

Universidad Nacional de Lomas De Zamora

Facultad de Ciencias Agrarias



Trabajo final de Grado

Actualización de las estrategias de control y nuevas propuestas de bajo impacto ambiental para el manejo de orugas defoliadoras en el cultivo de soja (*Glycine max L.*).

Valeria Dotti de Araujo

Octubre 2019

INDICE GENERAL

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. DESCRIPCIÓN GENERAL	7
3. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES	8
<i>Anticarsia gemmatalis</i> “Oruga de las Leguminosas”	8
<i>Rachiplusia nu</i> “Isoca Medidora”	9
<i>Helicoverpa gelotopoeon</i> “Oruga Bolillera”	10
<i>Loxostege bifidalis</i> “Oruguita de la Verdolaga”	11
<i>Helicoverpa armígera</i> “Oruga Capullera del Viejo Mundo”	12
<i>Pseudoplusia o Chrysodeixis includens</i> “Falsa Medidora”	14
4. DAÑOS PRODUCIDOS POR LAS ORUGAS DEFOLIADORAS	15
5. MANEJO DE ORUGAS DEFOLIADORAS	17
6. ESTRATEGIAS DE CONTROL QUIMICO	21
6.1 INSECTICIDAS CONVENCIONALES.....	21
6.2 INSECTICIDAS REGULADORES DEL CRECIMIENTO (IGR´S)	22
6.3 DIAMIDAS.....	24
7. ESTRATEGIAS NO CONVENCIONALES PARA EL CONTROL DE ORUGAS DEFOLIADORAS	32
7.1 FEROMONAS	32
7.2 TRAMPAS DE LUZ	36
7.3 PLAGUICIDA MICROBIOLOGICO	37
7.4 CONTROL BIOLOGICO.....	41
8. CONCLUSION	46
9. BIBLIOGRAFÍA	47

RESUMEN

En las últimas décadas el cultivo de soja (*Glycine max*) se ha convertido en el cultivo de grano con mayor distribución en el país debido a la gran plasticidad que presentan las distintas variedades disponibles en el mercado para adaptarse a los diversos ambientes y fechas de siembra. Argentina, como gran abastecedor de soja de alta calidad para la creciente población mundial debe optimizarse, haciendo un uso eficiente de los recursos, evitando pérdidas de rendimiento y conservando el medioambiente.

Entre los factores adversos que afectan la productividad aparecen los ataques de plagas insectiles, especialmente las "orugas defoliadoras" que, si bien no se presentan todos los años, pueden generar daños que afecten la producción. Las especies que predominan son la "oruga medidora" *Rachiplusia nu* y la "oruga de las leguminosas" *Anticarsia gemmatalis*, a las que en las últimas campañas se han agregado la "oruga bolillera" *Helicoverpa gelotopoeon*, "oruguita de la verdolaga" *Achyra o Loxostege bifidalis*, "oruga capullera del viejo mundo" *Helicoverpa armígera* y "Falsa medidora" *Chrysodeixis includens*.

En general se recurre a estrategias de control basadas en la aplicación de productos químicos. Pero dicha herramienta ha entrado en discusión ya que su uso inadecuado está asociado con el daño ambiental y un efecto perjudicial sobre mamíferos superiores. Para revertir esta difícil situación, el buen manejo deberá orientarse a utilizar diversas estrategias de control integradas para mejorar la sustentabilidad de los sistemas de producción. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es aportar información actualizada y profundizar sobre nuevas estrategias de bajo impacto ambiental para el manejo de dichas plagas.

La recopilación de datos en la literatura permite concluir que: (i) es recomendable la aplicación de una estrategia de manejo integrado de orugas en soja, (ii) el primer paso hacia el uso de un conjunto de estrategias es el correcto monitoreo, (iii) emplear insecticidas sólo cuando sea necesario, evitando los convencionales no selectivos, (iv) priorizar los residuales denominados IGR (Insect Growth Regulator), que afectan la muda del insecto y son altamente específicos para orugas y por ende no afectan la fauna benéfica, y (v) profundizar el conocimiento de las herramientas de control biológico, incluyendo a los parasitoides y hongos entomopatógenos como enemigos naturales efectivos.

Palabras clave: soja, orugas, control biológico, tecnología, protección vegetal

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la soja se ha convertido en el cultivo con mayor distribución, tanto espacial como temporal, debido a la gran plasticidad que presentan las distintas variedades disponibles en el mercado para adaptarse a los diversos sitios y fechas de siembra. También es importante por cuestiones ambientales, desde que existen controversias respecto de los impactos que su expansión y la tecnología de producción tienen sobre suelos, aguas y la salud humana.

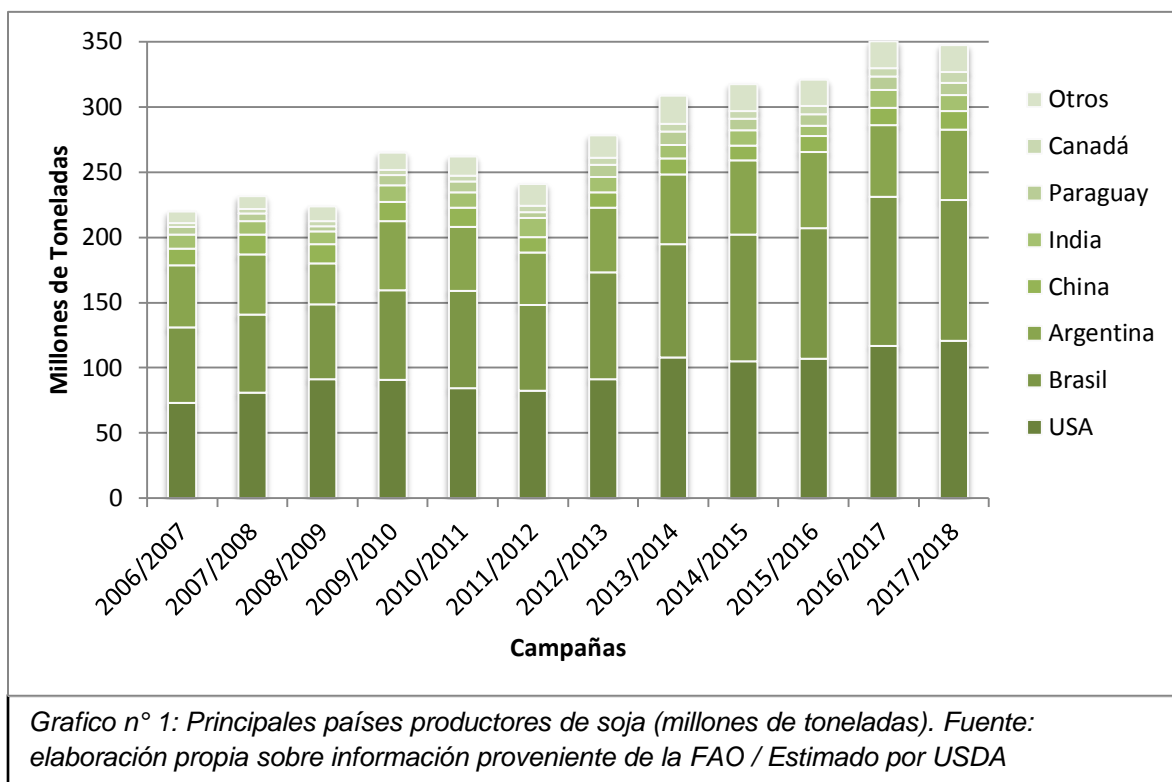
Los principales productores de soja a nivel mundial son Estados Unidos, Brasil y Argentina (Tabla n°1) produciendo siempre más del 80% de grano de soja a nivel mundial. China se posiciona principalmente como gran consumidor y contribuye en menor importancia como productor (ACSOJA, 2018).

La producción de granos de soja durante los últimos diez años ha crecido un 44%, pasando de unas 219,7 (2006) a 347,8 (2018) millones de toneladas. La soja es uno de los cultivos de bajo volumen de producción, frente a los “pesos pesados” como el trigo, el maíz y el arroz. Sin embargo, el cultivo de soja es para nuestro país de importancia estratégica, no solo por la economía ligada a la producción y exportación de granos, sino principalmente por el agregado de valor que significa el desarrollo de la industria aceitera. El complejo oleaginoso argentino es una de las mayores y más eficientes concentraciones industriales (“clúster”) del mundo y su producción llega a más de 100 destinos (CIARA, 2017).

	2006/ 2007	2007/ 2008	2008/ 2009	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017	2017/ 2018
USA	72,9	80,7	91,4	90,6	84,2	82,2	91,4	108	104,8	106,9	116,9	120,4
Brasil	57,9	59,8	57,3	68,8	74,8	65,8	81,7	86,8	97	100	114,1	108
Argentina	47,5	46,2	31	52,7	48,9	40,1	49,3	53,4	57	58,5	55	54
China	12,7	15,5	15	15,1	14,5	12	12	12,2	11,5	12	12,9	14,3
India	11	9,9	10	12,7	12,2	14,7	11,9	10,5	11,5	8	13,8	12,2
Paraguay	6	6,3	3,9	7,5	8,3	4,3	9,1	10	8,8	8,8	10,3	9,3
Canadá	2,7	3,3	3,5	4,3	4,2	5,1	5,4	6	6,2	6,2	6,6	8,3
Otros	9	9,6	11,3	13,2	14,5	16,4	17,3	21,5	20,6	20,1	20,5	20,5
Total	219,7	231,3	223,4	264,9	261,6	241,6	278,1	308,4	317,4	320,5	350,1	347,8

Tabla n° 1: Principales países productores de soja (millones de toneladas).

Fuente elaboración propia sobre información proveniente de la FAO / Estimado por USDA



Después del algodón, la soja es el cultivo que sufre los mayores ataques de plagas animales, principalmente insectos (Flores, 2018). Cuando se analiza la problemática de las plagas insectiles del cultivo de soja, surge una larga lista de especies fitófagas que están presentes en diferentes áreas productivas de nuestro país. Los mismos difieren en el tipo y capacidad de daño, época de ataque y susceptibilidad a los insecticidas utilizados para su control.

Entre ellos se destacan las "orugas defoliadoras" que, si bien no se presentan todos los años causando daños que afecten la producción, son una seria amenaza para el cultivo en años secos y con altas temperaturas que favorecen su desarrollo. Las especies que predominan son la "oruga medidora" *Rachiplusia nu* y la "oruga de las leguminosas" *Anticarsia gemmatalis* a las que en las últimas campañas se han agregado la "oruga bolillera" *Helicoverpa gelotopoeon*, "oruguita de la verdolaga" *Achyra* o *Loxostege bifidalis*, "falsa medidora" *Chrysodeixis includens* y "oruga capullera del viejo mundo" *Helicoverpa armígera* (Tabla n° 2), esta última fue detectada por primera vez en Argentina a fines del año 2013 y confirmada en 2014 (Murúa et al, 2014).

Para evitar que las mencionadas especies provoquen daños que afecten la producción del cultivo es necesario recurrir a las diferentes estrategias de control, dentro de las cuales está la aplicación de productos químicos. El uso de los mismos causa gran preocupación dado que es una de las herramientas agrícolas

que están más asociadas con el daño ambiental. Ya que incluso respetando las indicaciones de los marbetes y siendo mínimo el efecto perjudicial sobre mamíferos superiores, algunos pueden afectar organismos como peces, aves, reptiles y mamíferos menores (Quiñones Luna, 2008).

La mayoría de los insecticidas químico-sintéticos, cuyo objetivo específico es matar los insectos-plagas, actúan como potentes "neurotóxicos" sobre el sistema nervioso central y periférico de los insectos. Según la dosis y condiciones de aplicación, algunos productos pueden tener un impacto letal o subletal en otros organismos, por ejemplo, insectos polinizadores de plantas y artrópodos benéficos como parasitoides y depredadores de plagas, además de contaminar productos alimenticios para los niveles tróficos superiores (Devine et al, 2008).

Por lo mencionado anteriormente, uno de los objetivos de la protección de cultivos es disminuir el uso de plaguicidas convencionales no selectivos (Dent, 1995.), y basado en estas afirmaciones. En el presente trabajo se busca actualizar la información profesional y responsable en el uso de estrategias de control de las principales orugas defoliadoras en el cultivo de soja.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO		NOMBRE VULGAR
		GENERO	ESPECIE	
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Rachiplusia</i>	<i>nu</i>	Isoca medidora
		<i>Chrysodiexis / Pseudoplusia</i>	<i>includens</i>	Falsa oruga medidora
		<i>Helicoverpa / Heliothis</i>	<i>gelotopoeon</i>	Isoca bolillera
		<i>Helicoverpa/ Heliothis</i>	<i>armigera</i>	Oruga capullera
		<i>Anticarsia</i>	<i>gemmatalis</i>	Isoca de las leguminosas
	Pyraustidae	<i>Achryra / Loxostege</i>	<i>bifidalis</i>	Oruguita de la verdolaga

Tabla n° 2: Taxonomía de las orugas defoliadoras de mayor importancia en el cultivo de soja.
Fuente: elaboración propia sobre información proveniente de SINAVIMO, 2019.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL

Las orugas son larvas que pertenecen al orden de los Lepidópteros que, por su aparato bucal masticador, cortan e ingieren hojas, brotes y tallos; en ataques intensos llegan a disminuir significativamente los rendimientos (Urretabizkaya, 2010).

En general, pertenecen a la Familia Noctuidae que representa la familia más numerosa del orden, que agrupa a polillas de tamaño medio, en general miden entre 20 a 50 mm de expansión alar, presentan el cuerpo cubierto por abundante pilosidad y colores poco vistosos. Poseen cabeza pequeña, mientras que los ocelos y espiritrompa o probóscide están bien desarrollados (Urretabizkaya, 2010). Las alas anteriores suelen ser grisáceas u oscuras y en ciertos casos con reflejos metálicos, de forma triangular, contrastando con las posteriores que son más claras y uniformes. Antenas generalmente filiformes, pudiendo presentar también pectinadas. A veces, indican dimorfismo sexual resultando en las hembras filiformes y en los machos pectinadas o bipectinadas (Urretabizkaya, 2010).

Algunas especies pueden efectuar desplazamientos migratorios. Oviponen directamente sobre los vegetales, generalmente en hojas o tallos y en ocasiones sobre el suelo. Las larvas son polípagas, de tegumento glabro, sin pelos. Algunas especies no poseen espuripedios o patas falsas en el III y IV urómero. Al desplazarse se parecen a los geométridos de la misma forma que si fuera midiendo. El estado pupal transcurre protegido por las partes aéreas de las plantas o en camaritas en el suelo. En general la resistencia invernal es en estado de pupa (Urretabizkaya, 2010).

Importancia	Genero y especie
1	<i>Anticarsia gemmatalis</i>
2	<i>Helicoverpa gelotopoeon</i>
3	<i>Rachiplusia un</i>
4	<i>Chrysodeixis includens</i>
5	<i>Helicoverpa armígera</i>
6	<i>Loxostege bifidalis</i> ¹

Tabla 3: Lista de orugas según importancia en el cultivo de soja. Fuente: Elaboración propia sobre información proveniente de Urretabizkaya, N., Vasicek, A., & Saini, E. (2010). *Insectos Perjudiciales de Importancia Agronómica I. Lepidópteros*

¹ Los daños causados por *L. bifidalis* son menos frecuentes que el resto de las orugas defoliadoras. Es considerada plaga secundaria, si bien en algunas zonas de Argentina puede llegar a causar daños de importancia. Además de soja, puede atacar algodón y malezas (Urretabizkaya, 2010).

3. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES

Anticarsia gemmatalis “Oruga de las Leguminosas”

Descripción:

Constituye el defoliador más importante de la soja en el hemisferio occidental. El adulto es una mariposa de 26 a 36 mm de expansión alar, coloración parda morada, grisácea o amarillenta, moteado de negro.

Una línea cruza las alas desde el ápice del primer par hasta la mitad del margen anal del segundo par (Figura 1). Los machos son más pesados y grandes que las hembras (Urretabizkaya, 2010).



Figura 1: Adulto de *A. gemmatalis*. Fuente: Urretabizkaya, 2016.

Ciclo biológico

La hembra atrae al macho mediante la emisión de feromona sexual, y luego del acoplamiento desovan en las vainas, tallos y envés de las hojas.

Los huevos son esféricos, ligeramente achatados de 1,5 mm de diámetro, la coloración es verde durante el inicio del desarrollo y rosado hacia el final del mismo. El periodo embrionario dura 3 días, al cabo de los cuales eclosionan las larvas; son muy voraces, defolian hasta plantas desarrolladas. Las larvas son de color verde con líneas longitudinales blancas, pero hay formas oscuras (Figura 2); cada anillo del cuerpo está separado por una línea de color amarillo. Son muy movedizas, al tocarlas responden con movimientos intensos e incluso saltan tirándose de la planta. Durante los dos primeros estadios presenta solo 3 pares de patas falsas, desplazándose como una “isoca medidora”, a partir del tercero aparecen los apéndices abdominales restantes. En cultivo presentan el último par de patas falsos muy abiertos.



Figura 2: Larva de *A. gemmatalis*. Fuente: Urretabizkaya, 2016.

Desarrolla 6 estadios larvales, durante 20 a 30 días, luego empupa en la hojarasca o en el suelo y al cabo de 10 a 12 días emerge el adulto.

La pupa mide alrededor de 16 - 18 mm de longitud, su color es verde al principio y castaño al final, dura entre 7 – 11 días. La fase de pupa transcurre en el suelo, bajo los restos de hoja o apenas bajo la superficie. En nuestro país suceden alrededor de 5 generaciones anuales, trascurriendo el invierno en estado de pupa. En general aparece en los períodos de poca lluvias, ya que con alta humedad es atacada por el hongo *Nomuraea rileyi*, que las enferma quedando rígida, de color blanco y adheridas a tallos y hojas (Urretabizkaya, 2010).

***Rachiplusia nu* “Isoca Medidora”**

Descripción

Es la especie de mayor importancia en soja. El adulto es una mariposa nocturna de 28 a 34 mm de expansión alar, presenta en el dorso del tórax un prominente mechón de escamas erizadas. Las alas anteriores son grisáceas con tonalidades castañas, con dos bandas más claras hacia el extremo y una mancha plateada en el tercio inferior (Figura 3). El segundo par de alas es de coloración clara ocrácea (Urretabizkaya, 2010).



Figura 3: Adulto de *R. nu*. Fuente: INTA Castelar, Saini

Ciclo biológico

Las hembras depositan los huevos en forma aislada en ambas caras de las hojas. Durante 20 días coloca entre 70 a 1600 huevos. Estos son de contorno circular y planos, de 0,5 mm de diámetro. Inicialmente presentan una coloración blanco amarillenta y posteriormente grisácea (Urretabizkaya, 2010).

A los tres días eclosionan las larvas siendo su primer alimento el corion del huevo. La duración del periodo larval oscila entre 18 - 21 días. Presenta 5 estadios larvales. La larva en su máximo desarrollo mide de 30 a 40 mm de longitud; la parte anterior del cuerpo es más estrecha que la posterior. Posee solo 3 pares de patas falsas, insertadas en los segmentos V, VI y X del abdomen, lo que le confiere la peculiar forma de trasladarse que le ha valido el nombre de “isoca medidora”, particularidad que comparte con los “geométridos” (isocas medidoras verdaderas con 2 pares de patas falsas). Es de coloración verde, con cierta

policromía dentro de esta gama, presentan a cada lado del cuerpo finas líneas blancas (Figura 4) (Urretabizkaya, 2010).

El último estadio es de color verde con una franja blanca y verde oscuro a lo largo del dorso. Empupa dentro de un capullo construido con hilos de seda, adherido a las hojas del cultivo o malezas y al cabo de 7 días emergen los adultos. La pupa mide entre 10 – 14 mm de largo. Presenta 4 generaciones anuales y pasa el invierno al estado de pupa,

ocasionalmente puede no presentar diapausa y permanecer durante todo el año, con una generación invernal más larga, a causa de las bajas temperaturas (Urretabizkaya, 2010).



Figura 4: Larva de isoca medidora Fuente: INTA, Chacra Experimental Integrada Barrow, 2016

***Helicoverpa gelatopoeon* “Oruga Bolillera”**

Descripción:

El adulto presenta una expansión alar de 30 – 40 mm; antenas filiformes largas. El primer par de alas presenta colores pardos claros a oscuros con una mancha destacada reniforme próxima al centro, una banda marginal parda clara y otra submarginal ancha y más oscura que el resto del ala (Figura 5). El segundo par es de color pardo oscuro, oscureciéndose notoriamente hacia el margen externo (Urretabizkaya, 2010).



Figura 5: Adulto de *H. gelatopoeon*. Fuente: Universidad de Florida, USA 2016

Ciclo biológico

La hembra llega a colocar 300 a 1000 huevos, en forma aislada sobre las hojas. Son hemisféricos, blancos perlados y con estrías que se unen en el ápice. El periodo embrionario se extiende por 5 a 10 días. La larva totalmente desarrollada

alcanza a medir 35 mm de longitud; presenta el cuerpo de coloración variable que puede ser verdosa, rosada, amarillenta, parda y hasta negra, con una banda ancha blanca zigzagueante a cada lado del cuerpo (Figura



Figura 6: Larva de *Isoca bolillera*. Fuente: N. Iannone

6). Posee tubérculos setíferos negros brillantes. El periodo larval se prolonga por espacio de 12 a 20 días dependiendo en gran medida de las temperaturas ambientales. Para empupar se entierra 5 a 8 cm. Después de 3 a 4 semanas emergen los adultos. Este periodo se alarga considerablemente durante el invierno. Esta especie presenta 3 generaciones anuales en las zonas templadas, mientras que en el norte de nuestro país alcanza a desarrollar 4 y hasta 5 en algunos casos (Urretabizkaya, 2010).

***Loxostege bifidalis* “Oruguita de la Verdolaga”**

Descripción

Los adultos de esta familia tienen generalmente alas triangulares, rara vez presentan ápice redondeado. Poseen ocelos y espiritrompa desarrollada. Las larvas son de colores claros.

El adulto alcanza a medir entre 20 – 24 mm de expansión; el primer par de alas es de color castaño amarillento con una franja oblicua más oscura, el segundo par es castaño amarillento con bordes oscuros (Figura 7) (Urretabizkaya, 2010).



Figura 7: Adulto de *L. bifidalis*. Fuente: Todoagro, 2013.

Ciclo biológico

La hembra deposita huevos sobre las hojas en forma superpuesta, son ovalados, achatados y, primero, son de color blanquecino, luego amarillentos y finalmente poseen una coloración



Figura 8: Larva de *Loxostege bifidalis*. Fuente: INTACTA, 2018

parda. La larva totalmente desarrollada mide 20 mm de longitud y es de color verde amarillento; presenta tubérculos setíferos negros y achatados (Figura 8); cuando se la molesta responde con movimientos bruscos. Empupa en un capullo confeccionado en una hoja, excepto la pupa invernal, que pasa toda la época fría enterrada a varios centímetros de profundidad (Urretabizkaya, 2010).

***Helicoverpa armígera* “Oruga Capullera del Viejo Mundo”**

Descripción

Helicoverpa armígera es una especie altamente polífaga, sus larvas causan daños tanto en la etapa vegetativa y reproductiva de las plantas. Se alimentan de hojas, tallos, brotes, botones florales, flores y frutos de más de 180 especies cultivadas, como algodón, sorgo, maíz, soja, tomate, garbanzo, girasol, entre otros. Debido al amplio rango de hospederos, las malezas asumen un papel decisivo en la supervivencia y dinámica estacional de la plaga (Szwarc, 2014).



Figura 9: Adulto de *H. armígera*. Fuente: Szwarc, 2014.

Ciclo biológico

Esta especie tiene un alto potencial reproductivo, una hembra puede colocar entre 1000 a 1500 huevos totales (150 huevos/día) aislados o en pequeños grupos. Los mismos son colocados en tallos, flores, frutos y/o hojas,



Figura 10: Oruga del cascabullo o capullera. Fuente: Szwarc, 2014

por lo general en la cara superior de estas últimas (Szwarc, 2014).

La duración del ciclo es de cuatro a seis semanas, dependiendo de las condiciones ambientales, reportándose que puede tener entre 2 a 11 generaciones al año.

Los huevos son de color blanco- amarillento, tornándose más oscuros próximos a la eclosión, el período de incubación es en promedio de 3 días (Szwarc, 2014).

El período larval consta de 6 estadios, primero se alimentan de las partes más tiernas de las plantas, éste es el momento adecuado para el control químico de la plaga, debido a que las larvas se encuentran expuestas y son más susceptibles. A medida que éstas crecen adquieren diferentes coloraciones, característica que puede estar relacionada al tipo de alimento que consumen (Figura 10) (Szwarc, 2014).

La fase de prepupal comprende el período desde que la larva detiene su alimentación hasta la fase de pupa. La pupa de *H. armígera* presenta color marrón y su desarrollo ocurre en el suelo, donde según las condiciones climáticas puede entrar en diapausa (Szwarc, 2014).

Una vez alcanzado el estado adulto, las mariposas poseen una coloración amarillenta en las hembras y gris- verdoso en los machos, con una banda más oscura en el tercio distal y una mancha oscura en el centro de las alas delanteras. Las alas posteriores son más claras con un borde apical oscuro (Figura 9). *H. armígera* presenta una gran capacidad de dispersión, los adultos pueden desplazarse hasta 1000 km por campaña. Asociado a esto también presenta una elevada capacidad de supervivencia incluso cuando las condiciones son adversas, tales como el calor excesivo, frío o sequía (Szwarc, 2014).

***Pseudoplusia* o *Chrysodeixis includens* “Falsa Medidora”**

Descripción

Es una plaga polífaga con una importancia económica creciente en varios cultivos. Dentro del grupo de las hortalizas, afecta *Lycopersicum esculentum* “Tomate”, especies del género *Brassica*, *Lactuca sativa* “Lechuga”; *Nicotiana tabacum* “Tabaco” y forrajeras como *Medicago sativa* “Alfalfa”.

Ciclo biológico

El adulto presenta una expansión alar de 30-39 mm, las alas anteriores de color marrón gris oscuro con una "Y" plateada central y con resplandor dorado brillante, las alas posteriores son marrón pálido. En el aspecto dorsal del tórax se observa una "cresta" de escamas (Figura 11).



Figura 11: Adulto de *Chrysodeixis includens*.
Fuente: Universidad de Florida USA, 2016.

En el aspecto dorsal del tórax se observa una "cresta" de escamas (Figura 11).

La pupa presenta una coloración verde brillante y se torna marrón próximo a la emergencia del adulto, se encuentra dentro de una cubierta sedosa y poseen un tamaño de 20-30 mm.

Las larvas presentan cuerpo delgado y ahusado. Son de color verde con bandas laterales dorsales verdes y blancas, a veces con las patas torácicas negras. Abdomen con dos pares de patas falsas (Figura 12). La esclerotización de las larvas es más débil y todas las estructuras son de color castaño claro.

Los huevos son irregulares en tamaño y forma, estrías superficiales y de color verde, 0.4-0.6 mm de diámetro, presentan dos a tres ciclos de celdas, solo las celdas del primer ciclo se yuxtaponen en la base y las celdas primarias y secundarias no se disponen en el mismo plano.



Figura 12: Larva de *Chrysodeixis includens*. Fuente: Universidad de Florida USA, 2016.

4. DAÑOS PRODUCIDOS POR LAS ORUGAS DEFOLIADORAS

A. gemmatalis y *R. nu* constituyen las plagas defoliadoras más importantes del cultivo de soja en la mayor parte del área sojera de la República Argentina (Aragón et al, 1997). En las últimas campañas se han agregado *H. gelotopoeon* "oruga bolillera ", *L. bifidalis* "Oruguita de la verdolaga", *Helicoverpa armígera* "oruga capullera del viejo mundo" y *Chrysodeixis includens* "Falsa medidora" (Urretabizkaya, 2018).

Podemos diferenciar estas plagas según sus diferentes hábitos. Según De Loredo (2019) en la primera etapa podemos encontrar a *Helicoverpa gelotopoeon* conocida como bolillera, es una plaga que saca muchos kilos imperceptiblemente porque no es sencillo monitorearla debido a que no está distribuida en forma pareja en el lote. Igarzabal (2012) afirma que produce el desbrotado o ruptura del ápice en la planta de soja, con lo que para sobrevivir emite ramas secundarias, las cuales aportan menos rendimiento. Las plantas serán de menor porte y con menos entrenudos donde fijar las vainas, muchas se fijan en nudos basales y la cosechadora no las levantará. Son muchos y muy importantes los daños en la primera etapa vegetativa de la soja. Pero después sigue en el cultivo, y al final, junto con *A. gemmatalis* afectan el rendimiento en forma directa comiéndose los granos. Haciendo un cálculo sencillo de 10 granos comidos por metro cuadrado (2 metros lineales a 0,52), con un peso de 1000 granos promedio de 150 gr, significa 15 Kg por hectárea. Una sola bolillera come más de 10 granos en su etapa larval. De acuerdo a Arregui (2007), las orugas de los últimos estadios son las que ocasionan las mayores pérdidas, ya que consumen del 80 al 85% del total ingerido en todo su ciclo.

En etapas vegetativas y reproductivas tenemos al complejo de defoliadoras constituido por *A. gemmatalis*, *R. nu*, *L. bifidalis* y *C. includens*. En general, las larvas de los primeros estadios suelen roer las hojas. A partir del segundo estadio consumen las partes tiernas de las hojas dejando las nervaduras intactas. Las de mayor desarrollo en cambio consumen ávidamente la totalidad de la misma, respetando las nervaduras principales, observándose los últimos estadios hacia el ápice de la planta (Urretabizkaya, 2010). Es importante determinar la presencia de estas plagas en el cultivo porque durante todo el estado larval una oruga puede consumir entre 100 y 110 cm² de hojas de soja (Aragón y Belloso, 1987).

La respuesta del cultivo de soja a la defoliación está principalmente relacionado a la forma como este afecta el IAF (índice de área foliar) y consecuentemente la intercepción de la luz por el canopeo, durante el periodo reproductivo del cultivo. Según Higley (1992), la soja disminuye linealmente el rendimiento frente a la pérdida de área foliar debajo de 85% de intercepción de la radiación fotosintéticamente activa (PAR). Board et al. (1997) señalan que en R5.5 ocurren

pérdidas significativas del rendimiento cuando los valores de intercepción de luz son menores de 95%. Herbert et al., (1992) concluyen que el porcentaje de defoliación no predice el rendimiento con la precisión que lo hace el área foliar remanente luego de la defoliación.

La reacción del cultivo ante la defoliación, la inherente capacidad de las orugas de causar daños en las estructuras reproductivas de los cultivos y el gran número de hospederos (algodón, maíz, soja, poroto, tomate y sorgo) son factores que elevan la importancia económica de este complejo de orugas.

