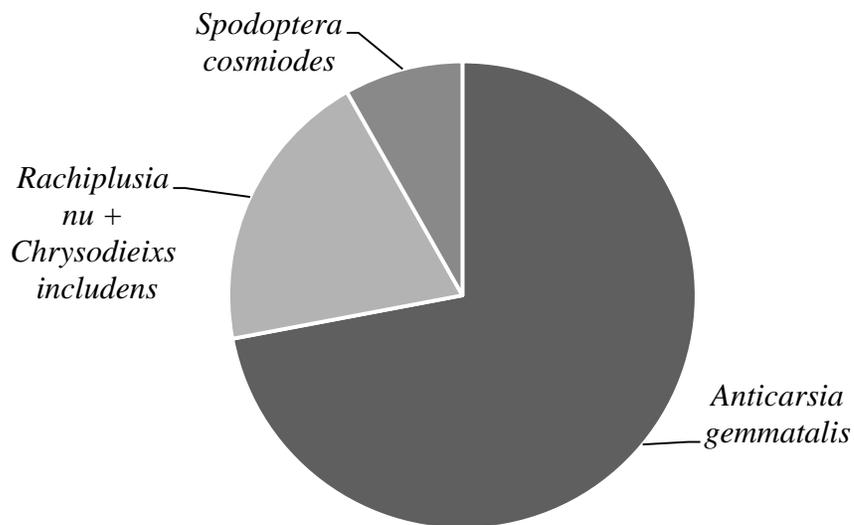


Figura No. 5. Proporción de larvas (grandes y chicas) de distintas especies de lepidópteros registradas considerando todas las chacras, fechas y sitios de muestreo

Cuando se analiza la abundancia de lepidópteros por especies en las distintas chacras muestreadas, se puede observar que en las chacras RR/Bt se registró una menor densidad de las especies de lepidópteros defoliadores predominantes en Uruguay (*A. gemmatalis* y medidoras), pero se detectó un predominio de la especie *S. cosmioides*. En contraposición, en las chacras RR/no Bt y refugios, predominó *A. gemmatalis* (Figura No. 6).

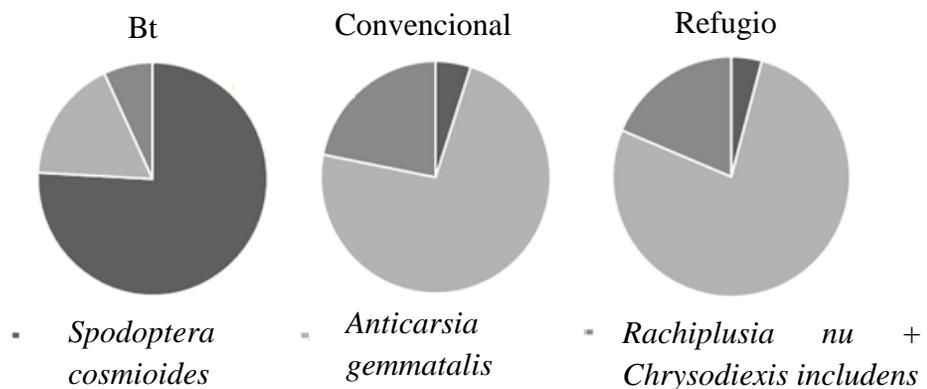
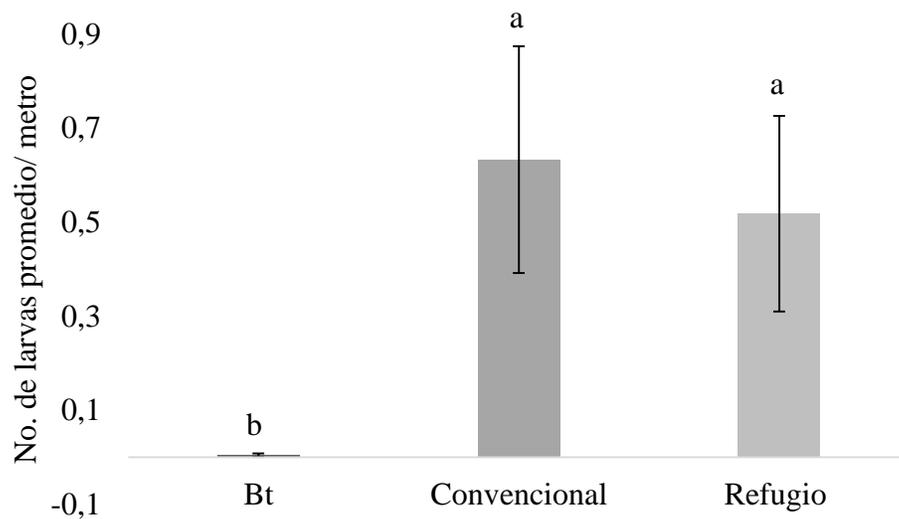


Figura No. 6. Proporción de larvas de diferentes especies de lepidópteros registrados en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo

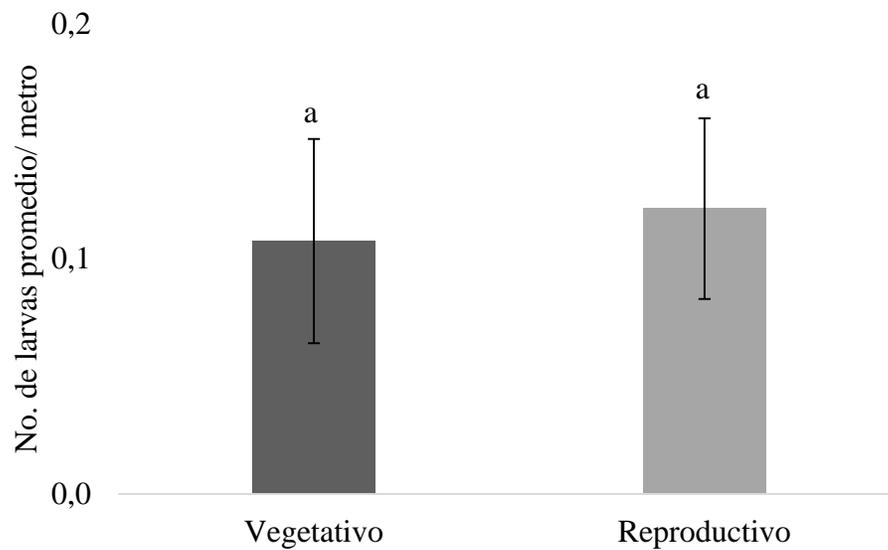
Este resultado coincide con un estudio realizado en Santa Rosa de Leales (Tucumán, Argentina, Valverde et al., 2008) donde el mayor porcentaje de larvas correspondió a *A. gemmatalis* (66,24%) al igual que relevamientos realizados por Lázaro et al. (1989) en la localidad de La Virginia (Tucumán). En un trabajo posterior Lázaro et al. (1990) registraron nuevamente a *A. gemmatalis* como la especie de mayor nivel poblacional en la región. En Uruguay la presencia de *A. gemmatalis* es muy frecuente (Castiglioni, 2006). En el presente trabajo *A. gemmatalis* resultó ser la especie dominante en las chacras convencionales y refugios, pero no en los Bt, hallándose diferencia significativa entre ellos (p-valor 0,0001, Figura No. 7). Esto confirmaría que la tecnología Bt ejerce control sobre esta especie.



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor < 0,05)

Figura No. 7. Abundancia promedio de larvas de *Anticarsia gemmatalis* en las distintas chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo

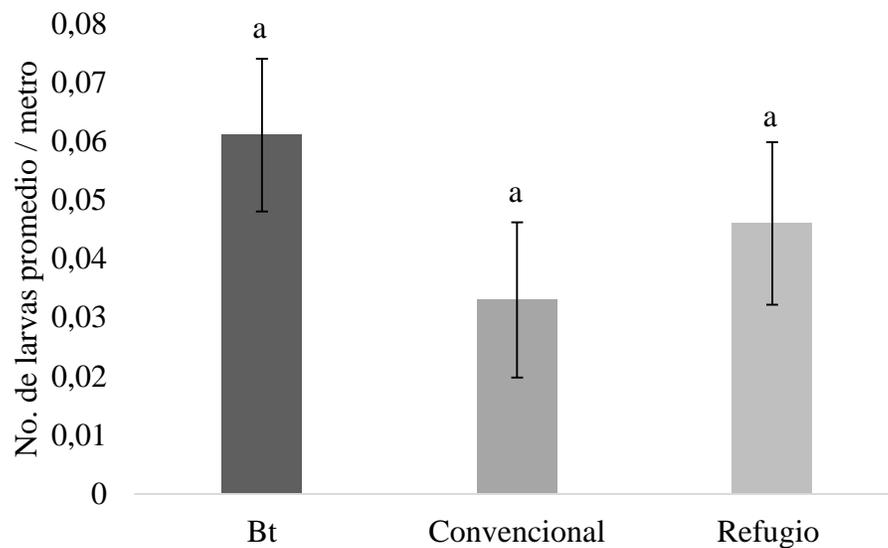
En el trabajo realizado por Lázaro et al. (1989) se determinó que la población de *A. gemmatalis* alcanzaba sus máximas densidades desde fines de enero a mediados de febrero, es decir, en la etapa reproductiva del cultivo, sin embargo en este trabajo no se hallaron diferencias significativas entre los estadios fenológicos (p-valor 0,7228, Figura No. 8).



