

Nuevos problemas de plagas en soja: *Helicoverpa gelotopoeon* (lagarta bolillera)

D. Álvarez¹, S. Abbate²

EL COMPLEJO DE LAS BOLILLERAS

Helicoverpa gelotopoeon Dyar (Lepidoptera: Noctuidae) pertenece a la subfamilia Heliothinae dentro de la familia Noctuidae, que consta de más de 400 especies distribuidas en todo el mundo (Cho, et al., 2008). Dentro del género *Helicoverpa* se encuentran numerosas plagas de importancia agrícola, entre ellas la más conocida por técnicos y productores uruguayos es “lagarta del choclo” [*Helicoverpa zea* (Boddie)]. La ocurrencia de lagartas pertenecientes a este género ha generado grandes preocupaciones en productores agrícolas brasileños, en especial en las regiones Norte, Nordeste y Centro-Sur del país, debido a que se han registrado ataques intensos en diferentes cultivos de importancia económica como soja, algodón, maíz, haba y tomate independientemente de tratarse de cultivos transgénicos que expresaran la proteína Bt o convencionales (Czapak *et al.*, 2013). Estas especies son: *Heliothis virescens* (Fabricius), *H. zea* (Boddie) y *Helicoverpa armígera* (Hübner). En este país en las últimas zafas, *H. armígera* (Hübner) se ha convertido en uno de los problemas sanitarios más graves del cultivo, lo cual ha llevado al gobierno federal de Brasil a tomar medidas de combate través de la Implementación de Programas de Manejo Integrado. *H. armígera* ha desarrollado resistencia a casi todos los grupos de insecticidas (McCaffery, 1998; Shen y Wu, 1995) y a partir del año 2008 poblaciones resistentes a la proteína cry1 Ac han sido registradas en India (Kaur y Dilawari, 2011) y Pakistán (Alvi, et al, 2012).

Es importante destacar que todas las especies pertenecientes al género *Helicoverpa*, tanto en el estado adulto como larval son muy similares, y es muy difícil su identificación a campo. En este sentido, la identificación de *H. armígera*, una plaga exótica para Brasil, se ha realizado mediante la observación de la genitalia masculina y estudios moleculares de adultos. Por ese motivo, sería importante poder realizar un relevamiento de las especies presentes en cada zona de Uruguay.

LAGARTA BOLILLERA (*Helicoverpa gelotopoeon*)

En la pasada zafra de verano en Uruguay se ha constatado la presencia en soja de un lepidóptero que hasta el momento no había causado problemas graves en este cultivo: “la lagarta bolillera”: *H. gelotopoeon*. El manejo de la lagarta bolillera difiere en gran medida del manejo típico que se realiza para otros lepidópteros defoliadores (*Anticarsia gemmatalis* o *Rachiplusia nu*). (Estas diferencias se deben por un lado, a que *H. gelotopoeon* tiene mayor capacidad de daño (es más voraz y consume granos) y a por el otro, a que su control químico no es sencillo, debido al sitio donde se ubica en la planta y a que pertenece a un género con numerosos antecedentes de resistencia a insecticidas Andow, 2008).

La larva de *H. gelotopoeon* es polífaga y vive sobre plantas cultivadas muy diversas como soja, lino, alfalfa, arveja, girasol, trébol rojo, tomate (Bentacourt y Scatoni, 2006). Los daños que

1 FAUBA - Cátedra de Zoología Agrícola- Lares SRL - Monitoreo de cultivos

2 CUP-UdelaR- Polo Agroalimentario y Agroindustrial Paysandú

provoca varían según el cultivo y su estado fenológico, pudiendo atacar brotes, hojas y flores, aunque es una lagarta típicamente semillera, ya que busca alimentos con elevados contenidos proteicos, atacando preferentemente las vainas de soja y las cápsulas del lino y algodón (Parisi y Iannone, 1978).

Esta especie es endémica de América del Sur, encontrándose en Argentina, Chile, sur de Brasil, Paraguay y Uruguay. En Argentina, ha mostrado una incidencia muy variable sobre soja a través de los años. Hasta mediados de los 80' su presencia en dicha oleaginosa estuvo asociada a la disponibilidad de cultivos hospederos durante todo año: alfalfares puros, pasturas perennes y lino, favoreciendo el desarrollo de generaciones sucesivas (Iannone, 1993). Luego de la desaparición de estos cultivos en la región pampeana, pasaron más de 20 años sin que *H. gelatopoeon* causara daños relevantes. Durante la zafra 2008-2009 se registraron serios daños en soja en la Región Pampeana, Argentina, debido a esta plaga y a partir de entonces su presencia en los cultivos ha sido frecuente.

En Uruguay, *H. gelatopoeon* fue registrada durante la zafra pasada en todas las zonas agrícolas del país (Mazzilli, com pers.), sin embargo, algunos productores ya la habían encontrado en el cultivo de soja en años anteriores. En la trampa de luz instalada en la Estación Experimental "Dr. M. A. Cassinoni" (Facultad de Agronomía, Uruguay), los adultos de esta especie fueron registrados desde el mes de enero del año 2000 (Silva, com pers.) y desde hace varios años se han constatado ataques intensos en trébol rojo a fines de primavera y durante el verano (Bentancourt y Scatoni, 2006).