De acuerdo al manejo del cultivo, Arregui (2007) encontró que el sistema de siembra influye en la aparición de la oruga de las leguminosas. Los cultivos realizados en siembra directa presentan mayor número de larvas pequeñas que en siembra convencional, por lo cual es más frecuente alcanzar los niveles de daño económico. Las diferentes épocas de implantación en sistemas con y sin labranza, así como los mecanismos de regulación de las poblaciones contribuyen a la evolución diferenciada de las plagas.

Asimismo, Andrian et. al. (2003) observaron que la población de orugas defoliadoras varía con el espaciamiento entre líneas (EEL). Al aumentar el EEL de 0,26 m a 0,70 m, la población disminuyó de 2,5 y 2 veces, para *R. nu* y *A. gemmatalis*. Con respecto a los enemigos naturales, observaron que la población total de hemípteros depredadores fue significativamente mayor en el cultivo con 0,26 m de EEL, comparado con los de 0,52 m y 0,70 m.

De acuerdo a los resultados obtenidos, estos investigadores concluyeron que los adultos de *R. nu* y *A. gemmatalis* pusieron mayor cantidad de huevos en EEL más reducidos, y en consecuencia observaron mayores abundancias de larvas chicas en espaciamiento de 0,26 m con respecto a los otros dos EEL. La tasa de mortalidad de larvas grandes de *A. gemmatalis* en relación a larvas chicas fue mayor en 26 cm de EEL con respecto a 0,52 y 0,70 m. Asociado a la mayor mortalidad larval, la abundancia de hemípteros depredadores fue superior en 0,26 m de EEL que a 0,52 m y 0,70 m, respectivamente.

Hamadain y Pitre (2002) realizaron estudios que permitieron identificar los efectos de las distancias entre surcos y la etapa de crecimiento de la soja sobre la oviposición y el comportamiento de larvas de lepidópteros. Se observó que en plantaciones de EEL estrechos la biomasa del dosel es más densa, lo cual la hace más atractiva para la oviposición que en plantaciones de mayor EEL. Las plantaciones de EEL estrechas también pueden albergar grandes poblaciones de enemigos naturales. Las mayores poblaciones de insectos se encuentran en plantaciones de EEL estrechas debido a que existe un microambiente más favorable, más abundante, de mayor facilidad para la captura de presas, y son los sitios de oviposición más atractivos. En otro escenario, el denso follaje de las plantaciones de soja de EEL estrecho proporciona algún tipo de protección para las larvas al obstaculizar la penetración del insecticida sobre el dosel del cultivo,

lo que resulta en niveles más bajos de control de plagas con insecticidas químicos que en las plantaciones de EEL amplios.

5. MANEJO DE ORUGAS DEFOLIADORAS

En el manejo de las orugas defoliadoras, se debe tener en cuenta que una misma defoliación repercute de manera diferente en cultivos que difieran en grupo de madurez, estadio fenológico, tipos de suelos, condiciones de manejo, situación hídrica, estación del año, etc. Esto se relaciona a la capacidad del cultivo de compensar pérdidas de área foliar (fuente), necesarias para sostener la fijación y cuaje de las vainas y el llenado de los granos (destinos) (Kantolic 2003),

Uno de los principios del Manejo Integrado de Plagas es el uso de umbrales de daño económico (UDE) para tomar decisiones de control ante la presencia de una determinada plaga en el cultivo.

El cálculo para determinar el UDE se basa en relacionar el costo del tratamiento (CT) con el número de insectos que causan un daño equivalente a este costo. Pero en la fórmula propuesta por Norton (1958), intervienen también el precio esperado de la cosecha y la estimativa de rendimiento (V), el % de efectividad del tratamiento (ET) y la disminución del rendimiento a causa de un insecto (D) en la superficie o medida considerada (1 m lineal por ejemplo). De tal forma que la fórmula de Norton para calcular el UDE, que expresará el número de insectos que económicamente se puede aceptar antes de tomar una decisión de control químico, se expresa de esta manera:

$$\text{UDE} = \frac{\text{CT}}{\text{D} \times \text{ET} \times \text{V}}$$

Una de las limitaciones que presenta este método es que se utiliza para efectuar un tratamiento químico de choque, que baje la población actual, en un momento en el que solamente existían insecticidas de volteo. Además, solo intervienen insectos perjudiciales, es decir no incluye controladores biológicos, y el umbral esta proporcionalmente influenciado por el costo del tratamiento (Igarzabal, 2008).

Estado de Desarrollo	Umbral
Estadios Vegetativos (Vn)	25 - 35 % de defoliación más 10 orugas grandes ² por metro de surco.
Floración - Llenado (R2 a R5)	10 % de defoliación más 5 orugas grandes por m de surco
Vainas llenas a madurez (R6 a R8)	20 % de defoliación más 20 orugas grandes por metro de surco.

Tabla 4. Niveles de decisión para efectuar tratamientos de control de orugas defoliadoras. Fuente: Satorre E., 2002.

Periodo	Condiciones	Grupos	Umbrales
Vegetativo	Buenas condiciones (desarrollo adecuado)	III y IV	20 % de Defoliación y 5 o más orugas/m > 1,5cm
		V y VI	30 % de Defoliación y 5 o más orugas/m > 1,5cm
	Estrés hídrico (limitado desarrollo)	III y IV	10 % de Defoliación y más de 2 orugas/m > 1,5cm
		V y VI	15 % de Defoliación y más de 2 orugas/m > 1,5cm
Reproductivo	Desde R1 a R5 (Inclusive)	III y IV	8 – 10 % de Defoliación y 5 orugas/m > de 1,5 cm
		V y VI	15 – 20 % de Defoliación y 5 orugas/m > de 1,5 cm

Tabla 5. Niveles de decisión para efectuar tratamientos de control de orugas defoliadoras. Fuente: Iannone, 2019.

Es por lo anterior que los umbrales establecidos y aceptados en su momento no pueden tomarse como “receta” en la actualidad, ya que no han sido actualizados. Con las actuales variedades de soja y los productos que están en el mercado, el escenario cambió (Igarzabal, 2008).

Una soja de grupo III no puede admitir, para el mismo estado fenológico, la misma defoliación que una del grupo VII. Pero una soja del grupo IV que sufrió estrés en la etapa vegetativa y que pierde dos unidades de IAF para sobrevivir, no puede tolerar una defoliación del 25%, ni muy cercana. Cada hoja que queda, luego de haber “usado” y “tirado” las del tercio inferior y parte del medio por el estrés, sirve 100% para ser la última fuente que hará destino en los granos. La decisión agronómica posiblemente sea en estos casos: “umbral 0”, o sea, cualquier

² Orugas mayores a 1,5 cm

defoliación, por baja que sea, está afectando el rendimiento y es inaceptable (Igarzabal, 2008).

En la actualidad se han incorporado al mercado nuevos productos que presentan persistencia³ o residualidad, tratamientos preventivos como “curasemilla” e insecticidas como reguladores de crecimiento de tipo inhibidores de la síntesis de quitina (novaluron, triflumuron, lufenuron, etc.) que no actúan sobre larvas de más de 1 cm, que no está integrado en la formula, ya que cada umbral se desentiende del anterior y del siguiente calculado por Norton (Igarzabal, 2008).

Cultivo	Umbrales de acción (UA)
Algodón convencional	1 a 2 larvas ⁴ /metro o 5 huevos/metro
Algodón Bt	1 a 2 larvas/metro
Soja en vegetativo	7,5 orugas ⁵ /m ²
Soja en reproductivo	1 a 2 orugas/ m ²
Poroto	1 a 3 orugas/ m ²
Maíz	2 orugas/metro

Tabla 6: Umbrales de acción (UA) sugeridos por la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (Embrapa) para el control de H. armígera en diferentes cultivos hospederos, según bibliografía internacional (Scalora, 2014).

Sin embargo, se deberían considerar más factores para tomar una correcta decisión de manejo en lo que respecta a aplicaciones. Es por esto que, para el monitoreo de los daños de defoliadoras, se recomienda usar un patrón de defoliación (imágenes de folíolos con niveles de superficie faltante adecuadamente medidos) a fin de determinar el grado de daño del lote (Figura 13).

Este monitoreo consiste en esquemas de folíolos que presentan distintos niveles de hoja comida, a fin de “medir comparativamente el daño de cada folíolo con dicha patrón”. Previamente, sin mirar en forma directa, se deben tomar al azar 5 folíolos del tercio superior, 5 del tercio medio y 5 del tercio inferior de las plantas. El muestreo debe repetirse en varios otros lugares del lote para que el monitoreo sea representativo. Finalmente se calcula el promedio de defoliación del lote.

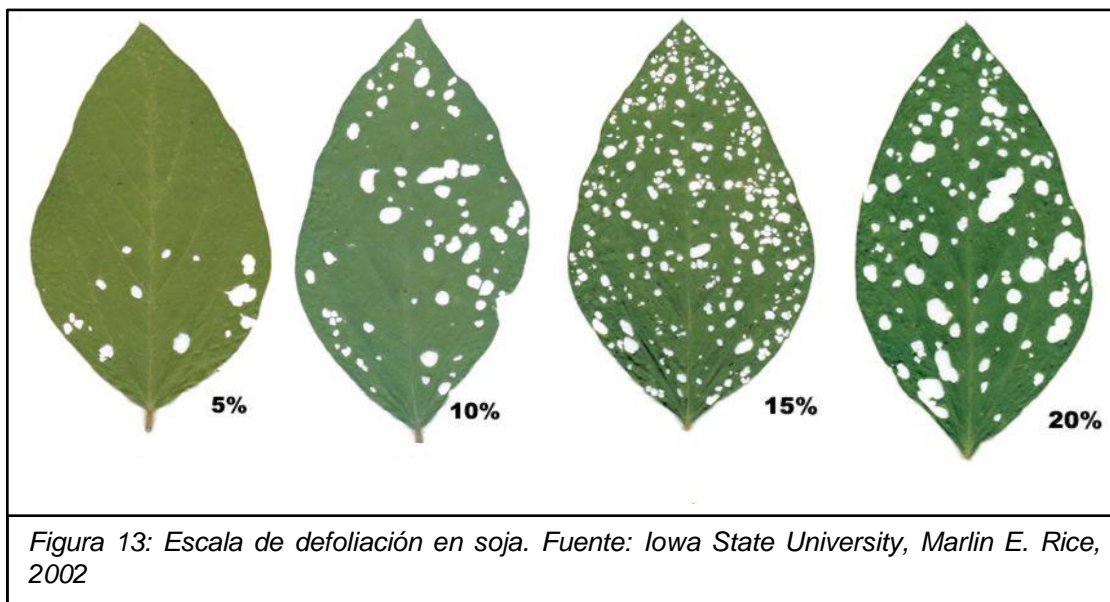
Si se trata del periodo vegetativo, y las condiciones de desarrollo son excelentes, sabemos que niveles muy altos de defoliación no producen perdidas de rinde.

Pero si las condiciones son de estrés hídrico, un bajo nivel de defoliación impactará económicamente en la producción. Por lo tanto, según las condiciones hídricas y de calidad del suelo presente, se podrá tener un “abanico muy grande” de niveles de defoliación para poder tomar correctas decisiones de control.

³ Persistencia: período de tiempo en el que el producto es capaz de mantener sus propiedades para controlar una población por encima de la Dosis Letal Media

⁴ larva: entre 3 y 8 mm

⁵ oruga: mayor a 10 mm



Para el periodo reproductivo de la soja, en cambio, hay mucho menos margen de manejo con respecto al periodo con excelentes condiciones de desarrollo, y que supere el 10 –15% cuando la soja ha estado bajo cierto estrés hídrico o sea que por la falta de agua presenta un limitado desarrollo (Urretabizkaya, 2010).

El cultivo de soja puede tolerar defoliaciones severas sin pérdidas de rendimiento durante el estado vegetativo y hasta R3; se puede generalizar diciendo que defoliaciones de hasta un 30% en la etapa vegetativa no afectan los rendimientos. Dentro de las etapas reproductivas, R5 es el más sensible: defoliaciones de 15 a 20% afectan el rendimiento. Durante floración el comportamiento sería similar al del estado vegetativo (Gamundi, 2006).

Con respecto al manejo del cultivo se debe tener en cuenta que existe gran variabilidad de factores que influyen a la determinación de umbrales. Lo recomendable es no generalizar, ya que el cálculo de umbrales no tiene en cuenta variables como las distintas zonas agrícolas, clima, variedad del cultivo, estado del cultivo, especie de la oruga, presencia o no de benéficos, entre otros. Asimismo, los umbrales utilizados en el pasado de 10-20 orugas/metro estaban indicados para distancias de siembra de 52 cm. Hoy en día esas distancias se achicaron, lo que trajo apareado a umbrales cada vez más ajustados y menos tolerantes.

Del mismo modo, los insecticidas más utilizados en la actualidad son los Reguladores de Crecimiento de insectos (IGR's) que son de banda verde y actúan sobre larvas chicas, con lo cual nunca cumplirían con el umbral.

En conclusión, al momento de la toma de decisiones se aconseja analizar todas las variables en cuestión y utilizar los umbrales en caso de que se apliquen a cada situación y no tomarlo como "receta".

6. ESTRATEGIAS DE CONTROL QUIMICO

El control químico es la herramienta más usada para combatir plagas en el cultivo de soja. Constituye la manera más rápida y sencilla de solucionar la competencia que ejercen los insectos respecto al cultivo. Son insumos necesarios para lograr la expresión de los máximos rendimientos, aunque también producen un impacto en el medio ambiente.

A continuación se detalla los mecanismos de acción de los insecticidas más utilizados en el cultivo de soja para control de orugas:

6.1 INSECTICIDAS CONVENCIONALES

- Moduladores del canal de sodio (piretroides)

Actúa sobre la membrana axónica y deforma los canales de intercambio entre sodio y potasio, convirtiendo a este en un proceso continuo. Esto ocasiona un gasto constante de ATP, tanto que el organismo no alcanza a reponer y, por lo tanto, agota las reservas energéticas del insecto.

Son insecticidas de contacto y “alto poder de volteo”, lo cual está determinado por un Kow^6 alto, lo que los hace lipofílicos y de fácil penetración en cutícula y por ingestión.

Debido a que los axones cubren todo el cuerpo del insecto, los piretroides causan síntomas apenas ingresan al cuerpo por lo que se considera de acción rápida, su desventaja es que no son residuales ni sistémicos (Arregui, 2007).

- Inhibidores de la acetil colinesterasa: (fosforados, carbámicos y neonicotinoides)

Actúa sobre la membrana neuronal uniéndose a la acetilcolinesterasa e impidiendo su acción sobre el mediador (acetilcolina). La enzima así afectada se denomina fosforilada y, al no poder actuar sobre el neurotransmisor la acetilcolina continúa adherida a los receptores de la membrana post sináptica, transmitiéndose en forma permanente el pasaje de un impulso nervioso. Así se agotan las reservas energéticas del insecto causando su muerte.

Son insecticidas de contacto, que pueden actuar por ingestión, inhalación y como ovicidas (Arregui, 2007).

⁶ El coeficiente de partición n-octanol-agua (Kow) representa la relación entre la concentración en la fase de n-octanol y en la fase acuosa en el equilibrio. Es una medida de la hidrofobicidad o la afinidad hacia los lípidos, de una sustancia disuelta en agua

- Activadores del canal de Cloro (Abamectina)

Insecticida de origen biológico. Su mecanismo de acción es activar alostéricamente el glutamato en canales de cloro de las membranas de las neuronas, inhibiendo la regulación de cargas en el interior y exterior de la neurona, causando la parálisis.

Es de contacto y leve acción sistémica (IRAC, 2019).