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor < 0,05)

Figura No. 8. Abundancia promedio de larvas de *Anticarsia gemmatalis* en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo

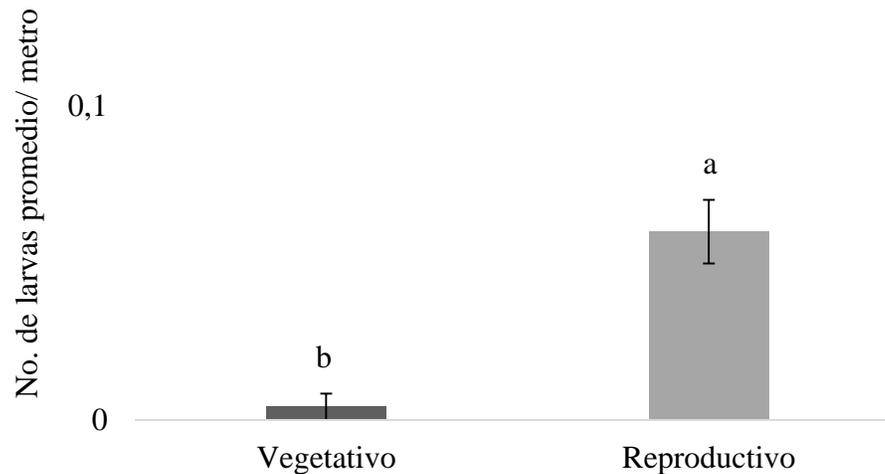
Los resultados del presente trabajo para la especie *S. cosmioides* en las distintas chacras (Figura No. 9), no se encontraron diferencias significativas (p-valor 0,329). Se sugiere entonces que esta especie no estaría siendo controlada por la tecnología Bt.



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor < 0,05)

Figura No. 9. Abundancia promedio de larvas de *Spodoptera cosmioides* en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo

Se registró mayor número de individuos de *S. cosmioides* en el estadio reproductivo del cultivo (p-valor 0,0018), sin diferenciar por chacras, fechas o sitios de muestreo (Figura No. 10). Este resultado coincide con lo encontrado por Massoni et al. (2015) en Argentina, donde las mayores densidades larvales de *S. cosmioides* se encontraron en etapa reproductiva del cultivo tanto para el tratamiento convencional (DM 5.9 indeterminada RR1) como para el Bt (INTACTA 5.8 RR2 PRO). Además, diversos autores coinciden que ésta especie en las etapas reproductivas del cultivo de soja tiene preferencia por las vainas más desarrolladas, dañan los granos y esto permite la entrada de microorganismos patógenos (Kahl et al., 2016).



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor < 0,05)

Figura No. 10. Abundancia promedio de larvas de *Spodoptera cosmioides* en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo

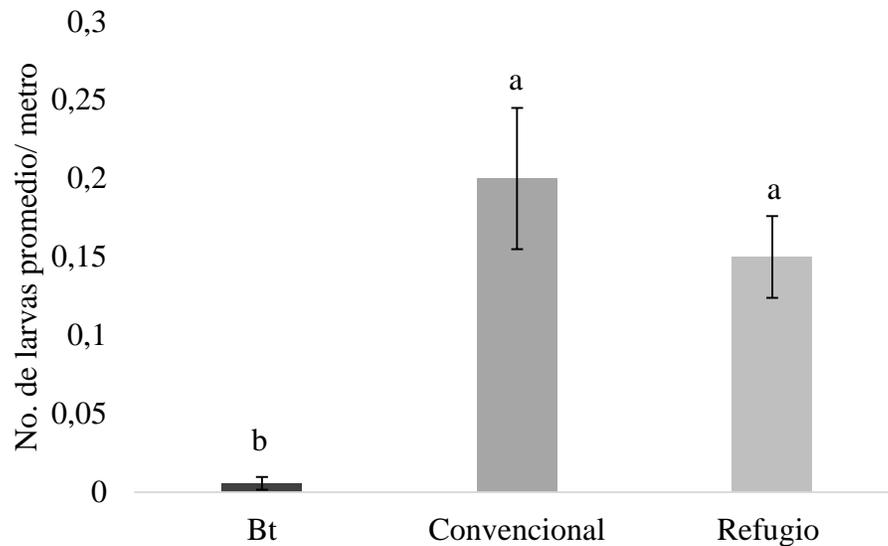
La falta de eficiencia de control de los cultivos de soja Bt, sobre esta especie podría determinar que la abundancia de las poblaciones de *S. cosmioides* podría ir en incremento en cultivos comerciales que presenten esta tecnología, ocupando un nicho que no puede ser aprovechado por las especies defoliadoras predominantes en soja en el país y por ende presentan menor competencia por la fuente de alimento. Siendo importante señalar que hasta la fecha, no se ha observado un número importante de situaciones en las cuales *S. cosmioides* haya sido motivo de preocupación como para realizar control químico.

En este sentido, Sosa-Gómez y Omoto (2012) estudiaron la resistencia de los lepidópteros a la toxina Bt, mediante bioensayos con insectos sometidos a elevadas presiones de selección. Ellos explican que en función de la CL_{50} (μg de proteína activa/ml dieta) el orden creciente de tolerancia a la Cry1A(c) es el siguiente: *A. gemmatalis* (0,04 a 0,21), *R. nu* (0,70), *C. includens* (0,77 a 3,7), *Spodoptera frugiperda* (≈ 100) y *Spodoptera cosmioides* (>100). En síntesis, el género *Spodoptera* es cien veces menos susceptible a la proteína que *Anticarsia*, lo que explica el claro control de la tecnología Bt sobre *A. gemmatalis*, *R. nu* y *C. includens*, no así sobre *S. cosmioides*.

En este trabajo, el 75,9% del total de larvas de lepidópteros en el cultivo Bt, correspondieron al género *Spodoptera*, seguido por *A. gemmatalis* con 17,2% y por último la suma de *R. nu* y *C. includens* con 6,9% (Figura No. 6). Esto concuerda con los resultados obtenidos por Massoni et al. (2015) en un ensayo de campo en Santa Fe

(Argentina) encontraron una mayor abundancia de *S. cosmioides* en los sitios Bt (INTACTA 5.8 RR2 PRO).

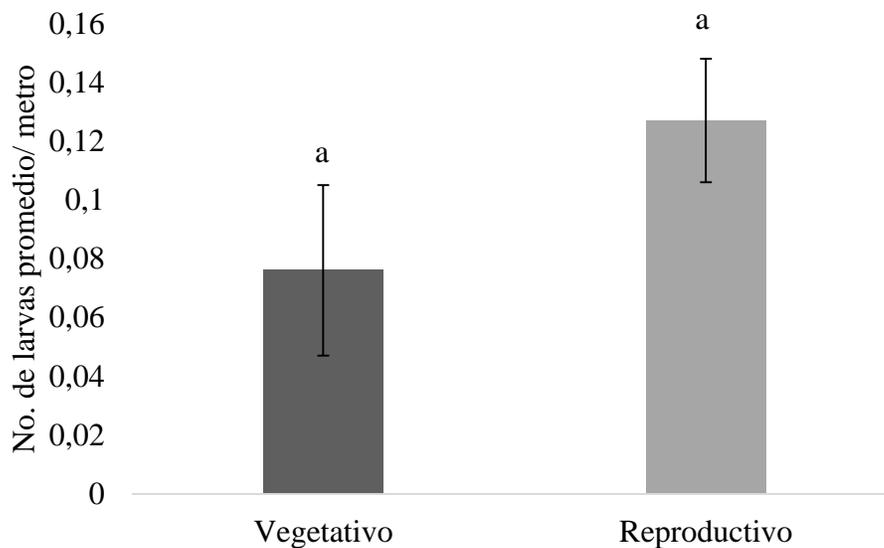
En relación al complejo de las lagartas medidoras (*R.nu* y *C. includens*), como se mencionó anteriormente, las mismas son controladas por la tecnología Bt por su baja tolerancia a la proteína Cry1A(c). En este trabajo, se observaron diferencias significativas entre las chacras (p-valor $2,52 \times 10^{-6}$), lo que evidencia una supresión clara en chacras Bt (Figura No. 11).



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor < 0,05)

Figura No. 11. Abundancia promedio de larvas de *Rachiplusia nu* + *Chrysodieixis includens* en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo

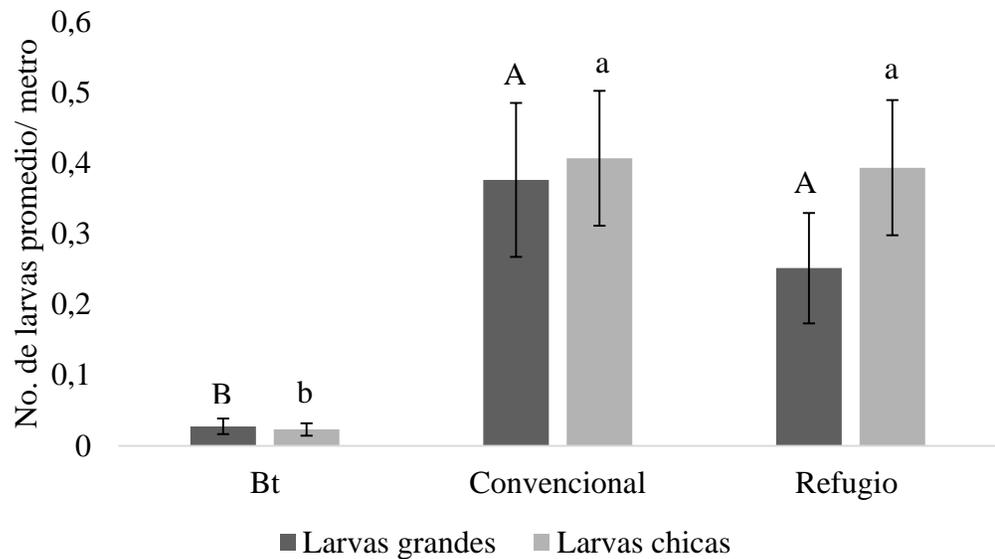
No se encontraron diferencias en la abundancia de *R. nu* y *C. includens* consideradas en conjunto, durante los diferentes estadios de desarrollo del cultivo (p-valor 0,22, Figura No. 12). Similares resultados obtuvieron Valverde et al. (2008) en Tucumán (Argentina), donde no se observaron diferencias durante las diferentes fases del cultivo de soja, siendo consideradas plagas secundarias de todo el ciclo.