Esta especie, en clima templado, presenta 3 generaciones, la primera generalmente se da en arveja, garbanzo, vicia, alfalfa, sojas tempranas u otras plantas hospederas y las generaciones siguientes ocurren en soja (Navarro *et al.*, 2009). En la Región Pampeana, puede presentar de 2 a 3 generaciones sobre soja, como muestran los resultados de monitoreo en la figura 1.

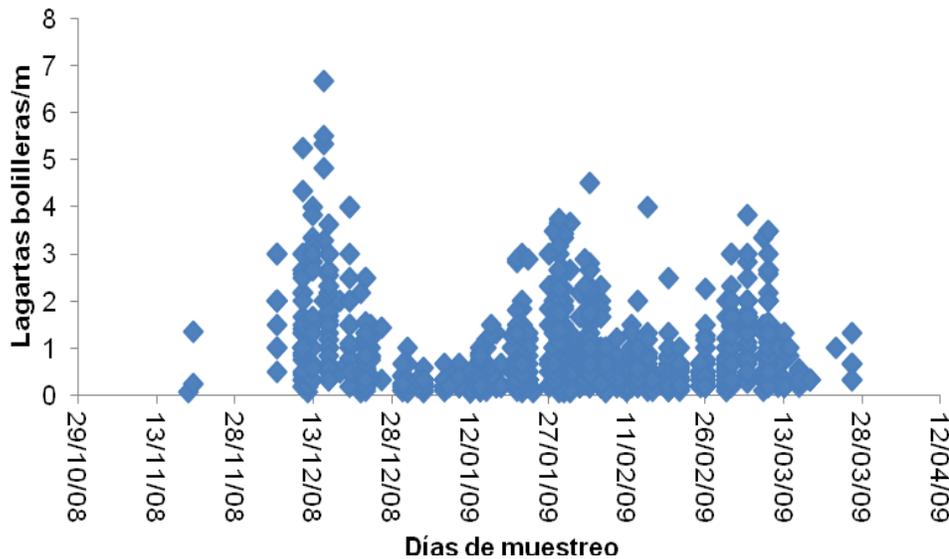


Figura 1. Densidad de población de lagarta bolillera en muestreos en soja (Región Pampeana, Argentina).

El adulto de *H. gelatopoeon* es muy similar al de *H. zea* (la lagarta del choclo), aunque de menor tamaño, con una expansión alar de 28-35 mm (Bentancourt y Sactoni, 2006), las alas anteriores son castaño amarillento, con una tenue franja que la cruza en el tercio distal y una mancha pardo oscura hacia el centro, próximo al margen costal. Las alas posteriores son de color castaño claro y en posición de reposo dispone las alas en forma de techo a dos aguas. Los adultos de la

primera generación que ocurre en soja, depositan sus huevos durante la noche sobre plantas tempranas, en forma aislada, en los pequeños brotes terminales. Los huevos son de color blanco perlado, estriados y de 0,5 mm de diámetro (Margueritis y Rizzo, 1965). Cada hembra coloca entre 1000 a 1200 huevos. De éstos nacen larvitas de color oscuro, que en los estadios iniciales se alimentan de los brotes o pequeños folíolos y cuando se hacen más voraces, los abandonan y comienzan a cortar tallos y pecíolos produciendo graves daños (Iannone, 1983; Iannone, 1986). Cuando la larva de bolillera es muy pequeña, en los dos primeros estadios, suele plegar con el folíolo donde se encuentra, sin terminar de cerrarlo, a diferencia del capullo que realiza el barrenador (*Crociosema aporema*). A pesar del aspecto diferente que presentan las chacras atacadas por una y otra especie, los daños suelen confundirse. El color de larvas pequeñas es pardo-grisáceo oscuro, y las larvas más desarrolladas tienen una coloración que varía desde castaño verdoso a castaño oscuro, según el tipo de alimento que consuman. En todos los casos, el cuerpo presenta dos franjas anchas blanco-amarillentas en cada costado. Luego del tercer estadio se la puede identificar por presentar segmentos abdominales bien marcados, encontrándose en éstos pequeñas verrugas con pelos cortos y visibles, dándole un aspecto general rugoso (Parisi y Iannone, 1978). El último segmento abdominal termina en ángulo. Suele tener el hábito de arrojarse al suelo cuando se la molesta y arrollarse sobre sí misma (INTA, 1990). En el último estadio alcanzan una longitud de 35 a 40 mm. La etapa de pupa se cumple en el suelo, enterrada a escasos centímetros de la superficie, y es en ese estado en el cual pasa todo el invierno.