- Moduladores de receptores de acetilcolina (Spinosad)

Insecticida de origen biológico. Su mecanismo de acción es bloquear los receptores nicotínicos, generando la despolarización neuronal y posterior excitación.

Es de contacto e ingestión, selectivo de predadores aunque moderadamente tóxico para parasitoides y posee un poder residual de 3 a 7 días (Arregui, 2007).

La utilización de insecticidas convencionales es un instrumento que permite un control rápido, en donde hay acceso a una amplia gama de principios activos y formulados, lo cual trae aparejado una paleta de precios más amplia. Por otro lado, es una estrategia que se encuentra muy discutida por su impacto ambiental, relacionados con la salud humana y el ecosistema.

6.2 INSECTICIDAS REGULADORES DEL CRECIMIENTO (IGR'S)

Los insecticidas reguladores del crecimiento, conocidos como IGRs (Insect Growth Regulators), son productos que actúan por contacto e ingestión, son residuales, se usan a bajas dosis, tienen alta selectividad sobre las especies no blanco, por lo tanto hay activos que no afectan la fauna benéfica, y su toxicidad para mamíferos es mínima .

Actúan en funciones metabólicas específicas de los insectos, ejercen su acción sobre el crecimiento, desarrollo y metamorfosis de los insectos alterando la actividad normal del sistema endocrino; por lo tanto, su acción es mucho más lenta que la de los insecticidas sistémicos.

Entre ellos se encuentran: a) los análogos de la hormona juvenil que no permiten que el insecto cambie de estadio ocasionándole así la muerte (Pyriproxyfen, Kinoprene, Fenoxycarb) no utilizados para el control de defoliadoras; b) los simuladores de la ecdisona (Tebufenocide y Metoxifenocide, pertenecientes a la familia de las Diazilhidrazinas): ambos grupos (a y b) actúan desequilibrando la concentración de las hormonas naturales durante los procesos de crecimiento y desarrollo normal; c) los que interfieren en la formación de la nueva cutícula inhibiendo la síntesis de quitina, afectando la formación del nuevo exoesqueleto

durante la muda (Diflubenzuron, Cyromazina, Novaluron, Lufenuron y Buprofezin, derivados de las Benzoilureas).

La principal actividad insecticida de las Benzoilureas es larvicida por ingestión en holometábolos (Lepidoptera, Coleoptera y Díptera) (Arregui, 2007).

Braga da Silva et al. (2003) evaluaron el control de *Anticarsia gemmatalis* con diferentes productos reguladores del crecimiento y concluyeron que todos (Diflubenzuron, Lufenuron, Metoxifenocida y Teflubenzuron) fueron eficientes en el control y no permitieron que la plaga alcanzara el nivel de daño económico. Las parcelas tratadas con Metoxifenocida fueron las de menor defoliación y mayor productividad, ya que presentaron consistentemente un menor número de larvas pequeñas y grandes, especialmente a 2, 4 y 7 DDA (días después de la aplicación), en comparación con las parcelas tratadas con los insecticidas lufenuron, diflubenzuron y teflubenzuron. Entre otros factores, esta diferencia, de aproximadamente 9% en la productividad se debe al efecto de choque determinado por el insecticida de Metoxifenocida que, al anticipar la muda de la oruga, proporcionó porcentajes de control significativamente más altos que y porcentajes de defoliación significativamente más bajos que las parcelas tratadas con insecticida (Tabla 6).

TRATAMIENTO	DEFOLIACIÓN	PRODUCTIVIDAD	
Dosis	%	kg/ha	% Perdida
Diflubenzuron “Dimilin PM” (15⁷)	50,7 _b ⁸	3263 _a	9,0
Lufenuron “Match CE” (7,5⁷)	44,6 _b	3255 _a	9,2
Metoxifenocida “Valient SC” (21,6⁷)	34,7 _c	3569 _a	0,5
Metoxifenocida “Intrepid SC” (21,6⁷)	34,8 _c	3585 _a	0
Teflubenzuron “Nomolt SC” (7,5⁷)	50,7 _b	3295 _a	8,1
Control	75,8 _a	2371 _b	33,9

Tabla 7: Porcentaje de defoliación y productividad de los granos de soja en diferentes tratamientos con y sin insecticidas usados para el control de Anticarsia gemmatalis. Fuente: elaboración propia sobre información proveniente a Braga da Silva et al. (2003)

Los IGR's son una buena herramienta para un control preventivo ya que permite anticiparse a los daños sobre el cultivo y es de bajo impacto ambiental, son banda verde. En principio, estos insecticidas no tienen restricción en cuanto al momento de uso en el ciclo del cultivo. Sin embargo, dado que una de sus ventajas es la residualidad, en algunas situaciones en donde no tiene sentido su uso (ej. cerca del fin del ciclo del cultivo) quizás la relación costo/beneficio de estos productos no sea favorable, ya que generalmente su costo es elevado.

⁷ Gramos de ingrediente activo por hectárea

⁸ Valores que indican la existencia o no de diferencias significativas calculadas por el Test de Turkey con un nivel de probabilidad de error del 5%.

6.3 DIAMIDAS

Estos insecticidas actúan sobre los receptores de rianodina en las fibras musculares causando una descontrolada liberación de Ca^+ que impide una nueva contracción muscular. Son de contacto, ingestión y sistémicos por xilema, con acción ovicida y muy usados para controlar lepidópteros. Tiene una residualidad de alrededor de 5 semanas y son muy selectivos, lo que es beneficioso para los enemigos naturales. Estos insecticidas se aplican como tratamiento foliar pero también son insecticidas que pueden aplicarse al suelo o bajo la línea de siembra por irrigación.

UTILIDAD DE ESTAS TECNOLOGIAS

Entre las alternativas químicas de uso más frecuente, se encuentran los insecticidas correspondientes al grupo de los piretroides (cipermetrina, lambdacialotrina, deltametrina, etc.) y los organofosforados (clorpirifos, metamidofos, etc.). Otras alternativas la constituyen los insecticidas IGR y diamidas, incorporando el beneficio de no afectar a los enemigos naturales.

Según Casmuz (2013) en “Evaluación de diferentes alternativas para el control del complejo de orugas defoliadoras y el impacto de estas sobre el rendimiento del cultivo de soja” evaluaron el control que ejercen las diferentes alternativas químicas sobre el complejo de orugas defoliadoras y el impacto de estas sobre el rendimiento del cultivo (Tabla n° 7).

Tratamiento	Descripción
T1	Testigo sin tratar
T2	Control con piretroides y/o organofosforados
T3	Control con IGR
T4	Control con diamida
T5	Control total del complejo de orugas o daño cero

Tabla n° 8: Descripción de cada tratamiento. Fuente: elaboración propia basado en Casmuz (2013)

La aplicación de las alternativas T3 y T4 manifestaron controles aceptables de esta plaga, sin ser necesario recurrir a una nueva aplicación de estas alternativas. Los insecticidas de amplio espectro (T2) mostraron un control aceptable de este complejo de orugas, pero una nueva infestación y la presencia de larvas de medidoras, principalmente *C. includens*, obligaron a efectuar nuevamente la

aplicación de dicha alternativa en la variedad de GM VIII (Grado de Madurez 8). Esta aplicación evidenció una baja eficiencia de control a los cinco días después de aplicada.

En ambas variedades, T2 evidenció niveles de defoliación mayores que T3 y T4, siendo esta diferencia significativa en la variedad de GM VIII. En ambas variedades, las alternativas T3 y T4 lograron rendimientos significativamente superiores al del testigo, observándose mayores incrementos del rinde en la variedad de GM VI.

En ambas variedades, T2 alcanzó un rinde mayor que el testigo, pero sin diferenciarse estadísticamente de este en dicho parámetro.

En ambas variedades, el T5 manifestó defoliaciones menores al 5%, pero con mayores incrementos de su rendimiento en la variedad de GM VI.

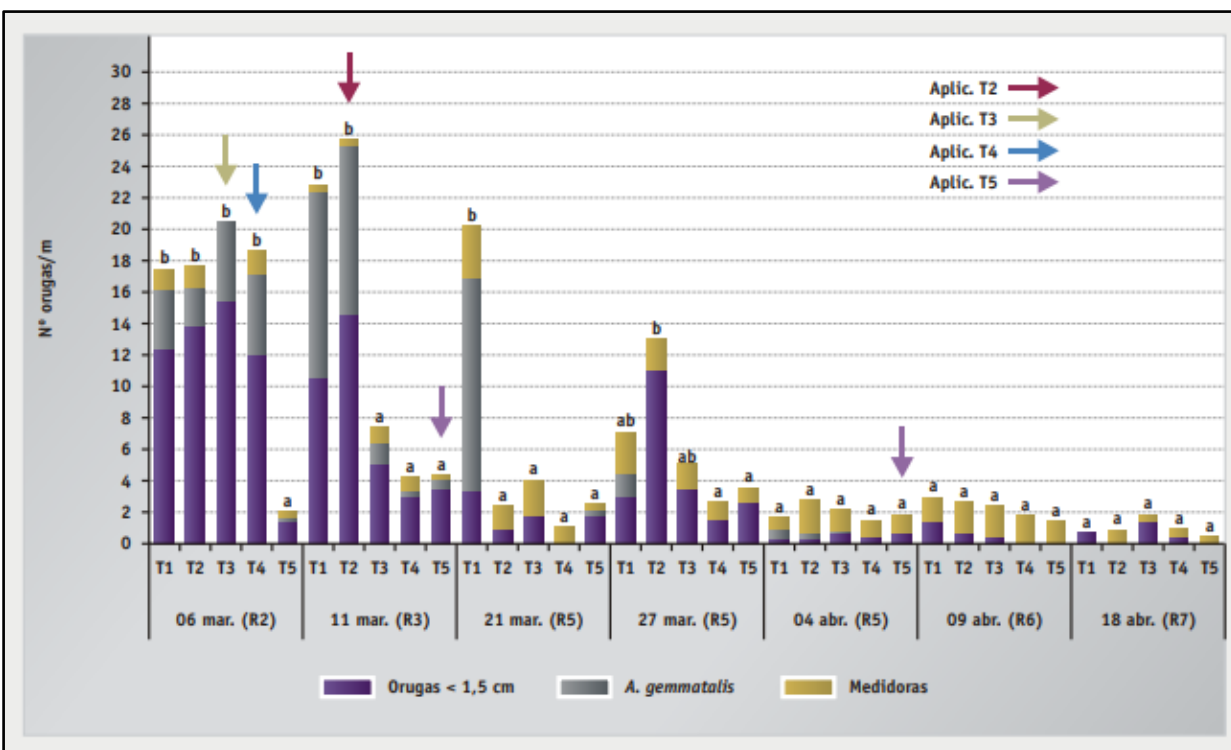


Grafico n° 2: Número de orugas totales (orugas < 1,5 cm + *A. gemmatalis* + medidoras) por metro lineal de cultivo según tratamiento para la variedad GM VI. Las flechas indican el momento de la aplicación de los insecticidas según el tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas (Test LSD, $p < 0,05$). Fuente: Casmuz (2013)

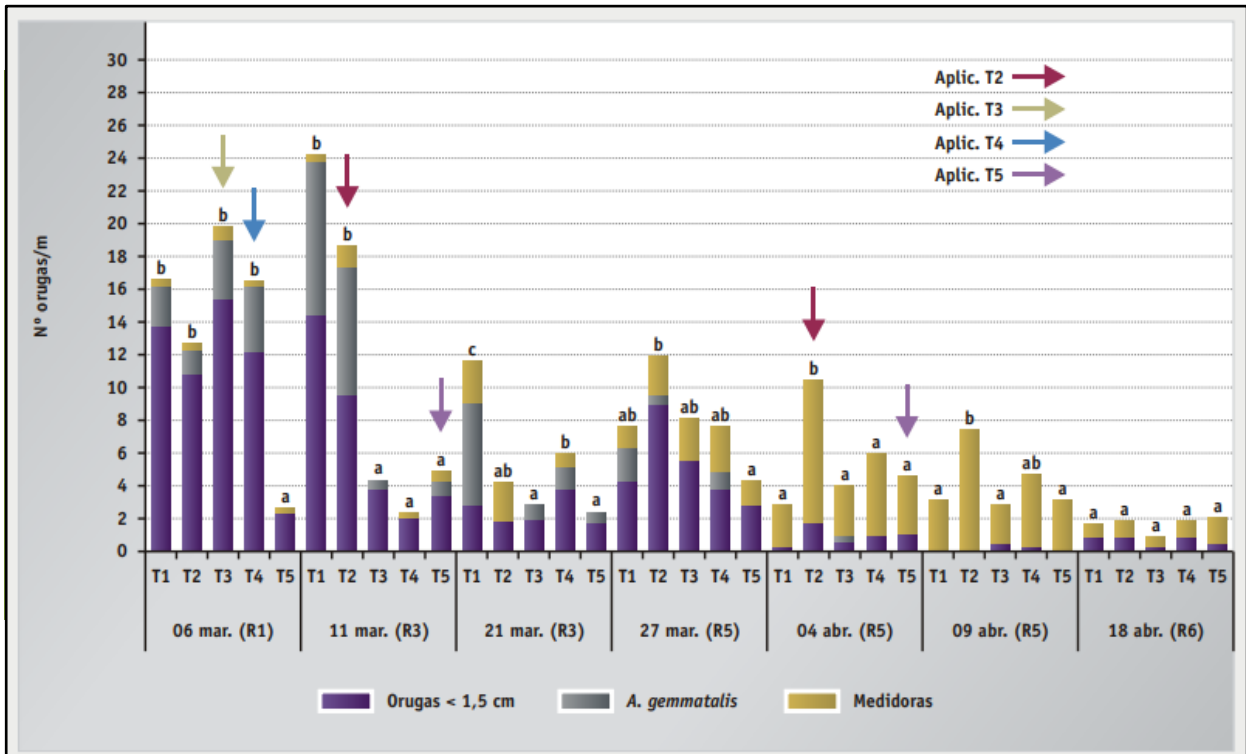


Grafico n° 3: Número de orugas totales (orugas < 1,5 cm + *A. gemmatalis* + medidoras) por metro lineal de cultivo según tratamiento para la variedad GM VIII. Las flechas indican el momento de la aplicación de los insecticidas según el tratamiento. Letras distintas indican diferencias significativas (Test LSD, $p < 0,05$). Fuente: Casmuz (2013)

Por otro lado, Eduardo Cortés (2013) analizó el comportamiento de distintos insecticidas para el control de *A. gemmatalis* en el cultivo de soja (Tabla 9). El cultivo se encontraba en estado vegetativo (6 hojas verdades) y al momento de la aplicación se contaron 13 larvas de *Anticarsia gemmatalis* por metro lineal. Se realizaron 5 evaluaciones de control respecto al testigo, a los 3, 7, 17, 24 y 30 días desde la aplicación (dda) de los distintos insecticidas.