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor < 0,05)

Figura No. 12. Abundancia promedio de larvas de *Rachiplusia nu* + *Chrysodieixis includens* en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo

La mayor abundancia de larvas grandes como chicas se encontró en las chacras convencionales y refugios (Figura No. 13), sin diferencias significativas entre ellos (p-valor < 0,0001 grandes, p-valor chicas < 0,0001). Este resultado podría deberse a un manejo de insecticidas similar en ambas chacras. En las chacras Bt se observó un claro control de lepidópteros, esta tecnología presenta elevada eficiencia de control de larvas neonatas, lo que impide su desarrollo en el cultivo (Monsanto, 2019a). La mayoría de las larvas grandes fueron de *S. cosmioides*, las cuales poseen baja susceptibilidad a la proteína Cry1A(c), no siendo controladas por la tecnología (Monsanto, 2019a). Las larvas chicas en el Bt se encontraron en los muestreos 3, 4 y 5, y la mayoría fueron de *A. gemmatalis* y *S. cosmioides*.

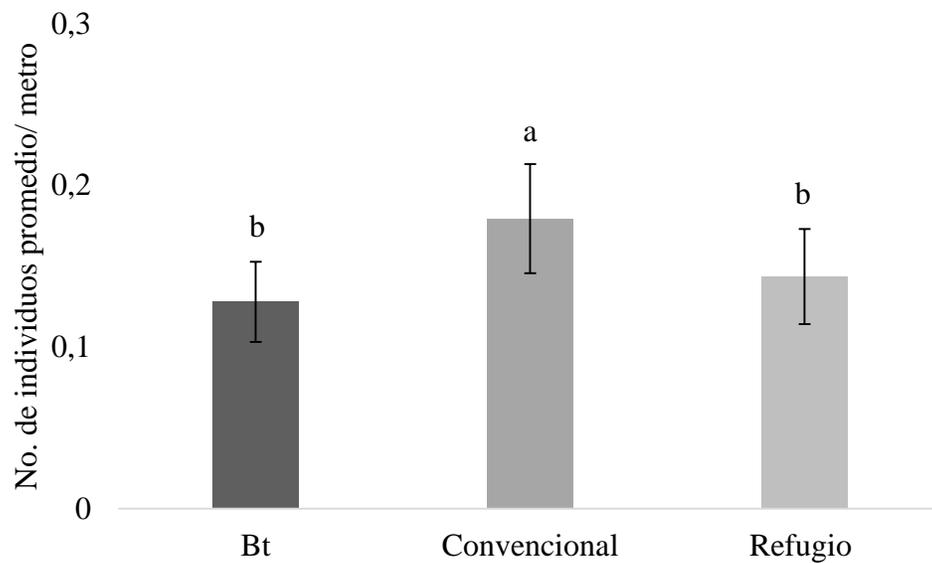


Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor < 0,05), mayúscula para larvas grandes y minúscula para larvas chicas

Figura No. 13. Abundancia promedio de larvas chicas y grandes de lepidópteros en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo

4.1.1.2 Pentatómidos fitófagos

En cuanto a los pentatómidos fitófagos (chinchas) el número promedio registrado fue estadísticamente mayor en las chacras convencionales en relación a las chacras Bt y Refugio (p-valor 0,01, Figura No. 14). Lo cual podría deberse a que en estas situaciones, el mayor uso de insecticidas durante la fase vegetativa, para el control de lepidópteros defoliadores, pudo haber afectado a la comunidad de enemigos naturales. Si bien los mismos no resultan del todo eficientes en el control de chinchas, sí determinan un importante retraso en el desarrollo de las poblaciones en las etapas de colonización del cultivo. Massoni et al. (2015) registraron solo dos picos poblacionales de chinchas y fueron en el tratamiento Bt, los autores indican que podría deberse a una menor abundancia de predadores como consecuencia de una menor oferta de presas disponibles debido al control de la toxina.



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor < 0,05)

Figura No. 14. Abundancia promedio de pentatómidos en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo

La especie de mayor abundancia fue *P. guildinii*, con el 65,9% del total, este pentatómido es considerado como una de las principales plagas del cultivo de soja en Uruguay (Bentancourt y Scatoni, 2010). Le siguió en abundancia *D. furcatus* con 24,5%, luego *E. meditabunda* con 8,7% y por último *N. viridula* con 1,2% (Figura No. 15).

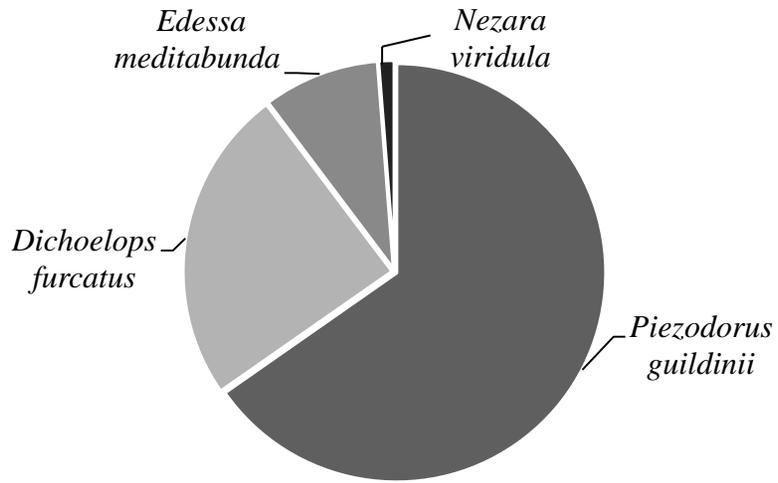
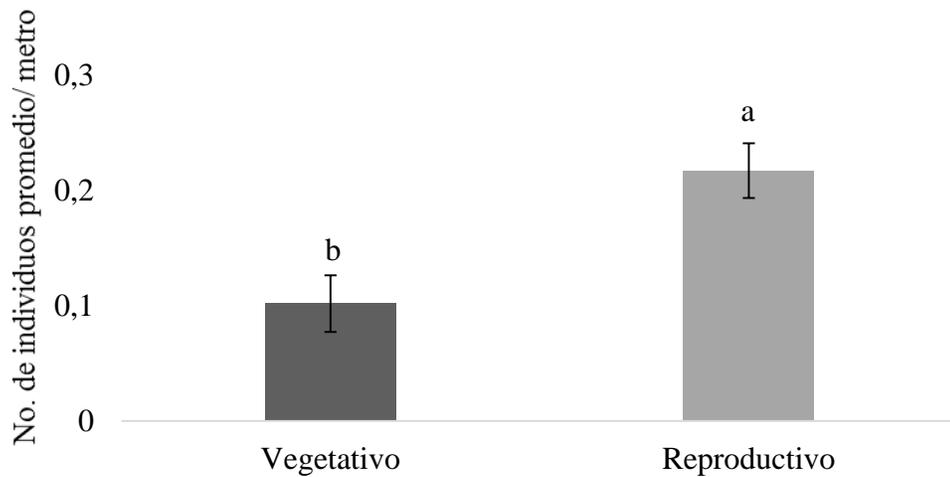


Figura No. 15. Proporción de pentatómidos fitófagos registrados en todas las chacras, fechas y sitios de muestreo

La abundancia de pentatómidos fue significativamente mayor en los estadios reproductivos que en los vegetativos (p -valor $6,45 \times 10^{-9}$, Figura No. 16). En períodos vegetativos predominaron *D. furcatus* y *E. meditabunda* y en los reproductivos *P. guildinii*.



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p -valor $< 0,05$)

Figura No. 16. Abundancia promedio de pentatómidos fitófagos en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo

En el comienzo del ciclo del cultivo predominó *D. furcatus*, según López et al. (2015) los adultos de que esta especie en las regiones templadas, pasan el invierno en diapausa en el rastrojo de soja y malezas, y cuando aumentan las temperaturas reactivan su metabolismo alimentándose del cultivo en implantación. Por lo tanto, es de esperar encontrar mayor abundancia en los primeros estadios del cultivo, esto porque *D. furcatus* y *E. mediatubunda* colonizan el cultivo preferentemente en la etapa vegetativa (Sturmer et al., 2017).

Gamundi y Sosa (2007) indican que *P. guildinii*, si bien puede encontrarse en un amplio rango de hospederos, los prefiere de la familia de las leguminosas y llegaría a la soja una vez que la misma comience a desarrollar las vainas de las cuales se alimentan. Pudiendo deberse a la dinámica poblacional que está sincronizada con el crecimiento reproductivo del cultivo, manifestando un marcado crecimiento poblacional desde floración en adelante, colonizando el cultivo en forma de manchones entorno a la floración y posteriormente se dispersan, coincidiendo con la formación de vainas, donde causan grandes pérdidas económicas.