Enemigos naturales

En Uruguay, Bentancourt y Sacatoni (2001), mencionan a una mosca parasitoide *Archytas incerta* (Diptera Tachinidae) parasitando a *H. gelotopoeon*. Estos mismos autores citan a *Calosoma retusum* (Coleoptera: Carabidae) y *Doru sp.* (Dermaptera: Forficulidae) como predadores de *H. zea* y a los parasitoides *Campoletis grioti*, *Ophion flavidus* (Hymenoptera: Ichneumonidae) y *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) entre otros. En Estados Unidos la hormiga roja *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), es considerada un importante agente de control de *H. zea* (Knutson y Campos, 2008). En Brasil, dentro de las medidas que está implementando el gobierno para control de *H. armígera*, se encuentran liberaciones inundativas con *T. pretiosum*, y el uso de micoinsecticidas a base de baculovirus.

Características de los daños

El grado de daño de la lagarta bolillera, en soja, depende principalmente del estado de desarrollo del cultivo, de las condiciones climáticas, del cultivar, el estadio de la larva y del nivel de infestación. Los ensayos de campo y la experiencias de monitoreo, demuestran que los ataques de esta plaga, en estadios vegetativos, cuando actúa como desbrotadora, generan importantes pérdidas de rendimiento. A diferencia del daño que producen las lagartas cortadoras (normalmente al ras del suelo), la lagarta bolillera produce cortes por encima de los cotiledones, a distintas alturas, dependiendo el estado de desarrollo del cultivo. Los daños se producen cuando la planta pierde la dominancia apical y se activan yemas laterales que favorecen la formación de ramas y, entonces, la planta toma el aspecto de "candelabro". En estas ramas, nunca se formarán tantas vainas como las que se habrían formado sobre el tallo principal. En algunos casos, las vainas sí se forman en este tallo principal, pero en cultivares de hábito de crecimiento determinado, la altura de inserción de la primera vaina disminuye de acuerdo a la intensidad del daño (Perotti *et al.*, 2012), dificultando el proceso de la cosecha. En este estadio del cultivo, si las condiciones hídricas son propicias, la planta tiene una buena capacidad de compensación. Posteriormente, suele actuar como defoliadora, presentando una capacidad de consumo cercana a los 350 cm² de hoja durante todo su período larval, aunque este tipo de alimento no es de su preferencia.

Durante la floración del cultivo puede producir importantes daños, ya que corta los pedúnculos de las inflorescencias. Durante R3 y R4, cuando las vainas son chicas y tiernas, la lagarta bolillera

puede alimentarse de la totalidad de las mismas. Los mayores daños son ocasionados a partir de R5 cuando actúa como consumidora de grano (Figura 2), impactando directamente sobre los componentes del rendimiento. Durante sus últimos estadios, una sola larva de bolillera puede consumir más de 15 granos de soja (Igarzabal, 2012).



Fuente: LARES SRL
Figura 2. Daños de lagarta bolillera sobre vainas de soja.

Avance de la plaga

A partir de datos de monitoreo georreferenciado de la Región Pampeana, Argentina (Lares SRL), se observa que durante la zafra 08-09 se destinó un alto porcentaje de aplicaciones de insecticidas al control de bolillera (Cuadro 1). A partir de dicha zafra *H. gelatopoeon*, en este país, paso de ser una plaga secundaria con apariciones esporádicas y en situaciones puntuales, a una plaga de participación activa dentro del complejo de lepidópteros (Cuadro 2). El gran impacto económico producido por la plaga durante dicha zafra se atribuye a las altas densidades de población, la ocurrencia de generaciones superpuestas y al desconocimiento sobre su manejo y control. Aunque no se conocen con precisión las bases del aumento en la densidad de población durante la zafra 2008-2009, su importante incidencia pudo haber sido favorecida por las condiciones climáticas reinantes en la Región Pampeana por entonces, caracterizada por una prolongada sequía y altas temperaturas durante el período primavero-estival. Durante dicha zafra, los ataques comenzaron en el cultivo de arveja y continuaron en los cultivos de soja, afectados por las condiciones de sequía. A pesar de las medidas de control, una proporción importante de la población alcanzó el estado hibernante (pupa) quienes dieron origen a una alta población en la zafra siguiente, aun sin haberse registrado las condiciones de alta temperatura y baja disponibilidad hídrica que predisponen a ataques más graves. En el transcurso de las últimas zafras, se presentó desde la implantación del cultivo de soja hasta madurez fisiológica, generando importantes daños durante todo el ciclo, provocando el aumento del número de aplicaciones de insecticidas y, en algunos casos, el uso de productos de alta toxicidad; lo cual además de incrementar los costos de producción del cultivo, genera impactos negativos en el ambiente aumentando los riesgos de contaminación a fuentes de agua, suelo y aire.