Trat	Productos evaluados	Formula	Dosis	Gr. Qu. Insec.
T1	Testigo sin aplicación	s/d	s/d	s/d
T2	Clorantraniliprole 10% + Tiametoxan 20%	SC	50	Diam+Piert
T3	Clorantraniliprole 4,5% + Abamectina 1,8%	SC	100	Diam+Verme
T4	Lufenuron 5% + Profenofos 50%	CE	300	IGR+Fosf
T5	Tiametoxan 14% + Lambdacialotrina 10,6%	SC	200	Neonic+Piret
T6	Flubendiamide 48%	SC	50	Diam
T7	Imidacloprid 21% + Betacyflutrina 9%	OD	250	Neonic+Piret
T8	Acetamiprid 10% + Esfenvalerato 15%	CE	200	Neonic+Piret
T9	Bistrifluron 10% + Esfenvalerato 15%	CE	150+100	IGR+Piret
T10	Zetametrina 18%	CE	200	Piret
T11	Clorpirifos 48% + Zetametrina 18%	CE	700+150	Fosf+Piret
T12	Metoxifenocide 10,4% + Spinosad 5,2%	CE	200	IGR+Nat
T13	Metoxifenocide 24%	SC	120	IGR
T14	Bifentrin 20% + Novaluron 10%	SC	75	IGR+Piret
T15	Bifentrin 10%	CE	50	Piret
T16	Clorantraniliprole 20%	SC	25	Diam
T17	Bifentrin 3% + Imidacloprid 10%	SC	300	Neonic + Piret
T18	Bifentrin 18% + Zetacipermetrina 20%	CE	50	Piret

Tabla n° 9: Tratamientos realizados, formulaciones y dosis respectivas. La dosis está determinada en cm^3 o gramos de producto formulado por hectárea. Fuente: Cortés, 2013.

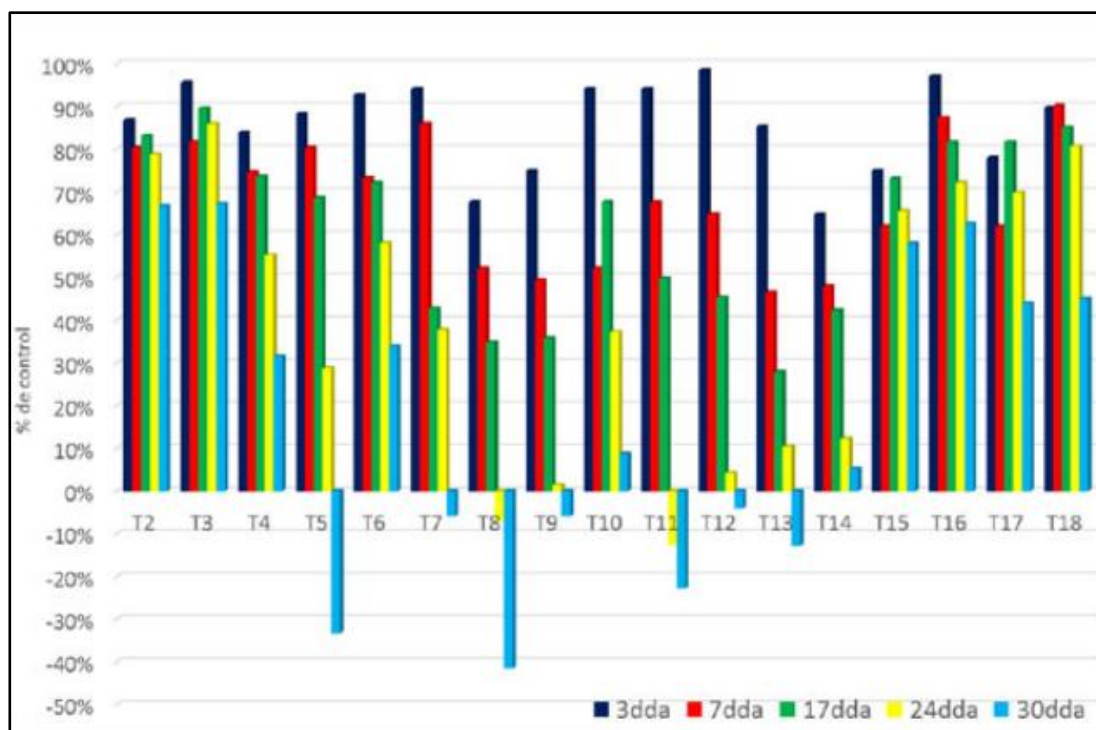


Grafico n° 4: Promedios de porcentaje de control a los 3, 17, 24 y 30 días de aplicado los productos (dda). Los porcentajes de control de los tratamientos están relacionados con el valor del testigo de cada evaluación, por lo que el testigo es siempre cero. Fuente: Cortés, 2013.

A los 3 dda de aplicación todos los productos presentaron muy buena performance de control dado posiblemente por la posición en la planta de *Anticarsia* (tercio superior). A los 17 dda se produce el otro “pico” de nacimiento de *Anticarsia* (mediados de febrero), lo que determina a partir de esta evaluación diferencias de control marcadas entre los distintos productos. A los 24 y 30 dda los controles de todos los productos presentan evolución negativa debido a los constantes nacimientos de *Anticarsia*. Si bien es importante la evaluación de cada producto, lo es aún más la elección del grupo químico a utilizar, es por eso que los datos a continuación serán presentados por su grupo químico (Tabla 10).

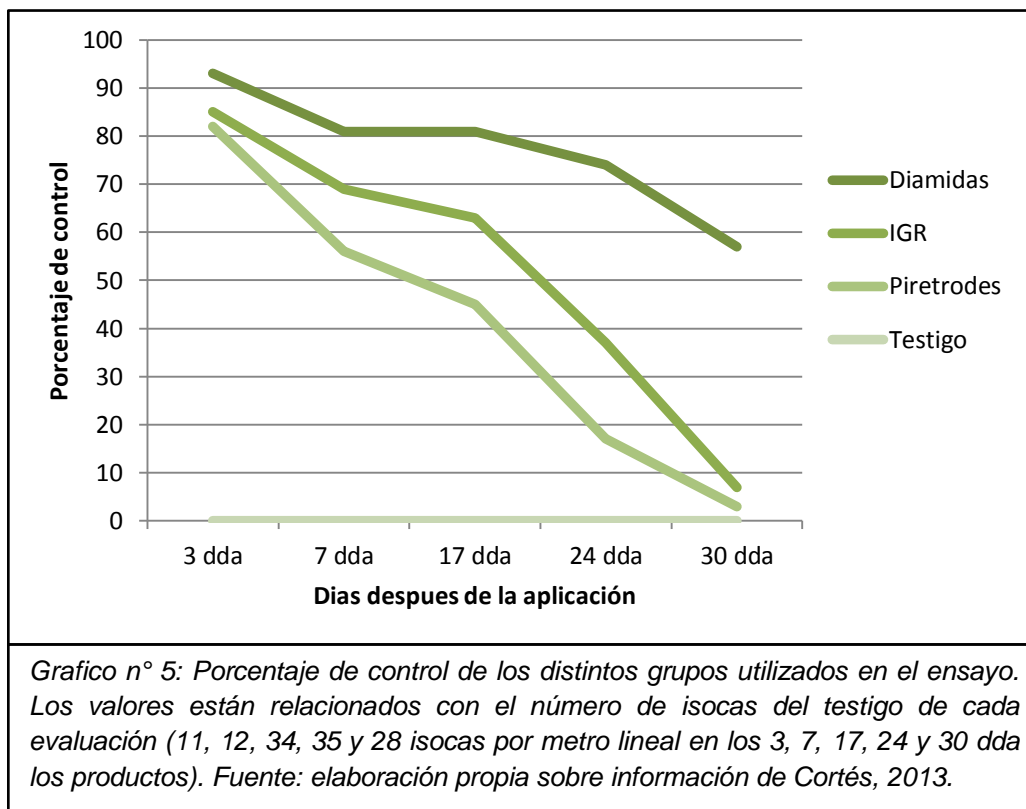
Los valores de cada uno de los tratamientos se promediaron para obtener 3 submuestras y las mismas se analizaron estadísticamente. Los valores están relacionados con el número de isocas del testigo de cada evaluación (11, 12, 34, 35 y 28 isocas por metro lineal en los 3, 7, 17, 24 y 30 dda los productos).

Grupos Químicos	3 dda	7 dda	17 dda	24 dda	30 dda
Diamidas	93 a	81 a	81 a	74 a	57 a
IGR	85 b	69 a	63 b	37 b	7 b
Piretroides	82 b	56 b	45 c	17 c	3 b
Testigo	0 c	0 c	0 c	0 d	0 b
Tratamiento	>0,0001	>0,0001	>0,00001	>0,0001	>0,0001

Tabla n° 10: Porcentaje de control de los distintos grupos utilizados en el ensayo. Fuente: Cortés, 2013.

Se encontraron diferencias entre los distintos tratamientos. Evaluando los mismos por su grupo químico, el grupo de las diamidas fue el que mejor performance tuvo, evidenciándose en los mayores porcentajes de control y en los menores porcentajes de defoliación. Se destacó el comportamiento del activo bifentrin para el control de esta isoca, el cual tuvo una performance diferencial respecto de los otros piretroides en el control de esta plaga, en concordancia con datos de otros ensayos (Cortés, 2013).

Las diamidas, al igual que los IGR´s, presentan un costo superior a los insecticidas convencionales, pero al ser más persistentes y asegurar mayor tiempo de protección, los beneficios son similares ya que con otros productos habría que hacer más de una aplicación para lograr los mismos resultados, esto sin contabilizar el beneficio ambiental de preservar los insectos benéficos, que le pueden dar una duración extra a este tipo de productos (Cortés, 2013).



En la siguiente tabla n° 11 se detalla el listado de Insecticidas utilizados para el control de orugas defoliadoras en soja que incluye la formulación, la clase y banda toxicológica:

PRINCIPIO ACTIVO	FORMULACION	CLASE	BANDA
ALFAMETRINA	CE ⁹	II	AMARILLA
TIAMETOXAM + LAMBDAALOTRINA	SC ¹⁰	II	AMARILLA
TRIFLUMURON	SC	IV	VERDE
RYNAXYPYR	SC	IV	VERDE
LAMBDAALOTRINA + CLORANTRANILIPROLE	CS ¹¹ + SC	II	AMARILLA
GAMMACIALOTRINA	CS	III	AZUL
LAMBDAALOTRINA + LUFENURON	SC	II	AMARILLA
BIFENTRIN + NOVALURON	SC	II	AMARILLA
FLUBENDIAMIDE	SC	III	AZUL
LUFENURON	EW ¹²	III	AZUL
LAMBDAALOTRINA + METOMIL	SC	II	AMARILLA

⁹ Concentrado emulsionable

¹⁰ Suspensión concentrada

¹¹ Suspensión en capsulas

¹² Emulsión aceite en agua

ABAMECTINA + LUFENURON	ME ¹³	II	AMARILLA
CLORPIRIFOS	CE	II	AMARILLA
LUFENURON	CE	III	AZUL
CLORANTRANILIPROLE	SC	IV	VERDE
BENZOATO EMAMECTINA +LUFENURON	WG ¹⁴	II	AMARILLA
TIAMETOXAM + LAMBDAACIALOTRINA	CS + SC	II	AMARILLA
IMIDACLOPRID + BETACIFLUTRINA	SC + SC	II	AMARILLA
DELTAMETRINA	CE	II	AMARILLA
TIAMETOXAM + LAMBDAACIALOTRINA	CE	II	AMARILLA
SPINETORAM	SC	IV	VERDE
SULFOXAFLOL + LAMBDAACIALOTRINA	SE	II	AMARILLA
ALFACIPERMETRINA	CE	II	AMARILLA
GAMMACIALOTRINA	SC	III	AZUL
ACETAMIPRID + LAMBDAACIALOTRINA	OD	II	AMARILLA
ZETAMETRINA	EW	II	AMARILLA
IMIDACLOPRID + BIFENTRIN	SC	II	AMARILLA
BISTRISULFURON	CE	IV	VERDE
BIFENTRIN + ZETACIPERMETRINA	EC	II	AMARILLA
IMIDACLOPRID + ZETAMETRINA	SC + CE	II	AMARILLA
LAMBDAACIALOTRINA	WG	II	AMARILLA
LAMBDAACIALOTRINA	CS	II	AMARILLA
METOXIFENOCIDE	SC	IV	VERDE
ALFACIPERMETRINA + TEFLUBENZURON	SC	II	AMARILLA
ABAMECTINA + LUFENURON + BIFENTRIN	CE	II	AMARILLA
LAMBDAACIALOTRINA	CE	II	AMARILLA
LAMBDAACIALOTRINA	CE	II	AMARILLA
THIODICARB	WG	II	AMARILLA
LAMBDAACIALOTRINA	CE	II	AMARILLA
CLORPIRIFOS	CE	II	AMARILLA
CLORPIRIFOS + CIPERMETRINA	CE	II	AMARILLA
LUFENURON	ME	IV	VERDE
LUFENURON	CE	IV	VERDE
METOMIL	SP ¹⁵	I	ROJO
ZETAMETRINA	EW	II	AMARILLA
CLORPIRIFOS	ME	II	AMARILLA
TEFLUBENZURON	SC	III	AZUL
IMIDACLOPRID + CLORPIRIFOS	SE	II	AMARILLA
CLORPIRIFOS	CE	II	AMARILLA

¹³ Micro emulsión

¹⁴ Granulo dispersable

¹⁵ Polvo soluble

CLORPIRIFOS	CS	III	AZUL
NOVALURON	CE	IV	VERDE
METOXIFENOCIDE + SPINOSAD	SC	IV	VERDE
ACETAMIPRID + ESFENVALERATO	CE	II	AMARILLA
NOVALURON	CE	III	AZUL
CLORPIRIFOS	CE	II	AMARILLA
CLORPIRIFOS + CIPERMETRINA	CE	II	AMARILLA
IMIDACLOPRID + BETACIFLUTRINA	SC	II	AMARILLA
CARBOSULFAN + BIFENTRIN	CE	III	AZUL
IMIDACLOPRID + GAMMACIALOTRINA	CS + SC	III	AZUL
SPINOSAD	SC	IV	VERDE
TIAMETOXAM + ZETAMETRINA	SG + EC	II	AMARILLA
CLORANTRANILIPROLE + TIAMETOXAM	SC	II	AMARILLA
CLORANTRANILIPROLE + ABAMECTINA	SC	II	AMARILLA
LAMBDAIALOTRINA	ME	II	AMARILLA

Tabla n° 11 Listado de Insecticidas utilizados orugas defoliadoras en soja. Fuente: Elaboración propia sobre información proveniente Guía de Productos Fitosanitarios – CASAFE – Edición 2015/2017

7. ESTRATEGIAS NO CONVENCIONALES PARA EL CONTROL DE ORUGAS DEFOLIADORAS

7.1 FEROMONAS

Las feromonas, pertenecen a un grupo mayor de mensajeros químicos, denominados semioquímicos o infoquímicos, que permiten la comunicación entre individuos de la misma o distinta especie, a través de sustancias químicas, emitidas al exterior, que determinan cambios en el comportamiento y pueden resultar favorables o no al emisor o al receptor (Lobos, 2012).

Son dos los atributos claves de las feromonas: su ESPECIFICIDAD, que determina que solo la especie indicada será atraída y su SENSIBILIDAD, que significa que los insectos reaccionan a muy bajas concentraciones en el aire; los insectos emiten dosis de feromona en el orden de los nanogramos. En algunas especies, se combinan feromonas sexuales y de agrupación (Lobos, 2012).

Desde un punto de vista etológico, existen distintas técnicas:

- a. Confusión sexual: cientos de emisores de feromona se distribuyen en el cultivo e interfieren con los machos o hembras en la localización del sexo opuesto, evitando la cópula.
- b. Trampeo masivo: Los individuos de un sexo son atraídos por la feromona colocada en la trampa, donde son retenidos, sin poder copular.
- c. Atraer y matar: los individuos atraídos entran en contacto con alguna sustancia insecticida que los mata. En algunos casos el insecticida está mezclado con la feromona o bien es parte de la mezcla de una cobertura de un soporte físico por dónde camina el insecto.
- d. Auto confusión: una de las técnicas más recientes, consigue prevenir la cópula impregnando a los machos con partículas cargadas eléctricamente que tienen adsorbida la feromona. Los machos se aproximan a las trampas o tabletas con las partículas atraídos por la feromona; con estas, adheridas al cuerpo, pasan a ser emisores del semioquímico y atraen a otros machos, dificultando el encuentro con las hembras (Lobos, 2012).