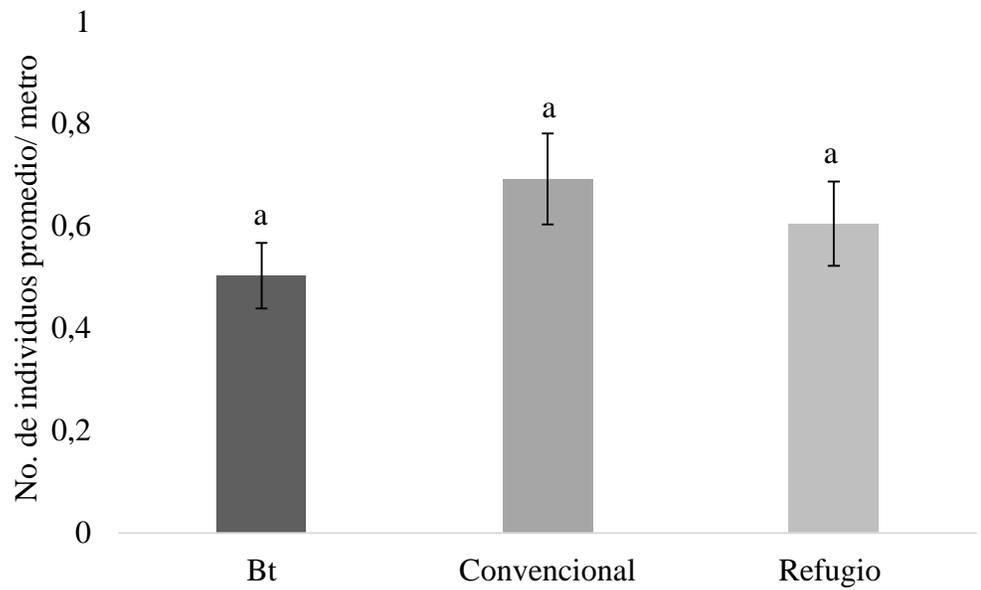
La mayor abundancia de *P. guildinii* en las chacras muestreadas en este trabajo, coincide con lo expuesto por Ribeiro y Castiglioni (2009) quienes registraron el predominio de esta especie en el cultivo de soja en Uruguay. Frana (2008) registró el mismo resultado en Santa Fe, Argentina.

4.2.1 Predadores

Considerando los valores acumulados obtenidos de la suma de las cuatro muestras realizadas con paño vertical, en todas las chacras y las fechas de muestreo, se registraron un total de 803 artrópodos predadores.

La abundancia de este grupo no difirió entre las chacras Bt, convencional y refugio (p-valor 0,1596, Figura No. 17), lo que indicaría que a nivel general, la tecnología Bt no determinaría un menor número de predadores y podría decirse que las especies generalistas cuentan con fuentes alternativas de alimento. Este resultado fue también obtenido por Asutin y Brehm (2019), con el método de muestreo red entomológica, en las mismas chacras muestreadas, en la zafra 2017/2018 del cultivo de soja.

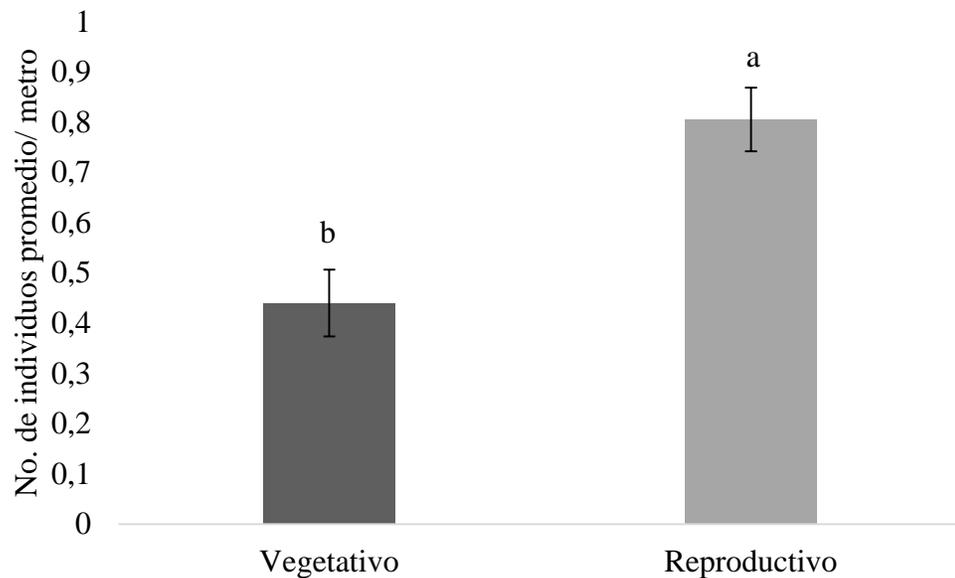
Estos resultados no implican necesariamente la falta de efecto negativo de la expresión de la proteína Cry1A(c) sobre la fauna benéfica en su totalidad, ya que en el presente trabajo, solo se evaluó un grupo de artrópodos predadores y además el análisis no discriminó el efecto sobre cada especie en particular.



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p -valor < 0,05)

Figura No. 17. Abundancia promedio de predadores en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo

La abundancia de predadores si presentó diferencias en los distintos momentos fenológicos del cultivo (p -valor 0,0003), con mayor abundancia en el estado reproductivo (Figura No. 18).



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor < 0,05)

Figura No. 18. Abundancia promedio de predadores en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo

Las arañas representaron el grupo más abundante ocupando el 65% del total (525 individuos). El segundo grupo correspondió al orden Hemíptera, representando el 22% del total y con un registro de 177 individuos, dentro de los cuales se destacan a *Geocoris pallipes*, *Orius insidiosus*, *Nabis spp.*, *Podisus nigrispinus* y Reduviidos. En tercer lugar se ubicó el grupo de “Otros predadores” correspondiéndole un 12%, con 95 individuos registrado, incluidos aquí crisopas (*Chrysoperla externa*), carábidos (*Lebia concinna* y *Callida sp.*) y sírfidos. Por último, con 1% del total, la familia de los coccinélidos con 6 individuos, integrados por *Eriopis connexa*, *Hyperaspis festiva*, *Coccinella ancoralis* y *Harmonia axyridis* (Figura No. 19).

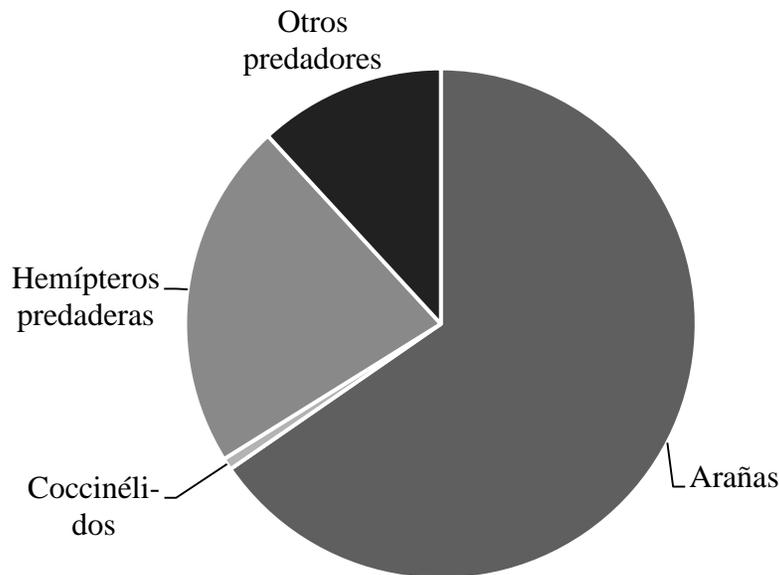


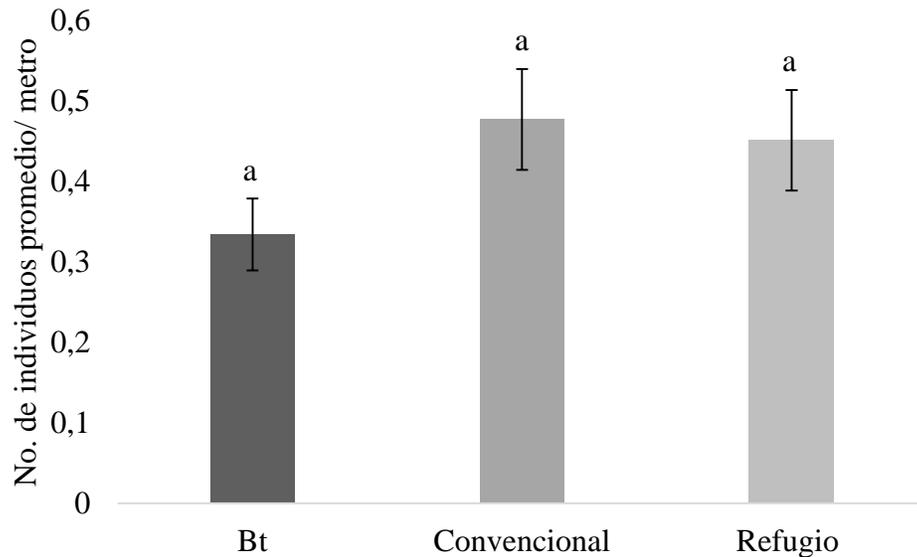
Figura No. 19. Proporción de predadores, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo

4.2.1.1 Arañas

Las arañas fueron el grupo de predadores más importante considerando los valores acumulados obtenidos de la suma de las cuatro muestras, en el total de los sitios y las fechas de muestreo. Si bien no fueron discriminadas por especie, la mayoría de los individuos encontrados pertenecieron a las familias Araneidae, Salticidae, Thomisidae y Oxyopidae.

No se registraron diferencias entre la abundancia de arañas entre las chacras Bt, convencional y refugio (p-valor 0,0881, Figura No. 20), en la gráfica se observa un menor número de individuos en las chacras Bt (aunque no sea significativo), podría estar explicado por la menor abundancia de larvas de lepidópteros en estas situaciones, las cuales son consideradas importantes fuente de alimento, aunque son de hábito alimenticio generalista (Bentancourt y Scatoni 2001, Liljesthröm et al. 2002) y de gran importancia como factor de mortalidad de insectos plagas de cultivos limitando las poblaciones de presas (Young y Lockley 1985, Liljesthröm et al. 2002, Lacava 2014), por falta de estas la comunidad de arañas puede verse disminuida. En un estudio realizado por Asutin y Brehm (2019), concordando con lo observado en el presente trabajo, las arañas fueron el grupo de predadores más importantes a nivel de abundancia y no encontraron diferencias significativas entre las chacras RR/Bt y RR/no Bt.