Cuadro 1. Porcentaje de superficie con aplicaciones de insecticidas al cultivo de soja en Argentina

Superficie aplicada en relación a la superficie total monitoreada (%)					
Defoladoras/Zafra	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12
<i>Rachiplusia nu</i>	2	10	43	39	31
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	1	0	14	0	8
<i>Helicoverpa gelotopoeon</i>	0	90	5	0	50
Total	3	100	62	39	89

Cuadro 2. Frecuencia de aparición (en porcentaje) de lepidópteros defoliadores en soja en la Región Pampeana

Frecuencia de aparición (%)					
Defoladoras/ Zafra	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12
<i>Rachiplusia nu</i>	100	100	95	100	100
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	78	9	49	11	18
<i>Helicoverpa gelotopoeon</i>	48	100	97	14	100

Medidas de manejo

Las experiencias de monitoreo georreferenciado, indican que se debe trabajar en dirección al conocimiento preciso de la población inicial de la plaga, para la correcta toma de decisión y elección del insecticida, si fuera necesario. Para lograr este objetivo, se debe contemplar que es una plaga que presenta una distribución horizontal de tipo agregada, debido a que ovipone de forma individual pero en áreas restringidas, por lo que es necesario el aumento de número de muestras a realizar por hectárea, en comparación a otras plagas como *Anticarsia gemmatalis* o *Rachiplusia nu*. A la complejidad de su distribución espacial, se le agrega el bajo número de individuos por metro que puede tolerarse para la toma de decisión de control. A partir del importante ataque producido durante la zafra 08-09, en Argentina, los criterios sugeridos para la decisión de control químico durante el período V3-V6 debieron modificarse, disminuyendo de 2-3 larvas por metro, que era el umbral de acción (UDA) disponible hasta ese momento a 0,5 - 1 larvas por metro. Este cambio en las recomendaciones de control estuvo asociado a la gran capacidad de daño de la plaga, principalmente cuando actúa como cortadora de brotes en las primeras etapas fenológicas del cultivo. Cuando actúa como defoliadora y consumidora de primordios florales y pequeñas vainas (V7-R3), los umbrales de acción recomendados son mayores y corresponden a 3

- 4 larvas por metro, debido a que en este momento la planta tiene mayor capacidad de compensación y produce muchas más vainas florales que las que finalmente podrán fructificar. Los umbrales se expresan en rangos ya que debe tenerse en cuenta, al tomar la decisión, la tasa de crecimiento del cultivo de soja. A mayor tasa de crecimiento, asociada a un adecuado estado hídrico y disponibilidad de radiación, mayor es la capacidad de recuperación del cultivo y, por lo tanto, mayor debe ser el número de larvas que se admitan antes de tomar la decisión de aplicar. En el caso contrario, si la tasa de crecimiento del cultivo es baja, la decisión de aplicación debe tomarse con un menor número de larvas por metro. Por último, dado el daño directo que ocasionan durante el período reproductivo, el umbral de acción recomendado a partir de R4 y hasta principios de R6 es de 1 a 0,5 larvas por metro.

En Argentina, las redes de trampas de luz, se han comenzado a implementar como una herramienta muy útil para determinar, a partir de la captura de adultos, los momentos en los cuales se debe enfatizar el monitoreo de larvas en el campo. Igarzábal (2008) indica que, en los sitios donde se registran más de 30 adultos por noche en la trampa de luz, las chacras cercanas deben monitorearse cada 3 días. En 2003, ha sido identificada la feromona sexual de *H. gelotopoeon* (Cork y Lobos, 2003) y actualmente se está estudiando la implementación de estas trampas para evaluar la fluctuación de la población y la abundancia estacional, ya sea a nivel de predio o a una escala mayor. En este sentido, en la provincia de San Juan la localización georreferenciada de trampas de feromonas en una chacra de alfalfa destinada a producción de semilla permitió, mediante un análisis geoestadístico, caracterizar temporal y espacialmente la distribución de los adultos en el cultivo, identificando entre otras cosas el área de ingreso y los focos con mayor densidad (Lobos, 2012). Además, se está estudiando la posibilidad de implementar dos distintas técnicas etológicas: el trampeo masivo, y “atraer y matar”. El primero consiste en capturar los machos antes de que puedan copular con las hembras resultando en una drástica reducción de la población larval y, por lo tanto, del daño. Con este objetivo se recomienda instalar 10-20 trampas/ha, cebadas con feromonas, con anticipación al inicio del vuelo de *H. gelotopoeon* (ej. setiembre), estas trampas atraen a los machos, quienes maduran antes que las hembras, y, por lo tanto, son receptivos a las pocas horas de emerger de las pupas. Esta práctica evita la colonización del cultivo y con ello se minimiza la posibilidad de encuentro de los adultos y se disminuyen las poblaciones de huevos y larvas. La otra técnica, atraer y matar, consiste en la aplicación al cultivo de la feromona mezclada con un insecticida adulticida. En otros países existen formulaciones de una matriz oleosa que soporta la feromona y el insecticida, y puede ser aplicada sobre franjas del cultivo, atrayendo localizadamente a los adultos machos, que mueren al entrar en contacto con el depósito del insecticida sobre las hojas. En ambos casos, necesariamente debe monitorearse el cultivo para detectar la presencia de larvas y cuantificar el daño que podría determinar la necesidad de una aplicación total de insecticida, que complemente la efectividad de la feromona.

Datos preliminares de estudios de la distribución espacial de esta plaga, realizados en chacras de soja del sur de Santa Fe, demuestran que bolillera presenta una distribución espacial mucho más agregada en comparación a la lagarta medidora (*R. nu*) (Alvarez y Barberis, 2013 no publicado).