Característica	Control con feromona	Control Químico
Modo de Acción	Modificación del comportamiento	Biosida
Estrategia de Protección	Preventiva	Supresión
Espectro de control	Específica	No específica
Persistencia	Todo el ciclo del cultivo	Dependiente del producto
Restricciones climáticas	Mínimas	Con restricciones
Facilidad de implementación	Fácil implementación	Fácil implementación
Sistemas productivos	<ul style="list-style-type: none"> • Convencional • Diferenciado-Certificado • Industria • Orgánico 	<ul style="list-style-type: none"> • Convencional • Diferenciado-Certificado • Industria
Compatibilidad con otras técnicas	compatible	Compatibilidad restringida
Requerimientos de maquinaria	Requiere, según la técnica.	Si requiere
Requerimientos de agua	0-100 litros/campaña, según la técnica	100-1000 litros/campaña según la técnica de aplicación.
Requerimiento de EPP	No requiere (solo guantes)	Si requiere
Tiempo de carencia	No tiene	Variable según producto
Requerimiento profesional	Mayor requerimiento	Menor requerimiento
Contaminación ambiental	No contaminante	contaminante
Riesgo de Resistencia	No tiene	Requiere MIR

Tabla 12: características del control implementado con feromonas en relación a la técnica estándar del control químico. Fuente: Lobos, 2012.

UTILIDAD DE ESTA TECNOLOGIA

En nuestro país, pocos cultivos hortícolas y frutícolas tienen ofertas tecnológicas basadas en el uso de feromonas y que resultan clave para el éxito de la protección de los cultivos contra plagas claves.

En el caso de los cultivos extensivos, como soja, no existen estos insumos. Su disponibilidad ayudarían a desarrollar sistemas de monitoreo como apoyo a la toma de decisiones de control para *C. includens*, *H. gelotopoeon*, y *H. armígera*,

entre las más importantes. Al conocer la fluctuación poblacional y abundancia estacional, es posible anticipar acciones que tienen que ver con la administración del esfuerzo de muestreo, la disponibilidad oportuna de la logística de control, etc. Esto redundaría en beneficio de una protección oportuna y eficaz del cultivo. Esta situación es más crítica con las plagas que presentan un comportamiento crítico, es decir que parte o la totalidad de su vida larval, y por lo tanto, el daño lo ocasionan en el interior de los tejidos vegetales, de modo que la oportunidad de la aplicación es clave para el éxito del control.

Hugo Zerda (2012) explica la experiencia realizada en Guanacache, San Juan, en un campo de alfalfa destinado a la producción de semilla, en el que hubo fuertes e imprevistos ataques de “bolillera” (*H. gelotopoeon*), produciendo daños graves en la producción de vainas y semilla. En las campañas 2010-11 y 2011-12 se pudo conocer la presencia de la plaga de modo anticipado, mediante la colocación de trampas de aceite, cebadas con feromonas de esa especie. A partir de esto se pudo observar oportunamente los huevos y larvas, logrando controlar químicamente y en forma eficaz a la población larval.

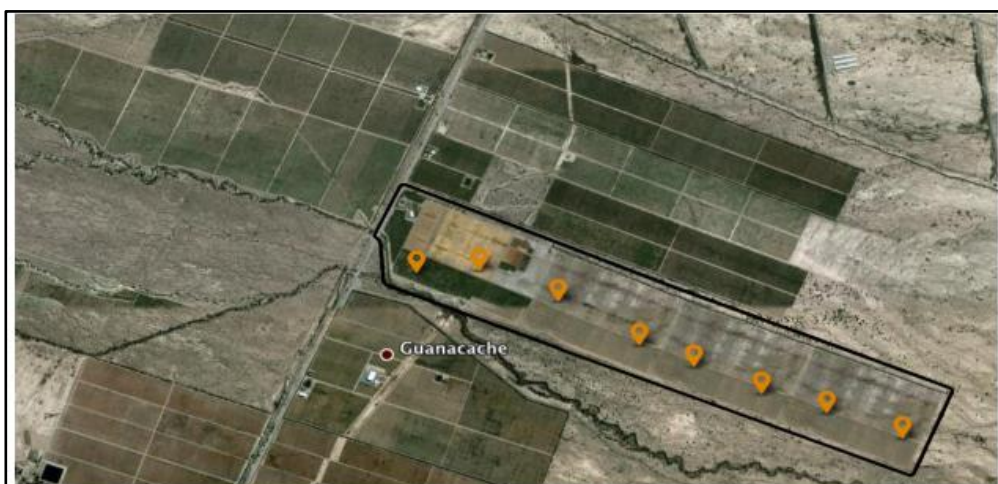
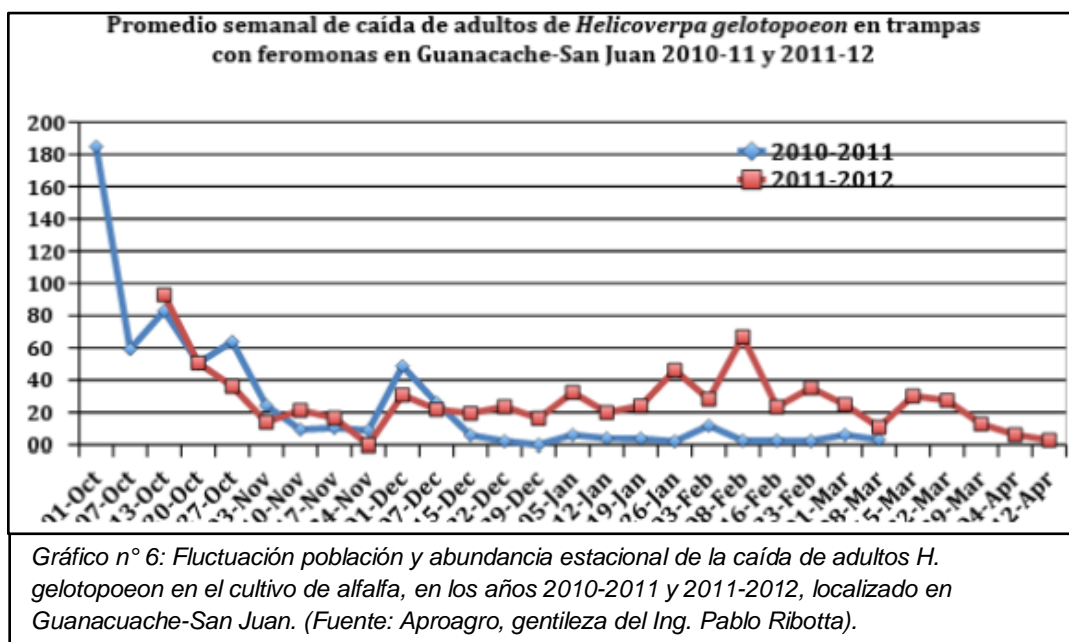


Figura Nº 14: vista satelital para del área cultivada con alfalfa, donde se instalaron las trampas (marcadas en anaranjado), para el monitoreo de adultos *H. gelotopoeon* en la campaña 2011-2012, localizada en Guanacache-San Juan. (Fuente: Dr. Hugo Zerda-FCF-UNSE).

La localización geo referenciada de las trampas (Figura N°17), permitió un análisis geo estadístico de los datos, pudiendo caracterizar temporal y espacialmente la distribución de los adultos en el cultivo. Este tipo de análisis, brinda información adecuada para conocer: área de ingreso de la plaga, modificaciones en su dinámica, inferir sobre factores que favorecen o perjudican la presencia de la plaga. Si bien este caso está circunscripto a un solo campo de 160 has implantadas en un oasis o “isla ecológica” (áreas periféricas con vid en este caso), esta técnica de monitoreo se puede aplicar a grandes regiones. Pudiendo inferir la información para toda una región y establecer recomendaciones para todos los productores incluidos en la red de monitoreo, ya que debido a esto, dos aplicaciones por cada ciclo de cosecha fueron suficientes para un control satisfactorio de las poblaciones de la bolillera.



Las feromonas permiten monitoreo de los niveles poblacionales de adultos que, junto con los muestreos, permite generar información vital, y que posteriormente, serán el punto de partida para la toma de decisiones.

Es una de las estrategias que probablemente será de mayor uso en el futuro, ya que es muy específica, atrayendo a los individuos de la misma especie, favoreciendo así a la fauna benéfica. Si se lograra disminuir los costos podría utilizarse no solo para monitoreo, sino también para control.

7.2 TRAMPAS DE LUZ

Las trampas de luz son un método de captura de lepidópteros adultos muy difundido para distintos fines pero el uso más frecuente de estas trampas es el estudio de las variaciones temporales de la abundancia poblacional de adultos de las diferentes especies de Lepidópteros plagas de la agricultura.

Las fluctuaciones poblacionales de adultos de Lepidóptera pueden usarse para estudiar la frecuencia de las migraciones, las épocas de mayor abundancia, la presencia durante todo el año y, además, puede estudiarse la relación entre los registros obtenidos y los ataques de larvas en los campos de cultivos (Doreste 1975). Se han utilizado diferentes trampas de luz para la captura de adultos de Lepidóptera, usando lámparas de vapor de mercurio, tubos de luz negra o tubos fluorescentes blancos (Hichins et al. 1974; Doreste 1975; Pacheco 1976; Willson et al. 1981; Rizzo et al. 1985; Parra et al. 1986; Putruele 1986; Tolley & Robinson 1986). Una desventaja de las trampas de luz es su labor de mantenimiento frecuente y una fuente de energía cercana (Hayes 1991; Coop et al. 1992); sin embargo, cuando el objetivo es recopilar información sobre un número importante de especies. Las trampas de luz son de gran utilidad.

UTILIDAD DE ESTA TECNOLOGIA

Esta técnica fue utilizada por Avila M. durante la campaña 2014 en Salta para realizar las primeras capturas *H. armígera* y determinar su presencia sobre el cultivo de garbanzo. Para realizar las capturas, se utilizó una pantalla de luz blanca de 250 w durante 4 horas diarias de 19 a 23 hs y fueron realizadas 4 veces por semana.

H. armígera comenzó a observarse desde mediados de julio, el primer pico poblacional ocurrió a mediados de agosto cuando el cultivo tenía 65 días. Capturando más de 40 ejemplares en una semana, coincidiendo con los mayores daños producidos en el garbanzo, con pérdidas del 50 % de las vainas.

Es por esto que el monitoreo de adultos con trampas de luz es de fundamental importancia a fin de tomar las medidas de manejo necesarias para el control de larvas y adultos durante la primera y segunda generación a fin de evitar daños en el cultivo.

Según Andriana Saluso (2017), las capturas de mariposas plaga registradas en las trampas de luz ubicadas diferentes localidades de Entre Ríos en el mes de febrero, no revistieron preocupación, sin embargo, los relevamientos en lotes de soja deben continuar para conocer la presencia y los niveles de abundancia de las otras especies plaga asociadas al cultivo.

La información generada por esta estrategia es muy útil como una advertencia de potenciales infestaciones de larvas y ayudar a determinación el mejor momento en

que deben intensificarse los muestreos. Asimismo, colabora en la obtención de información para la toma de dediciones pero, a diferencia de las feromonas, no posee selectividad.

7.3 PLAGUICIDA MICROBIOLOGICO

Un plaguicida microbiológico es todo microorganismo entomógeno que posee la habilidad propia para matar insectos, esto es mediante la producción de metabolitos, enzimas o toxinas; pero también incluye otras especies que son patógenas oportunistas, pudiendo multiplicarse en el hospedante (Allinghi, 2004).

Bacillus thuringiensis es una bacteria de gran importancia en el control de Lepidópteros, Dípteros y Coleópteros, su facilidad de producción masiva ha permitido que existan productos comerciales altamente efectivos (Allinghi, 2004).

Dentro de la caracterización de B.t., la peculiaridad más distintiva es la presencia de las proteínas insecticidas cristalinas (PCI), las cuales son el ingrediente activo de los bioinsecticidas. Estas proteínas están codificadas por genes (llamados cry) que han sido clasificados e identificados de acuerdo al tamaño y la actividad biológica de sus productos. Los genes cry I codifican proteínas tóxicas para Lepidópteros (cristal bipiramidal), los cry II son tóxicas para Lepidópteros y Dípteros (cristales cuboidales), los cry III para Coleópteros (cristales romboidales) y los cry IV para Dípteros (cristales ovoides) (Allinghi, 2004).

Cuando una larva susceptible ingiere B.t. esporulado con PCI, sufren una primera solubilización debida a ese pH alcalino y posterior activación por proteasas específicas presentes en el jugo gástrico, lo que da lugar a la formación de fragmentos tóxicos que terminan acoplándose a un receptor de la membrana de las células epiteliales. Esta unión desequilibra la estructura de la membrana produciéndose un poro por donde penetran cationes y agua. El exceso de agua en el citoplasma de las células epiteliales provoca una distensión excesiva hasta que esta revienta. Generando un ambiente favorable para la germinación de las esporas, iniciando la proliferación de las bacterias dentro del organismo paralizado, pudiendo sobrevenir la muerte por septicemia (Allinghi, 2004).

Sólo unas pocas especies poseen, en su aparato digestivo, el sitio de unión que reconoce la proteína. Por lo tanto, otros organismos la digerirán del mismo modo que digieren cualquier otra proteína. Esto da una altísima especificidad a la acción tóxica del Bt. Por esta razón, los cultivos Bt no poseen efectos tóxicos sobre organismos no-blancos (Allinghi, 2004).

7.3.1 SOJA INTACTA. ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS (OGM)

INTACTA RR2 PRO fue creado mediante biotecnología de Monsanto, es una tecnología que incluye tolerancia al herbicida glifosato y protección ante las principales plagas lepidópteras del cultivo a través de una proteína Bt.

Se lanzó en Argentina después de 18 años de la introducción de la soja RR1. (Massaro, 2015).

La empresa Monsanto Argentina indica que este nuevo evento fue obtenido utilizando métodos más modernos de transformación de plantas y selección de eventos, lo que trae aparejado ventajas en el rendimiento con respecto a las variedades RR1 (Sánchez, 2014)

El incremento del rinde de las distintas variedades de soja INTACTA RR2 PRO se produce gracias a la acción de la tecnología sobre el mejor germoplasma. A su vez, la selección y posicionamiento que realizan las compañías de semilla, son fundamentales para maximizar esos beneficios. De este modo, se desarrolla un círculo virtuoso en el que, tanto la biotecnología como el germoplasma, se complementan y se vuelven fundamentales para la maximización de resultados.

Con respecto al control de plagas, controla las principales plagas de Lepidópteros que afectan al cultivo de soja. La proteína Bt se manifiesta en todo el ciclo del cultivo, desde la emergencia hasta el final del ciclo.

Se integra dentro de un programa de Manejo Integrado de Plagas, por ser en sí misma una alternativa diferente en el manejo de plagas, y por potenciar otras estrategias de control como el biológico y el cultural.

Se debe respetar el refugio, que es una porción del lote o del campo sembrado con una variedad de soja que no contenga el gen Bt, lo que permite que los insectos susceptibles puedan reproducirse y mantener una población “susceptible” numerosa capaz de diluir los posibles insectos “resistentes” sobrevivientes en INTACTA RR2 PRO y así mantener baja la frecuencia de los insectos resistentes.