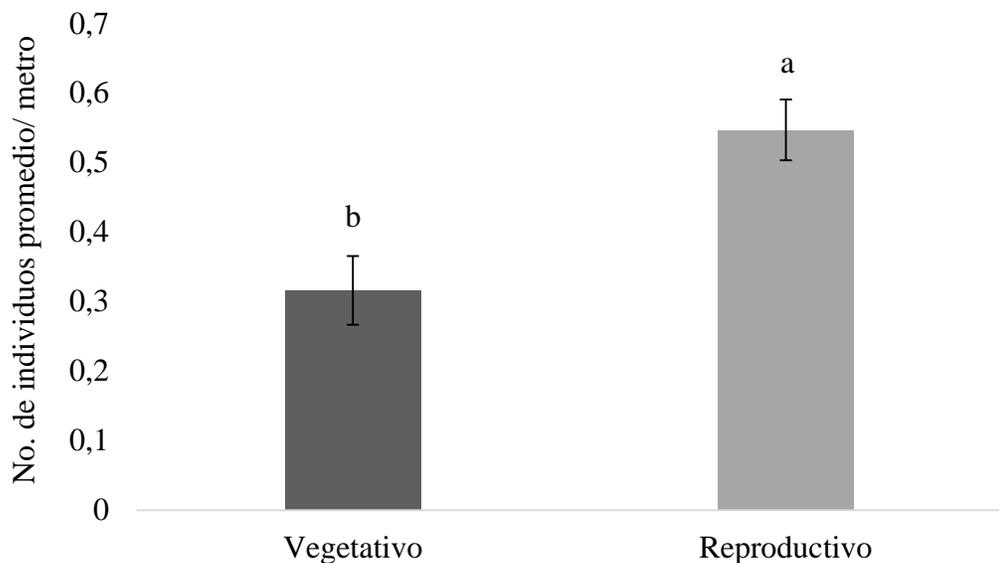
Almada et al. (2012) en el norte de Santa Fe (Argentina) compararon la comunidad de arañas en cultivos de algodón Bt y convencional tratados con agroquímicos, donde observaron diferencias en la abundancia de este grupo entre dichos cultivos, indicando que los cultivos transgénicos no afectaron la población de arañas registrándose mayor cantidad de individuos. Este resultado se explicó por el efecto negativo de las aplicaciones de insecticidas sobre las poblaciones de arañas.



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor < 0,05)

Figura No. 20. Abundancia promedio de arañas en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo.

Dentro del desarrollo del cultivo de soja la comunidad de arañas se incrementó significativamente durante el estado reproductivo (p-valor 0,0015, Figura No. 21). Resultados similares obtuvieron Almada et al. (2012) en algodón ya que registraron la mayor abundancia en floración y maduración de las cápsulas, asociando el período reproductivo con la llegada de insectos, fuentes de alimento para la comunidad de arañas. Además, según un estudio realizado por Liljesthröm et al. (2002) la colonización de las arañas al cultivo de soja mostraron la elevada capacidad de desplazamiento de las mismas, determinando que casi la totalidad de las familias y especies estuvieron presentes a partir del segundo mes de implantación del cultivo, esto está relacionado con su forma de desplazamiento y posiblemente con su hábito alimenticio.

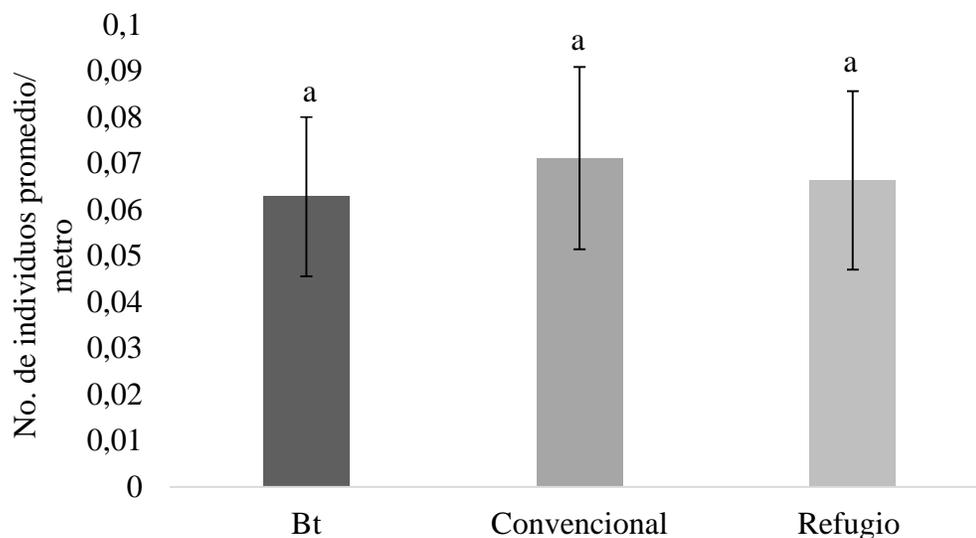


Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor < 0,05)

Figura No. 21. Abundancia promedio de arañas en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo

4.2.1.2 Hemípteros predadores

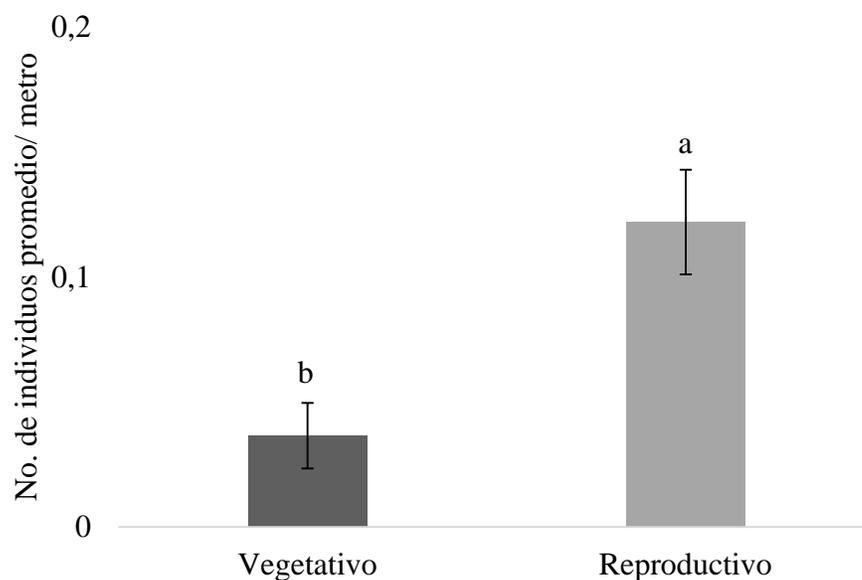
El orden Hemiptera, es el segundo en importancia según abundancia de artrópodos predadores. En el presente estudio no se encontraron diferencias significativas entre las chacras (p-valor 0,9206, Figura No. 22). Naranjo (2005) cita a diversos estudios, en distintos cultivos, no encontrando efectos negativos para las especies de hemípteros predadores estudiados, sin embargo, no se pudo explicar la razón del resultado, ya que no se han hallado efectos sobre el desarrollo, fecundidad o supervivencia de individuos alimentados con presas de lepidópteros consumiendo cultivos Bt. Esto también fue registrado por Pilcher et al. (2005) en la Universidad Estatal de Iowa en maíz, estudiando artrópodos no objetivos, entre ellos *Orius insidiosus* perteneciente al orden Hemiptera en cultivo transgénico y convencional, tampoco en este caso la población del insecto fue afectada por la tecnología Bt. En cambio, en estudios realizados en Australia por Whitehouse et al. (2005) en algodón y Daly y Buntin (2005) en maíz se encontró un número menor de Hemiptera en los cultivos Bt en comparación con el convencional. En un estudio realizado en Córdoba (Colombia) por García et al. (2017) en algodón, Hemiptera fue el orden de mayor abundancia, el 50,8% se encontró en el cultivo transgénico y 47,9% en el cultivo convencional, lo asocian a menor uso de insecticida.



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor < 0,05)

Figura No. 22. Abundancia promedio de hemípteros predadores en las diferentes chacras, para todas las fechas y sitios de muestreo

La abundancia de los hemípteros predadores fue mayor en el estado reproductivo (p-valor 0,0011, Figura No. 23). Estos resultados coinciden con la fluctuación de lepidópteros, los cuales aumentaron progresivamente hasta llegar un pico en la tercera fecha de muestreo, concordando con el inicio del estado reproductivo y luego decrecieron al final del ciclo. Pilcher et al. (2005) al igual que Coll y Bottrell (1991), encontraron que las poblaciones de *O. insidiosus* coincidían con las densidades máximas de las poblaciones de recién nacidos y huevos del barrenador del maíz europeo (*Ostrinia nubilalis*) durante etapas reproductivas del maíz en Maryland. Y Reid (1991) determinó que a medida que aumentaba la densidad de *O. insidiosus*, también aumentaba el porcentaje total de huevos destruidos del barrenador del maíz europeo y del gusano cogollero (*Helicoverpa zea*).



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas, Tukey (p-valor<0,05)

Figura No. 23. Abundancia promedio de hemípteros predadores en los estadios del cultivo de soja, para todas las chacras, fechas y sitios de muestreo

4.2.1.3 Otros predadores

El tercer grupo en cuanto a importación según abundancia correspondió a “otros predadores”. El 38,9% de estos individuos fueron encontrados en el sitio Bt, 37,9% en el convencional y 22% en el refugio. Si bien no fue posible evaluar estadísticamente a este grupo heterogéneo, debido al bajo número de individuos registrados, la tendencia indicaría que no habría efecto de la tecnología Bt sobre este grupo, aunque esto no implique necesariamente la falta de efecto a nivel especie, en particular en un grupo tan heterogéneo.