Control químico

Hasta la fecha, el uso de insecticidas es la herramienta de mayor eficacia de control de lagartas bolilleras. Pero como ya se mencionó, se debe considerar que esta especie pertenece a un género con numerosos antecedentes de resistencia (Andow, 2008), por lo que la rotación de insecticidas con diferentes modos de acción resulta fundamental. Por otro lado, las aplicaciones reiteradas de insecticidas, en zafras donde la plaga se presenta desde etapas iniciales del cultivo,

afectan a las poblaciones de insectos benéficos y generan un desequilibrio en la relación plaga-enemigo natural. Esta pérdida del equilibrio puede originar efectos de resurgencia; ya que ante la eliminación de los enemigos naturales, la población de la plaga se recupera rápidamente pudiendo alcanzar niveles superiores a los registrados previo a la aplicación del insecticida (Shelton *et al.*, 1981) como así también, surgimiento de plagas secundarias (Luckmann y Metcalf, 1975), como trips y arañuelas. A la hora de tomar decisiones de aplicación en etapas iniciales del cultivo, se debería evitar el empleo innecesario de insecticidas, ya que aplicaciones inadecuadas en este momento impactarían negativamente en todo el ciclo del cultivo, porque se eliminarían prematuramente los enemigos naturales responsables del control de fitófagos en etapas posteriores. En caso de ser superado el umbral de acción, se sugiere evitar el uso de insecticidas de amplio espectro como los piretroides. Se deben evitar “los tratamientos apresurados” ya que en soja hasta V2 el daño a brotes no tiene incidencia sobre el rendimiento y una aplicación en este momento seguramente deba ser reiterada con la generación de hojas nuevas. A partir de V3 (y hasta V6) si los umbrales de acción son superados, para realizar el control químico, se debe tener en cuenta que en este momento las larvas se encuentran protegidas dentro del brote, por lo tanto, las mismas mueren por ingestión y no por contacto, de esta manera es fundamental garantizar la calidad de la aplicación, procurando cubrir toda la hoja y utilizar productos de acción translaminar para llegar al blanco. Las diamidas antranílicas y el spinosad presentan estas propiedades y, además, tienen mayor selectividad que otros productos como los fosforados. Cuando el cultivo comienza a generar biomasa aérea y la misma logra cubrir entre el 30 al 40% de los entre surcos (V7), se sugeriría la elección de moléculas que otorguen persistencia, en este caso si se detectan larvas menores a 3 mm podrían utilizarse productos pertenecientes al grupo de los inhibidores de la síntesis de quitina (IGR) o simuladores de la ecdisona (aceleradores de la muda), quienes presentan menor impacto hacia la fauna benéfica. En el caso que las larvas sean grandes, los IGR en mezclas con fosforados podrían ser una opción. Posteriormente, cuando la bolillera está comiendo sólo los granos y tiene una parte del cuerpo introducida dentro de las vainas, se deben utilizar insecticidas con poder de volteo, para detener el daño inmediatamente, e insecticidas de contacto (ya que están ingiriendo granos que difícilmente sean alcanzados por el insecticida). Además, es fundamental la calidad de la aplicación en bajo volumen y con gotas chicas y concentradas.

DESCRIPCIÓN DE INSECTICIDAS NUEVA GENERACIÓN

Simuladores de la ecdisona (MAC)

La ecdisona es la enzima encargada de regular los procesos de la muda de los lepidópteros, la aplicación de este tipo de insecticida hace que el insecto reciba la señal de que debe comenzar el proceso de muda (abandonar su antiguo “saco” larval). Pero como no está preparado para realizar este proceso queda preso de su propia estructura larval. Esto produce una serie de eventos relacionados a la muda que ocurre de forma totalmente anormal, acelerada e incompleta (Dhadialla *et al.*, 1998). Dado su modo de acción, los insecticidas de este grupo tienen efecto especialmente sobre lepidópteros. El insecticida de este grupo que se ha registrado para soja en Uruguay, es Intrepid (metoxifenocida).

Inhibidores de la síntesis de quitina (IGR)

Son tóxicos estomacales de acción lenta que se usan en el control de larvas a través de la alteraciones en la deposición normal de quitina (Reynolds, 1987) la aplicación de este tipo de insecticidas hace que en el momento de la muda se inhiba la síntesis de quitina, por lo tanto, no se forman la exocutícula y endocutícula y el insecto muere deshidratado. Aunque el mecanismo exacto en que estos insecticidas actúan no se conoce con precisión, se ha determinado que en