UTILIDAD DE ESTA TECNOLOGIA

Massoni F. et. al. (2015) evaluaron la exposición de un cultivo de soja Bt (INTACTA 5.8 RR2 PRO®) y convencional (DON MARIO 5.9i RR1), a organismos plaga y depredadores.

En ambos cultivares se registraron las siguientes especies de isocas defoliadoras: *R. nu*, *H. gelotopoeon*, *A. gemmatalis*, *S. cosmioides* y *A. bifidalis*, donde los promedios máximos de las mismas se hallaron en el estado de inicio de formación de vainas (R3) con 5,4 isocas/m para el tratamiento convencional y 1,4 isocas/m para la soja Bt.

Especies	DM 5.9 i RR1		INTACTA 5.8 RR2 PRO	
	Vc-V9	R1-R6	Vc-V9	R1-R6
<i>R. un</i>	0.2	3	-	0.9
<i>A. gemmatalis</i>	-	1	-	-
<i>S. frugiperda</i>	-	1.1	0.1	0.3
<i>S. cosmioides</i>	-	2	-	1.3
<i>H. gelotopoeon</i>	-	0.4	-	0.6
<i>A. bifidalis</i>	0,9	0,2	0,1	-

Tabla n°13: Densidad promedio de isocas defoliadoras, durante los estadios vegetativos y reproductivos, para cada cultivar. Fuente: elaboracion propia sobre información proveniente de Massoni F. et. al. (2015).

En conclusión, las isocas defoliadoras presentaron baja densidad. *Rachiplusia nu* fue la más abundante en DM 5.9i RR1, mientras que *S. cosmioides* lo fue en INTACTA 5.8 RR2 PRO®. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en los rendimientos ni en el peso de 1000 granos.

Sánchez et al. (2014) realizaron un estudio de comparación en el rendimiento entre variedades RR1 y RR2Bt, en el Noroeste Argentino donde indican que, en líneas generales, esta tecnología presentaría un aumento del 3% al 5% en el rendimiento con respecto a sus predecesoras, las variedades RR1, pero sin presentar diferencias significativas.

A medida que el análisis se hace más detallado, se pueden encontrar diferencias significativas a favor de esta nueva tecnología en algunos grupos de materiales, como sucede en el caso del GM V. En algunas variedades del GM VII, a pesar de no presentar diferencias significativas, el orden de incremento del rendimiento es cercano al 10%, que es un margen interesante para el productor sojero.

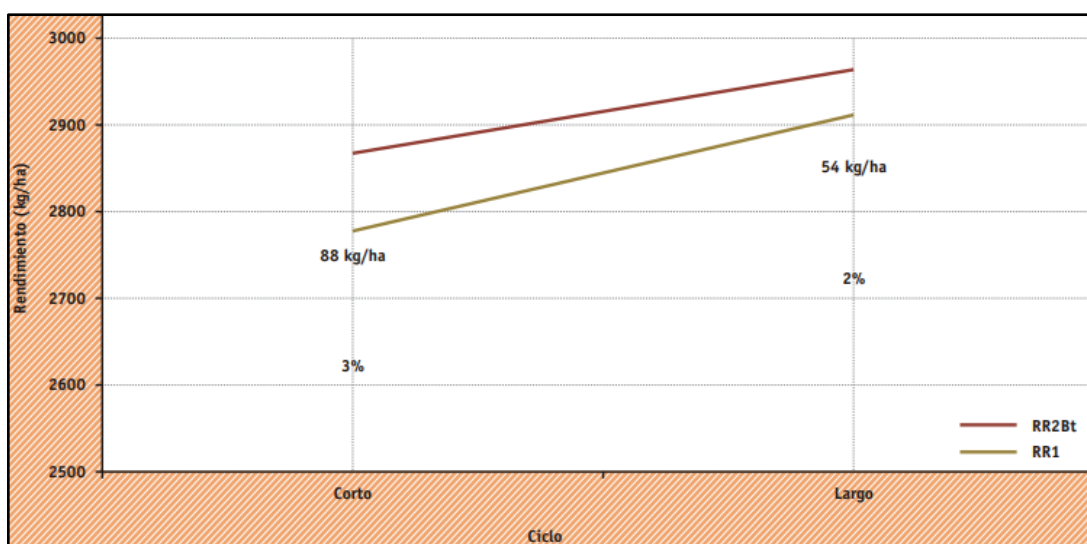


Grafico n°7: Rendimientos promedio de variedades RR1 y RR2Bt -discriminadas por ciclo corto y largo con sus respectivas diferencias en kg/ha y porcentuales, de las macro parcelas del noroeste argentino. Campaña 2013/2014. Fuente: Sánchez (2014)

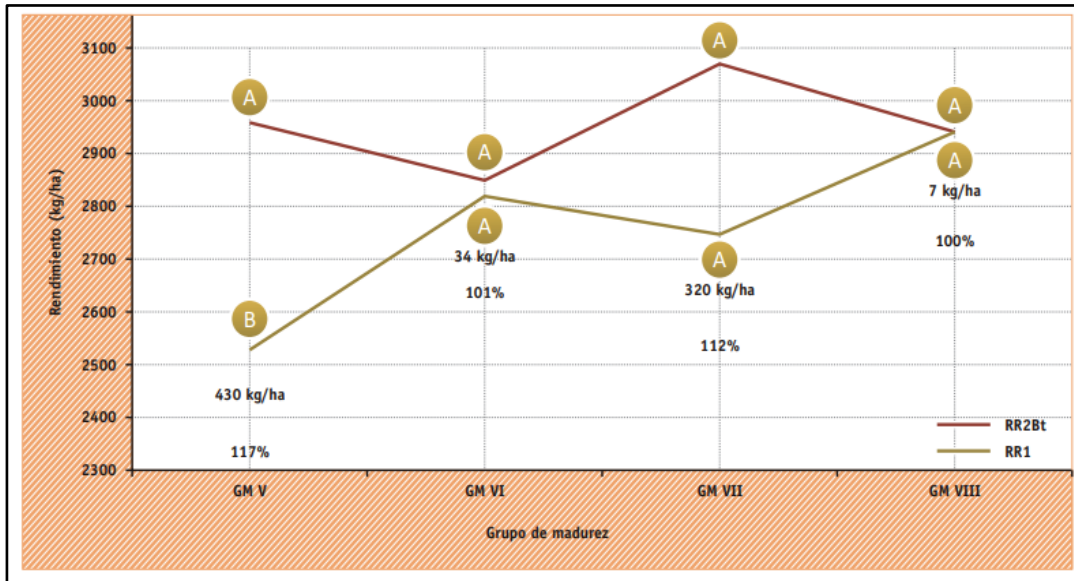


Grafico n° 8: Rendimientos promedio de variedades RR1 y RR2Bt -discriminadas por grupo de madurez con sus respectivas diferencias en kg/ha, porcentuales y resultados del ANAVA de las macro parcelas del noroeste argentino. Campaña 2013/2014. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Fuente: Sánchez (2014)

No obstante, en el caso de *H. armígera* en China se ha reportado el aumento de la tolerancia de esta especie a la Cry1Ac y recientemente se encontró una tolerancia cruzada entre Cry1Ac y Cry2Ab en poblaciones de campo de *H. armígera* (Scalora, 2014).

Esta tecnología presenta beneficios ambientales que se ven reflejados en la reducción del impacto de la agricultura tradicional: reduce la cantidad de aplicaciones, no afecta a la fauna benéfica, conservar la fertilidad del suelo y los recursos naturales, entre otros. Por otro lado, las empresas que la venden, protegen su investigación científica mediante patentes que obligan al productor a pagar regalías sobre la parte de cosecha que utiliza para volver a sembrar.

7.3.2 VIRUS ENTOMOPATOGENOS UTILIZADOS COMO BIOINSECTICIDA

Entre los virus que son patógenos para los artrópodos se encuentran los miembros de la familia *Baculoviridae*. Son microorganismos que producen enfermedades infecciosas que se multiplican en los tejidos de los insectos hasta, eventualmente, ocasionar su muerte. Son parásitos intracelulares obligados, pues no pueden reproducirse fuera de la célula huésped, ya que necesitan un organismo vivo para su multiplicación y diseminación (Rizo, 2001).

Los virus contaminan a los insectos por vía oral. Normalmente, éstos son ingeridos con los alimentos presentes en los tallos y hojas. Son bastantes específicos: no afectan a vertebrados ni a invertebrados no artrópodos, tampoco a otros

microorganismos o a las plantas (Bishop, 1988). Presentan el inconveniente de precisar varios días para eliminar una plaga (entre 5 y 15 días), lapso durante el cual el daño puede continuar (Arregui, 2007).

UTILIDAD DE ESTA TECNOLOGIA

Existe el empleo de insecticidas microbiológicos para el control de orugas defoliadoras, como el virus de polihedrosis nuclear de *A. gemmatalis* (AgMNPV) que comenzó a ser producido a mediados de la década del 70 por el EMBRAPA en Brasil, dentro del programa de MIP en soja. Se recogían las larvas afectadas por el virus para utilizarlas en la campaña siguiente.

Este virus fue utilizado en Brasil en lo que se considera el mayor programa de control biológico a nivel mundial, donde el virus se llegó a aplicar en 2 millones de hectáreas del cultivo de soja (Moscardi et al., 2011), 12% de la superficie cultivada con soja.

En la actualidad en la zona sojera del centro y norte de Córdoba y Entre Ríos en las últimas 2 campañas se ha utilizado esta tecnología en la mayoría de los campos, generando una reducción en la cantidad de aplicaciones de insecticidas para el control de orugas defoliadoras (Urretabizcaya, 2019).

En conclusión, es una herramienta eficaz en el control de orugas defoliadoras en soja, siempre que se cuide y respete esta tecnología sembrando el porcentaje destinado a refugio.

7.4 CONTROL BIOLÓGICO

Los agentes de control biológico cumplen con un importante rol en mantener las fluctuaciones de poblaciones de orugas en niveles bajos, sin frecuentes ataques masivos. Según Freitas (2006), en un agro ecosistema en equilibrio. La mayoría de los insectos plaga son controlados de manera natural por patógenos (virus, bacterias, hongos), parasitoides y predadores. De esta forma se logra reducir el uso de agroquímicos, causantes de daños ambientales.

R. nu es la especie que presenta mayores niveles de parasitismo y riqueza de parasitoides. Dentro de los parasitoides de larvas es afectada principalmente por *Copidosoma floridanus* (micro himenóptero poliembriónico), le siguen en orden *Voria ruralis* (mosca), *Patelloa spp* y *Lespesia sp*, y entre otros predadores (nápidos, geocóridos, crisopas, coccinélidos, carábidos y arácnidos) (García, 2009). La mayoría de estos últimos se alimentan de huevos y larvas pequeñas de las orugas defoliadoras, además de una gran diversidad de otros insectos y ácaros. Los hongos patógenos tienen un rol muy importante en el control de este insecto cuando las lluvias favorecen su rápida difusión (Aragón, 2006).

Para *Helicoverpa gelotopoeon* se han determinado, hasta el momento, tres especies parasíticas: *Blepharipa sp.*, *Archytas sp.* (Díptera: Tachinidae) y *Campoletis griotti* (Hymenóptera: Ichneumonidae) (datos no publicados) (Ackermann, 2016).

Si hablamos específicamente de *H. armígera* se han reportado 36 parasitoides, 23 predadores y 9 patógenos, encontrándose porcentajes de parasitismo que van de un 5% a un 76%, dependiendo del cultivo y del estado del ciclo de vida de la plaga. Los parasitoides del género *Trichogramma* son los parasitoides más frecuentes de huevos de la familia *Heliothinae*. Considerando que *H. armígera* es una plaga exótica para América, se deberían orientar las acciones a buscar enemigos naturales en la región de origen de esta especie, para luego utilizarlos en programas de control biológico (Scalora, 2014).

En el caso de *Anticarsia gemmatalis*, no presenta tan altos niveles de parasitismo debido a que está controlada, en gran medida, por el hongo entomopatógeno del género *Nomureae rileyi* cuando hay condiciones de alta humedad ambiente. Entre las especies que más la afectan se encuentra: *Vorya ruralis* y *Aleiodes sp.*

Bentancourt y Scatoni (2001) citan, para Uruguay, varios agentes de mortalidad para *A. gemmatalis*: predadores (*Calosoma retusum* Fabricius (Coleóptera: Carabidae) *Nabis sp.* (Hemíptera: Nabidae) y *Orius insidiosus* Say (Hemíptera: Anthocoridae), parasitoides *Architas incerta* Macquart (Díptera: Tachinidae) y entomopatógenos (*Nomureae rileyi* Farlow Samson) (Moniliales: Moniliaceae) y virus de la poliedrosis nuclear.

Plaga	Parasitoide u Hongo que la controla
<i>Rachiplusia nu</i>	<i>Copidosoma floridanus</i> (Parasitoide)
	<i>Voria ruralis</i> (Parasitoide)
	<i>Patelloa spp.</i> (Parasitoide)
	<i>Lespesia sp.</i> (Parasitoide)
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	<i>Nomureae rileyi</i> (Hongo entomopatógeno)
	<i>Voria rurales</i> (Parasitoide)
	<i>Aleiodes sp</i> (Parasitoide)
	<i>Cotesia sp.</i> (Parasitoide)
<i>Helicoverpa gelotopoeon</i>	<i>Aleiodes sp</i> (Parasitoide)
	<i>Campoletis griotti</i> (Parasitoide)
<i>Helicoverpa armígera</i>	<i>Trichogramma</i> (Parasitoide)
<i>Loxostege bifidalis</i>	<i>Cotesia sp</i> (Parasitoide)
<p><i>Tabla n°14: Principales parasitoides y hongos entomopatógeno en el control de orugas defoliadoras en soja, en orden de importancia. Fuente: elaboración propia según García F. et al en Manual de Manejo del Cultivo de Soja (2009).</i></p>	



Figura n°18: Adulto de *Copidosoma floridanus* (izquierda) y larva momificada (derecha). Fuente: Cátedra de Zoología, UNLZ, 2018.

UTILIDAD DE ESTA TECNOLOGIA

La utilidad de estas tecnologías depende fuertemente del parásito y del estado larval de la plaga. Colombo et al (2007) analizaron la incidencia de parasitoides en larvas de lepidópteros en el cultivo de soja en Tucumán y concluyeron que el porcentaje de parasitismo manifestado fue bajo. Los parasitoides no determinaron niveles importantes de mortalidad en larvas, por ser este estado aparentemente menos susceptible al accionar de estas especies benéficas, en comparación con el estado de huevo que alcanzaron altos porcentajes de parasitismo (Valverde y Virla, 2007). También puede ser explicado por su baja especificidad, con excepción de especies como *Cotesia marginiventris* y *Megaselia scalaris* que demostraron tener un amplio rango de huéspedes. Esto trae como consecuencia la necesidad de establecer pautas culturales en el manejo del cultivo, que permitan favorecer la presencia y el accionar de estos enemigos naturales a través de programas de manejo integrado del cultivo.

En evaluaciones de mortalidad natural de *A. gemmatalis* realizadas en Uruguay en lotus y soja (2005-2006 y 2006-2007), se encontraron tres especies de parasitoides (dos taquínidos y un ichneumónido) y el hongo *N. rileyi*. Todas las especies se hallaron tanto en lotus como en soja y el mayor valor de mortalidad (19 %) se alcanzó en el cultivo de soja sin aplicación de insecticidas. Ambos años se caracterizaron por presentar humedad relativa baja durante el verano y otoño lo que no permitió que *N. rileyi* provocara una mortalidad elevada de larvas. Sin embargo, en 2009-2010, que se caracterizó por una frecuencia importante de precipitaciones, la mortalidad fue elevada, siendo posible observar larvas muertas en el campo (Alzugaray y Ribeiro, 2010).