Hilbeck et al. (1998) en un estudio en laboratorio determinaron que el desarrollo y la mortalidad de *C. carnea* puede verse afectada cuando la concentración de toxina Cry1Ab en la dieta del huésped supera los 100 µg/g. Sin embargo, en un estudio posterior, Romeis et al. (2004) refutaron lo indicado anteriormente mediante experimentos de alimentación en laboratorio concluyendo que el maíz transgénico que expresa Cry1Ab presenta un riesgo insignificante para éste predador, debido entre otras cosas que las larvas de lepidópteros no son considerados una presa importante para esta especie. En el mismo sentido, Pilcher et al. (2005) indicaron que no se han encontrado diferencias en la abundancia de predadores como *C. carnea* en parcelas de maíz Bt en comparación con maíz no Bt. Curis (2014) estudió a la familia Carabidae en maíz y no

halló diferencias en diversidad o en abundancia de especies de esta familia o cualquiera de las familias de artrópodos benéficos del suelo.

4.2.1.4 Coccinélidos

Los coccinélidos representan el grupo de predadores menos abundantes, con participación del 1% del total de predadores registrados, con solo 6 individuos, 3 de ellos se encontraron en los refugios, 2 en las chacras convencionales y 1 en la soja Bt. Estos valores no permitieron realizar un análisis estadístico de los datos. Estudios realizados por Pilcher et al. (2005) determinaron que el coccinélido *Coleomegilla maculata* en maíz, se asociaba con la fenología del maíz y no fue afectado por la tecnología Bt.

5. CONCLUSIONES

-Los lepidópteros defoliadores predominantes en soja en Uruguay son controlados eficazmente por la tecnología Bt, las especies susceptibles a la proteína Cry1A(c) son *Anticarsia gemmatalis*, *Rachiplusia nu* y *Chrysodieixis includens* (entre otras especies no registradas en los relevamientos de este trabajo). En cambio, *Spodoptera cosmioides* presenta tolerancia a dicha proteína escapando a su control, determinando que en un futuro pueda ocupar un nicho que no puede ser aprovechado por las otras especies defoliadoras. Esto sugiere que las chacras Bt deben igualmente ser monitoreadas tanto en abundancia de insectos como en el nivel de defoliación.

-La abundancia de pentatómidos fitófagos fue menor en chacras de soja Bt y sus respectivos refugios, la mayor abundancia de estos insectos plaga en las chacras convencionales podría estar asociado al mayor uso de insecticidas para el control de lepidópteros que se realizó en las mismas, los cuales podría haber afectado a las avispas parasitoides de huevos, principales controladores naturales de chinche (los cuales no fueron evaluados en este trabajo).

-La abundancia de artrópodos predadores no se verían afectados por la tecnología Bt, lo cual podría deberse a que este grupo de artrópodos son generalistas por ende, a pesar de preferir larvas y huevos de lepidópteros, pueden aprovechar fuentes alternativas de alimento. Estos resultados indicarían además que la proteína Cry1A(c) expresada en soja Bt, no determinaría efectos letales sobre este grupo de individuos. Los resultados obtenidos en este trabajo no pueden inferir que no existan efectos sub-letales sobre la biología o reproducción de los mismos (lo cual debería ser constatada en ensayos de laboratorio).

-Las arañas fueron el grupo de predadores más importante en abundancia en las chacras de soja y este resultado no difirió entre chacras con diferente tecnología.

-Las conclusiones mencionadas anteriormente, son en base a muestreos realizados con paño vertical, lo cual debería ser complementado con otros métodos de muestreo (por ejemplo, red entomológica).

-Futuras líneas de investigación, deberían considerar estudios a nivel de especies por separado (ya que en el presente trabajo, las conclusiones se realizan para diferentes grupos dentro de los cuales se consideran varias especies).

- Los resultados obtenidos comparan diferentes situaciones comerciales en las cuales se realizaron aplicaciones de insecticidas, y no se realizaron comparaciones con chacras con exclusión de productos químicos.

6. RESUMEN

La expansión de la agricultura en Uruguay se caracterizó por la intensificación agrícola y una secuencia de cultivos con predominio de la soja (*Glycine max* (L.)). En 2012 se introdujo la soja RR/Bt al país, la cual porta los eventos MON87701 y MON89788 que codifican la proteína Cry1A(c) y CP4 epsps. En el año 2017 del total del área sembrada con soja en el país, el 25% correspondió a soja Bt. La introducción de la soja Bt en el ambiente productivo uruguayo genera interrogantes sobre sus posibles impactos en la comunidad de artrópodos, siendo la información nacional muy limitada en este sentido. Este trabajo tuvo como objetivo determinar si la abundancia de artrópodos predadores e insectos fitófagos varía entre chacras de soja RR/Bt, RR/no Bt y áreas refugio. En la zafra 2018/2019 se muestrearon 32 chacras comerciales de soja en los departamentos de Paysandú y Río Negro. Los muestreos se realizaron cada tres semanas durante todo el ciclo del cultivo, efectuando 4 muestras con paño vertical para estimar poblaciones por metro. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante modelos mixtos y test de Tukey (p-valor <0,05). La variable de análisis fue la abundancia de diferentes grupos de artrópodos: arañas, coccinélidos, hemípteros predadores, otros predadores, lepidópteros y pentatómidos fitófagos. Los lepidópteros defoliadores predominantes en soja (*Anticarsia gemmatalis*, *Rachiplusia nu* y *Chrysodieixis includens*) fueron controlados por la tecnología Bt (p-valor <0,0001). *Spodoptera cosmioides* presentó baja susceptibilidad a la proteína Cry1A(c) indicando que la misma estaría ocupando los nichos que las demás especies dejan libre. El número de chinches promedio registrado fue estadísticamente mayor en las chacras convencionales en relación a las chacras Bt y Refugio (p-valor 0,01). La abundancia de artrópodos predadores no difirió entre las chacras RR/Bt, RR/no Bt y Refugio (p-valor 0,1596). Las arañas representaron el grupo más abundante entre los predadores y no se registraron diferencias entre chacras con diferente tecnología (p-valor 0,0881). Los hemípteros predadores no presentaron diferencias significativas entre las chacras analizadas (p-valor 0,9206). Los resultados obtenidos en el presente trabajo, indicarían que la inclusión de soja RR/Bt en los agroecosistemas uruguayos, no determinaría una disminución en la abundancia de artrópodos predadores en comparación con las chacras RR/no Bt y las áreas refugio. Esto podría estar explicado porque los mismos pueden alimentarse de un amplio rango de presas y no sólo de huevos y larvas de lepidópteros.

Palabras clave: Control natural; Cultivos transgénicos; Enemigos naturales; *Glycine max*; Insectos plaga.

7. SUMMARY

The expansion of agriculture in Uruguay was characterized by agricultural intensification and sequences of crops with a predominance of soybeans (*Glycine max* (L.)). In 2012, Bt soybeans were introduced to the country, which carries the events MON87701 and MON89788 that encode the Cry1A (c) and CP4 epsps protein. In 2017 of the total area planted with soybeans in the country, 25% corresponded to Bt soybeans. The introduction of Bt soybeans into the Uruguayan productive environment raises questions about its possible impacts on the arthropod community, being the national information very limited in this sense. The objective of this work was to determine if the abundance of predatory arthropods and phytophagous insects on soybean farms varies between RR / Bt, RR / non-Bt and Refuge area. In the 2018/2019 harvest, 32 commercial soy farms were sampled in the departments of Paysandú and Río Negro. Samplings were carried out every three weeks throughout the crop cycle, making 4 samples with a vertical cloth to estimate populations per meter. The data was statistically analyzed using the Tukey test (p-value <0.05). The variable in analysis was the abundance of arthropods; the groups of species evaluated were: spiders, coccinellids, predatory hemiptera, other predators, lepidoptera and phentatomidos phytophagos. The predominant lepidoptera on soybeans (*Anticarsia gemmatalis*, *Rachiplusia nu* and *Chrysodieixis includens*) are controlled by Bt technology (p-value <0.0001). As for *Spodoptera cosmioides*, presenting low susceptibility to the Cry1A (c) protein, it would be occupying the niches that the other species leave free. The average number of bugs registered was statistically higher in conventional crops in relation to Bt crops and Refuge area crops (p-value 0.01). The abundance of predatory arthropods did not differ between the RR / Bt, RR / no Bt and Refuge area (p-value 0.1596). Spiders represented the most abundant group among predators and there were no significant differences between farms with different technology (p-value 0.0881). Predatory hemiptera did not show significant differences between the farms analyzed (p-value 0.9206). The results obtained in the present work would indicate that the inclusion of RR / Bt soybeans in Uruguayan agroecosystems would not determine a decrease in the abundance of predatory arthropods in comparison with RR / non-Bt crops and refuge areas. This could be explained because they can feed on a wide range of prey and not only on lepidopteran eggs and larvae.