muchas especies la actividad de la enzima no se ve afectada, pero sí el transporte del precursor necesario para que la quitina se sintetice (Mitsui *et al.*, 1985), además, se altera la actividad de proteasas relacionadas a la activación de la enzima que polimeriza la quitina (Retnakaran *et al.*, 1985). Otra serie de efectos pueden explicar su modo de acción, pero en general, se consideran efectos secundarios (Yu *et al.*, 2010). Controlan principalmente a lepidópteros, pero ciertos productos han sido registrados para control de coleópteros, ortópteros, tisanópteros, dípteros y ácaros (Omoto, 2010). Estos insecticidas pueden encontrarse en el mercado en mezclas con activos que otorgan volteo como los de las familias de los piretroides, fosforados o carbamatos. Estas mezclas, tienen por objetivo integrar distintos mecanismos y modos de acción para el control de lepidópteros, pero también ampliar el espectro de control hacia otros órdenes de insectos. También se debe recordar que en los IGR puros la banda toxicológica es verde, pero al agregar las otras familias de insecticidas su banda toxicológica pasa a ser amarilla. En Uruguay están registrados, entre otros: Alsystin (triflumurón), Catcher, Match y otros (lufenurón), Cascade (flufenoxurón), Rimón (Novalurón) y Nomolt (teflubenzurón). En los últimos años se han registrado mezclas de este tipo de insecticidas con otros pertenecientes a diferentes grupos químicos, entre los cuales se encuentra Curyon (mezcla de lufenurón con profenofós) y Centron (lufenurón más abamectina) posicionados por las empresas para ampliar el espectro de control de diversas plagas, por ejemplo lepidópteros y trips, pero quitándole al mismo tiempo el beneficio de ser más específicos y, por lo tanto, menos nocivos hacia especies no blanco.

Inhibidores del transporte de calcio

A partir del año 2009, se incorporó un nuevo modo de acción a la paleta de insecticida. Estos insecticidas actúan desestabilizando los canales de calcio del sarcómero de la célula muscular, lo que termina afectando la relajación o contracción de diversos músculos. En un primer momento, se paraliza la mandíbula del insecto y cesa el consumo, luego la parálisis se expande a todo el cuerpo y finalmente muere por deshidratación. Las ventajas de estos productos, es que pertenecen a un modo de acción diferente (grupo 28 de IRAC), con lo cual es adecuado para rotar insecticidas con diferente modo de acción y por lo tanto disminuir los riesgos de resistencia cruzada, además, a diferencia de los inhibidores de la síntesis de quitina, su acción es independiente del tamaño larval (controla a larvas menores y mayores a 1,5 cm) y tienen efecto de volteo debido a la parálisis inmediata del aparato bucal. Los insecticidas de este grupo químico poseen, acción sistémica igual que los neonicotinoides. Por otro lado, las empresas registrantes indican que estos productos tienen una alta selectividad, generando menor impacto sobre la fauna benéfica y que su residualidad sería de hasta 28 días, esto es beneficioso pensando en disminuir el número de aplicaciones, pero al mismo tiempo genera una alta presión de selección hacia poblaciones resistentes. En este caso se deben tomar ciertos recaudos: no aplicar más de dos veces por generación de la plaga, y rotar el grupo químico en la siguiente generación. Dado que a campo es difícil determinar el comienzo y fin de cada generación, y que muchas veces las generaciones sucesivas se superponen en el tiempo, una recomendación práctica es utilizar este grupo como máximo en dos aplicaciones en un lapso de 30 días, rotando en los 30 días siguientes con insecticidas de otras familias, con modos de acción diferente. Por último, es importante destacar que dado la alta eficacia de control de lepidópteros que presentan estos insecticidas, no son recomendados para utilizar en las zonas refugio (20%) de los cultivos de soja transgénica con resistencia a lepidópteros, ya que esos sitios además de ser pensados como reservorios de enemigos naturales, cumplen un rol clave en garantizar una mínima frecuencia de alelos susceptibles a la toxina Cry1 Ac, con el fin de disminuir la presión de selección de poblaciones resistentes. En este sentido, se debe considerar que la soja resistente a lepidópteros tiene una alta expresión de la toxina Cry 1 Ac, con lo cual la presión de selección es muy alta. Ejemplos en Uruguay de diamidas antranilílicas registrados en el país son, entre otros, Belt (flubendiamide),

Coragen (clorantraniliprol) y formulaciones en mezcla con otros principios activos como por ejemplo Voliam Targo (clorantraniliprol+abamectina) recomendado para lepidópteros pero también para control de araña.

Spinosad y spinetoram

Las spinosinas son insecticidas de origen natural producidos por la fermentación aeróbica de una bacteria de la familia Actinomicetes *Saccharopolyspora spinosa* (Mertz & Yao), un microorganismo habitante del suelo. El spinosad es una neurotoxina compuesta por una mezcla de las spinosinas A (85%) y D (15%). Actúa sobre el sistema nervioso central de larvas y adultos de insectos, pero su forma de acción es diferente a la que presentan todos los insecticidas neurotóxicos conocidos (Thompson *et al.*, 2000). Puede actuar de dos formas: tiene un efecto sinérgico sobre la actividad de la acetilcolina y podría afectar a los receptores del ácido gammaaminobutírico (GABA); aunque no se conoce con certeza el mecanismo de acción en este último caso (Salgado, 1997; Watson, 2001). Su espectro de actividad abarca los insectos pertenecientes a los órdenes Lepidoptera, Hymenoptera, Coleoptera, Diptera, Thysanoptera e Isoptera (Cleveland *et al.*, 2001). Actúan por ingestión y algo menos por contacto; poseen limitada acción translaminar y no posee acción sistémica. Los insectos afectados dejan de alimentarse en minutos, posteriormente se paralizan y mueren en aproximadamente 24 horas. Se clasifican toxicológicamente como clase IV (verde) y presentan muy poca toxicidad para mamíferos. En Uruguay está registrado Tracer para control de lepidópteros y trips en soja. Recientemente se ha registrado, también para ese cultivo, una mezcla de spinosad con metoxifenocida (Compass), recomendado para el control de lepidópteros y trips.