Las especies del género *Nabis* son frecuentemente encontrados en el cultivo de soja en Brasil, lo que sugiere su importancia como agente de control biológico. Entre más de 380 especies que componen la familia Nabidae, *T. capsiformis*, es la

especie que presenta mayor distribución geográfica, siendo abundante en casi todo la región tropical y América del Sur (Kerzhner, 1983). El potencial de *Nabis spp.* Costa (Hemiptera: Nabidae) en la soja fue estudiado en laboratorio, mostrando un consumo medio diario por parte de adultos de 21,16 huevos o de 3,29 lagartas de tercer estadio de *A. gemmatalis* (Correa-Ferreira y Moscardi, citados por Bueno et al., 2012d).

A. gemmatalis sufre el ataque de parasitoides en los estados de huevo y larva. Los parasitoides de huevos son pequeños himenópteros, que presentan algunas ventajas en relación al uso de agroquímicos, siendo capaces de parasitar huevos en los distintos estratos de las plantas. Muchas veces el agroquímico no logra el control de larvas de *A. gemmatalis* en los estratos inferiores, por lo tanto este agente natural presenta otra ventaja además de la reducción en el uso de pesticidas. Varias son las especies de parasitoides encontradas en Brasil, destacándose el género *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Haji et al., 1998). Johnson (1984) encontró adultos parasitando huevos de *A. gemmatalis* en la localidad de Lapa, en el Estado de Paraná (sur de Brasil).

En Argentina, en la provincia de Tucumán, las larvas de *A. gemmatalis* poseen muy pocos parasitoides que la controlen en el estado larval. Sin embargo, Gianfeliici et al. (2014) han comprobado la susceptibilidad de las larvas al nematodo *Steinernema rarum* Travassos (Rhabditida: Steinernematidae) (de Doucet y Giayetto, 1994). Los nematodos entomopatógenos pertenecientes a las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae son antagonistas naturales de insectos plaga. En forma conjunta estos nematodos y sus bacterias simbioses causan indefectiblemente la muerte del hospedador en pocas horas. Por lo tanto, son considerados excelentes insecticidas biológicos (Gianfeliici et al., 2014).

Dentro de los hongos entomopatógenos el más frecuente es *N. rileyi* (Ribeiro, 2007). Este hongo es un regulador eficaz natural de lagartas infectando más de 30 especies de lepidópteros en soja y también en otros cultivos (Boucias et al., 2000). En condiciones de microclima apropiadas, con alta humedad relativa, puede provocar una mortalidad de larvas de *A. gemmatalis* de hasta el 100 % (Hoffmann-Campo et al., 1979). Las orugas afectadas por este patógeno adquieren un color blanco y quedan adheridas a tallos y hojas (Ribeiro, 2007). En un estudio de ocho años realizado en Brasil (Cruz Alta, Rio Grande do Sul), se determinó que el agente de control natural de *A. gemmatalis* de mayor efectividad fue *N. rileyi* con un porcentaje promedio de control en el período de estudio de 29 % (Corrêa-Ferreira y Smith, 1975).



Figura n°19: Larva momificada por N. rileyi. Fuente: Cátedra de Zoología, UNLZ, 2018.

Una de las ventajas más importantes de los entomopatógenos es que, generalmente, los insectos infectados consumen menos. Carvalho et al. (1991) encontraron que las larvas infectadas con *N. rileyi* reducían un 19 % su consumo con respecto a las larvas sanas.

El control biológico es una excelente estrategia ya que no genera impacto ambiental, pero estos individuos no están presente en una cantidad significativa, para considerarlo suficiente y disponerlo como único método de control. Lo recomendable es combinarlo con otras tecnologías que colaboren en un control más eficiente y favorezcan al aumento porcentual de estas especies en el cultivo.

8. CONCLUSION

La aplicación de diversas estrategias de control integradas en un programa debe ser uno de los caminos a seguir para mejorar la sustentabilidad de los sistemas de producción. Es por esto, que es recomendable la aplicación de un manejo integrado de orugas en soja.

El primer paso hacia el uso de un conjunto de estrategias es el correcto monitoreo e identificación. Un sistema de alerta como, por ejemplo, el uso de trampas de luz o feromonas para la captura de adultos (mariposas), que permita el monitoreo de la evolución de la densidad poblacional y nos anticipe en la toma de decisiones.

Otro método interesante refiere a la evaluación a campo del daño generado (% de área foliar afectada o % vainas afectadas) y la cuantificación de la densidad poblacional, en número de orugas por metro lineal de surco, mediante el uso del paño vertical. Observar también la presencia o no de organismos benéficos.

Para el control de estas especies pueden emplearse insecticidas residuales denominados IGR que afectan la muda del insecto impidiendo el normal desarrollo de las larvas. Son altamente específicos para orugas y por ende no afectan la fauna benéfica.

El uso de controles químicos es la herramienta más usada para combatir plagas en el cultivo de soja. Lejos se está aún de hablar entonces de manejo integrado de plagas. Esta situación es difícil de revertir en la actualidad, por lo que el buen manejo deberá orientarse a efectuar tratamientos solo cuando sea necesario. Para ello es necesario conocer las poblaciones en el campo mediante técnicas de monitoreo. Asimismo, es necesario concientizar sobre los problemas en los que se incurre al utilizar los métodos químicos sin fundamento técnico, como la aparición de resistencia, daños sobre la fauna benéfica, entre otros.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Ackermann B. A.; Aguilar R.; Albrecht J. C.; Alemanno G. & Allende M. J. (2016). El cultivo de garbanzo en la Argentina. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- ACSOJA (2018). Seminario anual de la Asociación de la Cadena de la Soja Argentina. Bolsa de Comercio de Rosario, Septiembre 2018. Argentina.
- Allinghi A. (2004). *Bacillus thuringiensis*. Cátedra de Protección Vegetal, UNLZ. Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina.
- Albrecht, F.; Barros, N. M. & Specht, A. (2005). Biología de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratorio. Caxias do Sul, Brasil. Disponible en: http://www.ucs.br/ucs/tplJovensPesquisadores2005/pesquisa/jovenspesquisadores2005/trabalhos_pdf/vida/francine_alberecht.pdf
- Alvarez, C. (1988). Insecticidas que inhiben la formación de la cutícula. En: Insecticidas biorracionales. Belles X. Coord. CSIC. Madrid. p. 251-269.
- Arregui, C., Bertolaccini I., Herzog L. J., Sánchez D. & Scotta R. (2007). Manejo de plagas, enfermedades y malezas en cultivos extensivos.
- Avila, M.N. (2015). Monitoreo y picos poblacionales de *Helicoverpa armígera* capturadas con trampa de luz sobre el cultivo de garbanzo en Salta. XV Jornada Fitosanitaria Argentina. Libro de Resúmenes: Z-3, Página/s: 273.
- Baigorri, H.E.J. (2004). Reconocimiento de enfermedades, plagas, malezas y carencias nutricionales de la soja. Ediciones INTA. Argentina.
- Braga da Silva, M. T.; Correa Costa, E. & Boss, A. (2003). Controle de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) com reguladores de crescimento de insetos. Ciencia Rural, Santa María. 33(4): 601-605. Brasil.
- Caruso, V. M., J. R. Tarragó, G. Perez & S. L. Colli (2016). Control de orugas defoliadoras en el cultivo de soja (*Rachiplusia un*, *Chrysodeixis includens* y *Anticarsia gemmatalis*). EEA INTA Las Breñas Grupo de Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias UNNE, Cátedra de Terapéutica Vegetal. Argentina.
- Cissel, B. E.A. (2017) Agronomic Crop Insects. University of Delaware, College of Agriculture & Natural Resources. Delaware, USA. Disponible es <https://extension.udel.edu/weeklycropupdate/?p=10826>
- Cortés, E.; Morcos, E & Venier, F. (2013). Evaluación de insecticidas para el control de oruga de las leguminosas en soja. INTA San Francisco. Córdoba, Argentina.

- Costa, J. J.; Margheritis, A. E. & Marsico, O. J. (1974). Introducción a la terapéutica vegetal (No. 632.9 C677.). Hemisferio Sur. Argentina.
- Espeche, C. M.; Vizgarra O. N.; Mamani S. Y.; Mendez D.; & Ploper L. D. (2015). El garbanzo. Una buena opción para el invierno. Sección fitopatología - Estación Experimental Obispo Colombres (EEAOC). Argentina.
- Flores, F.; Balbi, E. & Maury M. (2018). Control químico de Trips del Poroto (*Caliothrips phaseoli*) en el cultivo de soja. INTA EEA Marcos Juárez, Córdoba. Argentina.
- Gianfelici, M.; Bertolotti, M. & Cagnolo, S. (2014). Susceptibilidad de larvas de *Crociosema aporema* (Walsingham, 1914) y *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, a tres aislados de nematodos entomopatógeno. Cátedra de Parasitología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Giuggia A.; Boito G.; Crenna A.; Gerardo U. & Giovanini D. (2010). Eficiencia de control de "orugas defoliadoras" en soja (*Glycine max* L.), con insecticidas neurotóxicos y reguladores del crecimiento de los insectos. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo Argentina. Mendoza, Argentina.
- Hamadain, E. I. & Pitre, H. N. (2002). Oviposition and Larval Behavior of Soybean Looper, *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae), on Soybean with Different Row Spacings and Plant Growth Stages 1. Department of Entomology and Plant Pathology, Mississippi State University, Mississippi State, Mississippi, USA 39762. J. Agric. Urban Entomol. 19 (1): 29 – 44.
- Igarzábal, Daniel (2012). Una campaña para repensar estrategias de manejo de plagas. Laboratorio de Investigación, desarrollo y experimentación regional – Sinsacate, Córdoba, Argentina.
- Kantolic, A.; Giménez, P. & de la Fuente, E. (2003). Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en soja. Producción de granos, bases funcionales para su manejo. Ed. Facultad de Agronomía UBA, capítulo 9: 167-201. Argentina.
- Lobos E. (2010). Insecticidas Reguladores de Crecimiento (IGR'S). Consideraciones para su uso en la protección de cultivos, Infoplagas N° 6. Facultad de Agronomía y Agroindustrias. INTA UEE San Francisco, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina
- Scalora, F. S., M. G. Murúa, A. S. Casmuz, L. E. Cazado, G. A. Gastarninza & E. Willink (2014). *Helicoverpa armígera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae): Que sabemos de esta especie? Sección Zoología Agrícola, EEAOC – ITANOA. Argentina.

- Lobos, Enrique (2012). Feromonas para el control de Lepidópteros. Facultad de Agronomía y Agroindustrias - Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina
- Massoni, F.; Schillie, G. & Frana, J. (2015). Cultivo de soja Bt (RR2 PRO) y convencional (RR1) expuestos a poblaciones naturales de organismos plaga y depredadores. INTA. Argentina. Disponible en: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/cultivo-soja-rr2-pro-t32447.htm>
- Peralta, R. (2016). Manejo integrado de plagas y sociedad. Horizonte A. Argentina. Disponible en <https://horizonteadigital.com/manejo-integrado-plagas-sociedad-ing-agr-roberto-peralta/>
- Rozi, C. & Narváez, C. (2001). Uso y producción de Virus de la Poliedrosis Nuclear en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica.
- Sánchez, J. R.; Devani, M.; Ledesma, F.; Mulet, E. & Nemec, J. (2014). Estudios preliminares de comparación de rendimiento entre variedades RR1 y RR2Bt, en el Noroeste. Campaña 2013/2014. Sección: Manejo Agronómico, Capítulo 7. Argentina
- Satorre, E. H., Benech Arnold, R. L., Slafer, G. A., De la Fuente, E. B., Miralles, D. J., Otegui, M. E. & Savin, R. (2004). Producción de granos. bases funcionales para su manejo (No. F01 AGR 17624). Editorial Facultad Agronomía. Buenos Aires, Argentina
- Scalora, F.S., Murúa M.G., Casmuz A.S., Cazado L.E., Gastaminza G.A. & Willink E.; (2014). Avance Agroindustrial 35 (1). Dossier - En: Helicoverpa armígera: una nueva plaga detectada en Tucumán. - Estación Experimental Obispo Colombres. Tucumán, Argentina.
- Szwarc, D. (2015) Helicoverpa armígera, una plaga que amenaza nuestros cultivos agrícolas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Reconquista - Santa Fe, Argentina
- Tapia, S. N., Ventura L., Avila N., Ochoa S. & Ortiz D. Especies de Noctuidos (Insecta: Lepidóptera) asociadas a leguminosas cultivadas y sus enemigos naturales en el Norte de la provincia de Salta. Estación Experimental de Cultivos Tropicales – EECT Yuto – INTA. Yuto, Jujuy - Argentina.
- Urretabizkaya, N., Vasicek, A. & Saini, E. (2010). Insectos Perjudiciales de Importancia Agronómica I. Lepidópteros. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina
- Valverde L., Virla E. & Van Nieuwenhove G. (2017). Distribución de los huevos de lepidópteros defoliadores (Lepidoptera: Noctuoidea) en plantas de soja y su relación con la fenología del cultivo. FCA UNCUYO, Tucumán, Argentina.
- Viñuela, E.; Budia, F. & Del Estal, P. (1991). Los insecticidas reguladores del crecimiento y la cutícula. Bol. San. Veg. Plagas. 17: 391-400. Argentina.

Paginas:

- Agrojornada (2018). Orugas en soja: Daño y Manejo (en línea). Buenos Aires. Argentina. Disponible en <https://agrojornada.com.py/orugas-en-soja/>
- CAPECO (2019) Disponible en <http://capeco.org.py/ranking-mundial-es/>
- CIARA. (2017). Web Institucional CIARA. Disponible en <http://www.ciaracec.com.ar>
- COTECIPA, MAGIC-INTA, FCAE-FCAZ. (2005). Control Integrado de Plagas en Soja. Manual. Curso para nuevos profesionales. EEA Oliveros. Argentina
- ElRural.com (2019). Todo lo que hay que saber para el control de plagas y enfermedades en soja y maíz. Disponible en: <https://www.elrural.com/agrogestion/informacion-tecnica-para-la-produccion/todo-lo-que-hay-que-saber-para-el-control-de-plagas-y-enfermedades-en-soja-y-maiz-12012019/>
- FAO organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (2019) Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#compare>
- INTACTA Disponible en: www.intactarr2pro.com.ar
- International Grains Council (GOI) Disponible en: www.igt.int:https://www.igc.int/en/markets/marketinfo-goi.aspx
- IRAC (Insecticide Resistance Action Comité, US) (2015). Moduladores del canal de sodio/ interfiere sobre sistema nervioso central y periférico. Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://iracargentina.org/grupos-de-insecticidas-acaricidas-basados-en-el-modo-deaccion-y-sitiode-accion/>
- IRAC (Insecticide Resistance Action Comité) (2019). Clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas. Buenos Aires, Argentina. Disponible en <http://www.irac-online.org/documents/folleto-modo-deaccion-insecticidas-y-acaricidas/?ext=pdf>
- Normas APA Disponible en: <http://normasapa.com/citas/>
- Oxford Academic, USA. Journal of Economic Entomology. Disponible en: <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/112/3/1378/5366978>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (2006). Manual de Consulta para el Agro.
- Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas Disponible en: www.sinavimo.gov.ar
- Universidad de Florida, USA. Entomology & Nematology Department (2019). Disponible en: <http://entnemdept.ufl.edu/#>