Keywords: *Glycine max*; Natural control; Natural enemies; Pest insects; Transgenic crops.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Almada, M. S.; Sosa, M. A.; Gonzales, A. 2011. Araneofauna (Arachnida: Araneae) en cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum*) transgénico y convencionales en el Norte de Santa Fe, Argentina. (en línea). Revista Biología Tropical. 60(2):611-623. Consultado 03 set. 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/262465584_Araneofauna_Arachnida_Araneae_en_cultivos_de_algodon_Gossypium_hirsutum_transgenicos_y_convencionales_en_el_norte_de_Santa_Fe_Argentina
2. Asutin, V.; Brehm, N. 2019. Rol funcional de la vegetación espontánea del margen de chacra de soja Bt y convencional en la conservación de enemigos naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 83 p.
3. Avalos, G.; Rubio, G.; Bar, M.; González, A. 2007. Arañas (Arachnida: Araneae) asociadas a dos bosques degradados del Chaco húmedo en Corrientes, Argentina. Revista de Biología Tropical. 55(3-4):899-909.
4. Belorte, L. C.; Ramiro, Z. A.; Faria, A. M. 2003. Danos causados por percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) em cinco cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill 1917] no município de Araçatuba, SP. (en línea). Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo. 70(2):169-175. Consultado 20 abr. 2019. Disponible en http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/V70_2/belorte.pdf
5. Bentancourt, C.; Scatoni, I. 2001. Enemigos naturales: manual ilustrado para la agricultura y la forestación. Montevideo, Hemisferio Sur. 169 p.
6. _____.; _____. 2010. Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay. 3^a. ed. Montevideo, Hemisferio Sur. 581 p.
7. _____. 2014. Manual de entomología. 3^a. ed. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 254 p.
8. Binnewies, C.; Giani, G. 2006. Incidencia del manejo diferencial de insecticidas en las poblaciones de insectos plaga y biocontroladores en soja. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 51 p.

9. Carvalho, C. F.; Sousa, B. 2002. Potencial de insetos predadores no controle biológico aplicado. In: Parra, J. R. P.; Botelho, P. S. M.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Bento, J. M. S. eds. Controle biológico no Brasil: parasitoides y predadores. São Pablo, Manole. pp. 191-208.
10. Castiglioni, E. A. 2006. *Anticarsia gemmatalis* (Hübner). In: Bentancourt, C. M.; Scatoni, I. B. eds. Lepidópteros de importancia económica; reconocimiento, biología y daños de las plagas agrícolas y forestales. 2^a. ed. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 386-393.
11. _____.; Ribeiro, A.; Silva, H.; Pereira, C.; Cristino, M. 2008. Algunas interrogantes y respuestas para el manejo de plagas en los sistemas agrícolas intensificados. (en línea). Cangüé. no. 30:25-29. Consultado 11 abr. 2019. Disponible en http://www.eemac.edu.uy/cangue/joomdocs/Cangue_30/25-29.pdf
12. Coll, M.; Bottrell, D. 1991. Selección de microhábitats y recursos del barrenador europeo del maíz (Lepidoptera: Pyralidae) y sus enemigos naturales en el maíz de campo de Maryland. (en línea). Entomología Ambiental. 20(2):526-533. Consultado 07 set. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/ee/article-abstract/20/2/526/2480648>
13. Corrêa- Ferreira, B.; Pollato, S. 1989. Biología e consumo do predador *Callida* sp. (Coleoptera: Carabidae). (en línea). Pesquisa Agropecuária Brasileira. 24(8):923-927. Consultado el 20 may. 2020. Disponible en <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/18363/12239>
14. Curis, M. C. 2014. Efecto de los maíces Bt sobre las plagas claves, secundarias y los enemigos naturales. Tesis Dr. en Ciencias Agropecuarias. Esperanza, Argentina. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. 148 p.
15. Daly, T.; Buntin, G. D. 2005. Effects of *Bacillus thuringiensis* transgenic corn for lepidopteran control on non-target arthropods. Environmental Entomology. 34(5):1292-1301.
16. De Freitas Bueno, A.; Sosa-Gómez, D. R.; Corrêa- Ferreira, B. S.; Moscardi, F.; Oliveira de Freitas Bueno, R. C. 2012. Inimigos naturais das pragas da soja. In: Hoffmann, C. B.; Corrêa, B. S.; Moscardi, F. eds. Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília, Brasil, EMBRAPA. pp. 493-522.

17. Drees, B.; Rice, M. 1985. The vertical bean sheet: a new device for sampling soybean insects. *Journal of Economic Entomology*. 78:1507-1510.

18. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2019. FAOSTAT. (en línea). Roma. s.p. Consultado 27 ago. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/en/?fbclid=IwAR1sZOMHN2pHpvxEmm8X-9YNNr4OqjyoejgHqN6XEKGtcokE-mqsCk8374#data/QC/visualize>

19. Frana, J. 2008. Tendencias de abundancia de chinches en soja en el período 2002-2006 en el centro de Santa Fe. (en línea). INTA. Publicación Miscelánea no. 112:150-158. Consultado 26 set. 2020. Disponible en http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/112/misc112_150.pdf

20. Gamundi, J.; Sosa, M. 2017. Caracterización de daños de chinches en soja y criterios para la toma de decisiones de manejo. In: Trumper, E. V.; Edelstein, J. D. eds. *Chinches fitófagas en soja: revisión y avances en el estudio de su ecología y manejo*. Manfredi, INTA. pp. 1-11.

21. García, M. A. 1991. Ecología nutricional de parasitoides e predadores. In: Panizzi, A. R.; Parra, J. R. eds. *Ecología nutricional de insectos e suas implicações no manejo de pragas*. São Pablo, Manole. pp. 289-311.

22. García, L.; Oyola, Y.; Fernández, C.; Pérez, K.; Correa, E. 2017. Diversidad de artrópodos asociados al algodón Bt y convencional (*Gossypium hirsutum* L.) en Colombia. (en línea). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8(4):905-918. Consultado 05 set. 2020. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8n4/2007-0934-remexca-8-04-905-en.pdf>

23. Gautam, D.; Kumar, A.; Prakash, A.; Pandey, D. C. 2018. An economic efficiency of soybean production in Malwa region of Madhya Pradesh. (en línea). *International Journal of Chemical Studies*. 6(2):636-639. Consultado 11 abr. 2019. Disponible en <http://www.chemijournal.com/archives/2018/vol6issue2/PartI/6-1-285-674.pdf>

24. Giuggia, J. A.; Boito, G. T.; Giovanini, D.; Crenna, A. C.; Gerardo, U. A. 2011. Eficiencia de control de "orugas defoliadoras" en soja (*Glycine max*, L.), con insecticidas neurotóxicos y reguladores del crecimiento de los insectos. (en línea). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. Universidad Nacional de Cuyo. 43(1):143-153. Consultado 18 set. 2019.

Disponible en

http://t.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3917/giuggia.pdf

25. Gras, C.; Göbel, B. 2014. Agronegocio y desigualdades socioambientales: la soja en Argentina, Brasil y Uruguay. (en línea). In: Göbel, B.; Góngora-Mera, M.; Ulloa, A. eds. Desigualdades socioambientales en América Latina. Bogotá, Colombia. pp. 213-254. Consultado 21 ago. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/305653661_Desigualdades_socioambientales_en_America_Latina#page=212
26. Grez, A.; Zaviezo, T. 2010. *Harmonia axyridis* (Pallas): un nuevo intruso en el país. (en línea). Revista TecnoVet. 16(1):8-11. Consultado 14 nov. 2019. Disponible en <https://tecnovet.uchile.cl/index.php/RT/article/download/15943/16432/>
27. Hilbeck, A.; Baumgartner, M.; Fried, P. M.; Bigler, F. 1998. Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla cornea* (Neuroptera: Chrysopidae). Environmental Entomology. 27(2):480-487.
28. _____.; Moar, W.; Pusztai- Carey, M.; Filippini, A.; Bigler, F. 1999. Prey-mediated effects of Cry1Ab toxin and protoxin and Cry2A protoxin on the predator *Chrysoperla carnea*. Entomologia Experimentalis et Applicata. 91(2):305-316.
29. Hoffmann-Campo, C. B.; Moscardi, F.; Corrêa-Ferreira, B. S.; Oliveira, L. J.; Sosa-Gómez, D. R.; Panizzi, A. R.; Corso, I. C.; Gazzoni, D. L.; de Oliveira, E. B. 2000. Pragas da soja no brasil e seu manejo integrado. (en línea). EMBRAPA. Circular Técnica no. 30. 70 p. Consultado 20 oct. 2019. Disponible en <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/449719>
30. Iannone, N. 2007. Umbrales de decisión para el manejo de chinches en soja en relación a la especie plaga y la fenología del cultivo. TodoAgro, Córdoba, AR, feb. 22:s.p.
31. ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, US). 2017. Herbicide tolerant soybean soccupy 98% of Uruguay's national soybean hectarage. (en línea). Ithaca, New York. s.p. Consultado 09 abr. 2019. Disponible en https://www.isaaa.org/resources/publications/biotech_country_facts_and_trends/download/Facts%20and%20Trends%20-%20Uruguay.pdf