El spinetoram está conformado por la mezcla de dos spinosinas diferentes a las que integran el spinosad, identificadas como factor J y factor L y sus características son muy similares a las de este insecticida. En Uruguay hasta la fecha sólo se encuentra registrado un producto, Delegate, para control de lepidópteros y trips en frutales.

CONSIDERACIONES FINALES

El ambiente productivo de distintas zonas agroecológicas es muy dinámico y este fenómeno no sólo tiene efectos sobre la productividad por hectárea, sino también, sobre la dinámica de los insectos. La lagarta bolillera es una plaga que en el país ha surgido en soja en la pasada zafra pero que muy probablemente se encuentre presente en las siguientes, al igual que lo ocurrido con otras plagas emergentes, como los trips, las arañas, los moluscos y la chinche de los cuernitos (*Dichelops furcatus*). Por lo tanto asesores, técnicos y productores deben estar preparados para el manejo sustentable de estas nuevas adversidades.

Particularmente en lo que al manejo de bolillera respecta:

- Se deberían realizar relevamientos en la próxima zafra en las diferentes zonas agrícolas de Uruguay para confirmar que la especie presente es *H. gelotopoeon* y determinar si existen otras especies del complejo.
- Se deben replantear las técnicas de monitoreo. Actualmente se están utilizando metodologías de trabajo que fueron desarrolladas en los años 80 y 90 cuando las plagas y cultivos eran muy diferentes a las actuales.
- Dada la distribución agregada que presenta la lagarta bolillera, se debe continuar trabajando para definir cuál es el número de muestras por hectárea que es necesario realizar, para lograr una estimación precisa de la población de estos organismos dentro de una chacra.
- Es necesario generar información de campo confiable para la toma de decisión, para lo cual, la utilización de GPS e internet son herramientas promisorias.
- A la hora de tomar la decisión de aplicar y seleccionar los productos a utilizar, se debe pensar en los riesgos de selección de poblaciones resistentes y la eliminación de enemigos naturales.

- Al momento de utilizar insecticidas, o cualquier otro agroquímico se debe pensar en el cuidado del medio ambiente. Sin olvidar que las acciones desarrolladas en el campo merecen una responsabilidad civil y que la sociedad urbana que nos está mirando y reclama seguridad en el uso de fitosanitarios.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN E, KNUTSON, AE, CAMPOS, M.** 2008. Effect of red imported fire ant, *Solenopsis invicta* on abundance of corn earworm, *Helicoverpa zea*, on maize in Texas, *Southwestern Entomologist*, 33(1):1-13.
- ALVI A, SAYYED A, NAEEM M, ALI M.** 2012. Field evolved resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to *Bacillus thuringiensis* Toxin Cry1Ac in Pakistan. *Public Library of Science One*, 7: 1-9.
- ANDOW, DA.** 2008. The risk of resistance evolution in insects to transgenic insecticidal crops. *Collection of Biosafety Reviews*, Vol. (4): 142-199.
- BENTANCOURT CM, SCATONI IB.** 1999. Enemigos naturales. Guía de insectos y ácaros de importancia agrícola y forestal en el Uruguay. Montevideo. Facultad de Agronomía, PREDEG/GTZ. 169p.
- BENTANCOURT CM Y SCATONI IB.** 2006. Lepidópteros de importancia económica, reconocimiento, biología y daños de las plagas agrícolas y forestales. Montevideo, Hemisferio Sur. Facultad de Agronomía, 437p.
- CHO S, MITCHELL A, MITTER C, REGIER J, MATTHEWS M, ROBERTSON R.** 2008: Molecular phylogenetics of heliothine moths (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae), with comments on the evolution of host range and pest status. *Systematic entomology*, 33: 581-594.
- CLEVELAND B, MAYES, A, CRYER A.** 2001. An ecological risk assessment for spinosad use on cotton. *Pest Management Science*, 58: 70-84.
- CORK A, LOBOS EA.** 2003. Female sex pheromone components of *Helicoverpa gelatopoeon*: first heliothine pheromone without (Z)-11-hexadecenal. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 107:201-206.
- CZEPAK C, VIVIAN LM, AALBERNAZ KC.** 2013. Praga da vez. Cultivar: grandes culturas, Pelotas, ano 15, 167: 20-27.
- DHADIALLA TS, CARLSON GR, LE DL.** 1998. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. *Annual Review of Entomology*, 4: 545- 569.
- IANNONE, N.** 1983. Plagas: hacia un racional aprovechamiento para su control (II). INTA. EEA Pergamino. Carpeta de Producción Vegetal. Tomo V. Serie Soja. Información 144. 5 p.
- IANNONE, N.** 1986. Impresiones sobre la evolución de la población de insectos en soja. INTA. EEA Pergamino. Carpeta de Producción Vegetal. Tomo VIII. Serie Soja. Información 74. 6 p.
- IGARZÁBAL, D.** 2012. Manejo de oruga bolillera y arañuela en soja. En: 8° Encuentro monitoreo y control. Plagas malezas y enfermedades. 27 junio 2012. Córdoba. Publicación N° 8. Manejo eficiente de problemas sanitarios en cultivos extensivos. Para descubrir la realidad de lote hacen falta ojos de experto. pp. 6-7.
- INTA OLIVEROS.** 1990. Proyecto Control Integrado de Plagas. 1990. Control Integrado de Plagas Insectiles en soja. IV Curso de capacitación para profesionales. EEA INTA Oliveros - Centro Regional Santa Fe.