32. _____. 2019. Event Name: MON87701 x MON89788. (en línea). Ithaca, New York. s.p. Consultado 09 abr. 2019. Disponible en <http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/event/default.asp?EventID=159&Event=MON87701%20x%20MON89788>
33. Kahl, M.; Kleisinger, G.; Crespo, A. 2016. *Spodoptera Cosmiodes*: vulgarmente conocida como “oruga del yuyo colorado” u “oruga militar grande”, se la encuentra cada vez más frecuentemente en lotes de producción de nuestra región. INTA Paraná. Serie de Extensión no. 78. 8 p.
34. Kromp, B. 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. (en línea). *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 74:187-228. Consultado 15 ene. 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880999000377>
35. Lacava, M. 2014. Versatilidad predadora de las arañas lobo (Araneae, Lycosidae) y su efecto sobre insectos de importancia económica en soja. (en línea). Tesis Maestría en Ciencias Biológicas, Opción Zoología. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ciencias. 87 p. Consultado 17 set. 2019. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8852/1/uy24-17293.pdf>
36. Lattin, T. D. 2000. Minute pirate bugs (Anthocoridae). In: Schaefer, C. W.; Panizzii, A. R. eds. *Heteroptera of Economic Importance*. Boca Raton, Florida, CRC. pp. 607-637.
37. Lázaro, H. O.; Glencross. S. D.; Nasca, A. J. 1989. Comportamiento de las poblaciones de los fitófagos más importantes asociados a cultivos de soja en la provincia de Tucumán, R. Argentina. In: Conferencia Mundial de Investigación en soja (4º., 1989, Buenos Aires). Actas. Buenos Aires, s.e. pp. 1546-1551.
38. _____.; _____.; _____.; Ricci, J. G.; Zamora, J. A.; Sosa, D. R.; Lémme, M. C.; Fernández de Araóz, D. S.; Mórán, A. H. 1990. Fluctuaciones de las poblaciones de las principales orugas defoliadoras y chinches fitófagas en cultivos de soja de la provincia de Tucumán, R. Argentina. *Revista de Investigación CIRPON*. 8(1-4):7-22.
39. Liljesthröm, G.; Minervino, E.; Castro, D.; Gonzales, A. 2002. La comunidad de arañas del cultivo de soja en la provincia de Buenos Aires, Argentina. (en

línea). Neotropical Entomology. 31(2):197-207. Consultado 17 set. 2019. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/ne/v31n2/a05v31n2>

40. López, R.; Abello, A.; Carpane, P. 2015. Manejo de chinches en cultivos de maíz y soja. TD News, Rio Negro, AR, dic. 1:9.
41. Lucarelli, F. 2015. Fluctuación temporal de la abundancia de artrópodos de interés agronómico en cultivo de soja (*Glycine max* (L.) Merr) con dos espaciamentos entre líneas (en línea). Tesis Ing. Agr. Córdoba, Argentina. Universidad Nacional de Villa María. 73 p. Consultado 28 oct. 2019. Disponible en <https://inta.gob.ar/documentos/fluctuacion-temporal-de-la-abundancia-de-artropodos-de-interes-agronomico-en-el-cultivo-de-soja-glycine-max-l-merr-con-dos-espaciamentos-entre-lineas-0>
42. Machado, A. 2006. El sarantontón asiático *Harmonia axyridis* (Pallas) presente en Canarias (Coleoptera: Coccinellidae). Vieraea. 34:71-72.
43. Massoni, F.; Schlie, G.; Frana, J. 2015. Cultivo de soja Bt (RR2 PRO) y convencional (RR1) expuestos a poblaciones naturales de organismos plaga y depredadores. (en línea). s.n.t. 7 p. Consultado 10 abr. 2019. Disponible en https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2015/01/Soja-Bt-vs-convencional-expuestos-a-organismos-plaga-y-depredadores_MASSONI_F-4.pdf?fbclid=IwAR2LilcWvht8Fd1Lw0oQq6CMjGrfPQY3o-jNsc4u533c9nuarAxBos98MIw
44. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2019. Encuesta agrícola “invierno 2019”. Montevideo. 28 p.
45. MONSANTO URUGUAY. 2019a. Efectivo control de plagas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 11 abr. 2019. Disponible en <http://www.intactarr2pro.uy/control-de-plagas>
46. _____. 2019b. Refugio. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 09 abr. 2019. Disponible en <http://www.intactarr2pro.uy/refugio>
47. Naranjo, S. E. 2005. Long-Term Assessment of the Effects of Transgenic Bt Cotton on the Abundance of Nontarget Arthropod Natural Enemies. (en línea). Environmental Entomology. 34(5):1193-1210. Consultado 16 set. 2019. Disponible en <https://academic.oup.com/ee/article/34/5/1193/429451?fbclid=IwAR0V5>

H2i52GHc3ka7rBCjzy03Q5SkFT6P232dBQvXZZ57G21FYdhuiv0UK
Y

48. Nicholls, C. 2008. Generalidades. (en línea). In: Velásquez, M. ed. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia. v.1, pp. 1-9. Consultado 10 abr. 2019. Disponible en https://books.google.com.uy/books?id=LPwcidQx3TkC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
49. Nodari, R. O. 2009. Calidad de los análisis de riesgo e inseguridad de los transgénicos para la salud ambiental y humana. (en línea). Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. 26(1):s.p. Consultado 16 set. 2019. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342009000100015&fbclid=IwAR3gP_vCngj4sY3beJrmNiY6rA8ylrLjx9_R5QH6JOTKOtDqtjZgfYnxWMs
50. Panizzi, A.R.; Slansky, F. 1985. *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae): An Unusual Host of the Thachinid *Trichopoda pennipes*. (en línea). The Florida Entomologist. 68(3):485-486. Consultado 26 oct. 2019. Disponible en <https://www-jstor-org.proxy.timbo.org.uy/stable/pdf/3495139>
51. Perotti, E.; Gamundi, J. C. 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. (en línea). INTA. Para Mejorar la Producción. no. 36:119-125. Consultado 16 set. 2020. Disponible en https://www.agroconsultasonline.com.ar//documento.html?op=v&documento_id=316
52. Pilcher, C.; Rice, M.; Obrycki, J. 2005. Impacto de la fenología de cultivos y maíz de *Bacillus thuringiensis* transgénico en cinco artrópodos no objetivo. (en línea). Entomología Ambiental. 34(5):1302-1316. Consultado 05 set. 2020. Disponible en <https://academic.oup.com/ee/article/34/5/1302/431772>
53. Reid, C. 1991. Habilidad de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) para buscar, encontrar y atacar al barrenador europeo del maíz y los huevos de gusano del maíz en el maíz. Revista de Entomología Económica. 84(1):83-86.

54. Ribeiro, A.; Castiglioni, E. 2008a. Caracterización de las poblaciones de enemigos naturales de *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae). *Agrociencia* (Uruguay). 12(2):48-56.
55. _____.; _____.; Silva, H. 2008b. Insectos de la soja en Uruguay: manual ilustrado de reconocimiento de plagas y enemigos naturales. Montevideo, Hemisferio Sur. 82 p.
56. _____.; _____. 2009. Fluctuaciones de poblaciones de *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) en soja y alfalfa en Paysandú, Uruguay. *Agrociencia* (Uruguay). 13(2):30-34.
57. Romeis, J.; Dutton, A.; Bigler, F. 2004. La toxina de *Bacillus thuringiensis* (Cry1Ab) no tiene efecto directo sobre las larvas de la crisopa verde *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Revista de Fisiología de Insectos*. 50(2-3):175-183.
58. _____.; _____.; Silva, H. 2008. Insectos de la soja en Uruguay: manual ilustrado de reconocimiento de plagas y enemigos naturales. Montevideo, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 82 p.
59. Sosa-Gómez, D.; Omoto, C. 2012. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: Hoffmann, C. B.; Corrêa, B. S.; Moscardi, F. eds. Soja: manejo integrado de insetos e outros Artrópodes-praga. Brasília, Brasil, EMBRAPA. pp. 673-724.
60. Sturmer, G.; Guedes, J.; Kuss, R.; Stecca, C.; Rodriguez, R.; Pereira, R. 2007. Proporção de espécies de percevejos durante o ciclo da soja. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul (35ª., 2007, Santa Maria, BR). Ata e resumos. s.n.t. pp. 105-119.
61. Sweet, M. 2000. Seed and Chinch Bugs (Lygaeoidea). In: Schaefer, C. W.; Panizzi, A. R. eds. Heteroptera of Economic Importance. Boca Raton, Florida, CRC. pp. 143-264.
62. Tamaki, G.; Weeks, R. E. 1972. Efficiency of three predators, *Geocoris bullatus*, *Nabis americanoferus* and *Cocinella transversogutata*, used alone or in combination against three insect prey species, *Myzus persicae*, *Ceramica picta*, and *Manastra configurata*, in a greenhouse study. *Environmental Entomology*. 1:258-263.
63. Thomazini, M. J.; Thomazini, A. P. 2001. Pragas e inimigos naturais associados à cultura da soja no Estado do Acre. (en línea). EMBRAPA Acre.

Boletim de Pesquisa no. 32. 23 p. Consultado 20 oct. 2019. Disponible en <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/495183>

64. Torres, J.; Zanutto, J.; Moura, M. 2006. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: Biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in Eucalyptus forest in Brazil. (en línea). CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. 1(15):1-18. Consultado 20 may. 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/261596220_The_predatory_stinkbug_Podisus_nigrispinus_Biology_ecology_and_augmentative_releases_for_lepidopteran_larval_control_in_Eucalyptus_forests_in_Brazil
65. Valverde, L.; Romero, M.; Colomo, M.; Berta, C.; Dode, L. 2008. Lepidópteros noctuidos plagas en el cultivo de soja en Tucumán, Argentina. (en línea). Boletín de Sanidad Vegetal Plagas. 34:377-381. Consultado 12 ago. 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/41126143_Lepidopteros_noctuidos_plagas_en_el_cultivo_de_soja_en_Tucuman_Argentina
66. Vázquez, L.; Matienzo, Y.; Veitía, M.; Alfonso, J. 2008. Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. (en línea). La Habana, Centro de Información y Documentación de Sanidad Vegetal. 198 p. Consultado 03 ene. 2020. Disponible en <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/LuisVasquez.pdf>
67. Whitehouse, M.; Wilson, L.; Fitt, G. 2005. Una comparación de las comunidades de artrópodos en el algodón Bt transgénico y el algodón convencional en Australia. Entomología Ambiental. 34(5):1224-1241.
68. Young, O.; Lockley, T. 1985. La araña lince rayada, *Oxyopes salticus* (Araneae: Oxyopidae), en agroecosistemas. Entomophaga. 30:329-346.
69. Zerbino, M.; Ribeiro, A. 2000. Manejo de plagas en pasturas y cultivos. Montevideo, INIA. 105 p. (Serie Técnica no. 112).