- KAUR P, DILAWARI VK.** 2011. Inheritance of resistance to *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac toxin in *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) from India. *Pest Management Science*, 67: 1294-1302.
- KNUTSON AE, CAMPOS M.** 2008. Effect of red imported fire ant, *Solenopsis invicta*, on abundance of corn earworm, *Helicoverpa zea*, on maize in Texas. *Southwestern Entomologist*, 33: 1-13.
- LOBOS, E.** 2012. Aplicación de las feromonas en la protección de cultivos extensivos. En: 8° Encuentro monitoreo y control. Plagas malezas y enfermedades. 27 junio 2012. Córdoba. Publicación N° 8. Manejo eficiente de problemas sanitarios en cultivos extensivos. Para descubrir la realidad de lote hacen falta ojos de experto. pp. 8-19
- LUCKMANN WH, METCALF RL.** 1975: The pest-management concept. En "Introduction to insect pest management. R. L. Metcalf, W. H. Luckmann (eds.) New York. John Wiley & Sons. 3-35.
- MARGUERITIS AE, RIZZO HFE.** 1965. Lepidópteros de interés agrícola. Buenos Aires. Editorial Sudamericana. 193 p.
- MATSUMURA F.** 1985. Toxicology of insecticides. 2 ed. Nueva York. Plenum Press. 503p.
- McCAFFERY AR.** 1998. Resistance to insecticides in heliothine lepidoptera: a global view. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B*, 353:1735–1750.
- MITSUI T, TADA M, NOBUSAWA C, YAMAGUCHI I.** 1985. Inhibition of UDP-N-acetylglucosamine transport by diflubenzuron across biomembranes of the midgut epithelial cells in the cabbage armyworm, *Mamestra brassicae* L. *Journal Pesticide Science*, 10: 55.
- NAVARRO FR, SAINI ED, LEIVA, PD.** 2009. Clave pictórica de polillas de interés agrícola, agrupadas por relación de semejanza. Primera Edición. Buenos Aires. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino e IMyZA-CNIA Castelar/ Facultad de Ciencias Naturales e Instituto "Miguel Lillo", Universidad Nacional de Tucumán. 100pl.
- OMOTO C.** 2000. Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. En: Bases e técnicas do manejo de insetos. Organizado por Guedes JC, Costa I DDa, Castiglioni, E. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS. Pallotti, 248p.
- PARISI R, IANNONE N.** 1978. Las "isocas del lino": descripción y control. INTA. EEA Pergamino. Carpeta de Producción Vegetal. Tomo I. Serie: Lino. Información. 16. 3 p.
- PEROTTI E, CRESPO F, GAMUNDI JC.** 2012. Evaluación del daño simulado de "oruga bolillera" *Helicoverpa gelotopoeon* (Dyar) en estados vegetativos del cultivo de soja. Artículo no publicado, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 6 p.
- RETNAKARAN A, GRANETT J, ENNIS, T.** 1985 Insect growth regulators. En: Kerkut GA, Gilbert, LI. [Eds.] Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology. New York. Pergamon. Cap.12, 529p.
- REYNOLDS SE.** 1987 The cuticle, growth regulators and moulting in insects: the essential background to the action of acetylurea insecticides. *Pesticide Science*, 20: 131
- SALGADO VL.** 1997. Studies on the mode of action of spinosad: Insect symptoms and physiology correlates. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 60(2):91-102.
- SHEN J, AND WU Y.** 1995. Resistance of *Helicoverpa armigera* to insecticides and its management. China Agricultural Press, Beijing, People's Republic of China.

- THOMPSON GD, HUTCHINS SH, SPARKS, TC.** 2000. Desarrollo de spinosad y atributos de una nueva clase de productos para control de insectos.[En línea]. Consultado 30 agosto 2013. Disponible en: <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/SpinosadSp.htm>
- WATSON, GB. 2001.** Actions of insecticidal spinosyns on-aminobutyric acid receptors from malldiameter cock roach neurones. *Pestic. Biochem. Physiol.* 71: 20-28.
- YU SJ.** 2008. The Toxicology and Biochemistry of Insecticides. CRS Press. 283p.