



Helicoverpa armigera Una nueva plaga detectada en Tucumán



www.eeaoc.org.ar



Helicoverpa armigera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae): ¿Qué sabemos de esta especie?

Franco S. Scalora*, M. Gabriela Murúa**, Augusto S. Casmuz*, Lucas E. Cazado**, Gerardo A. Gastaminza* y Eduardo Willink*

*Sección Zoología Agrícola, EEAOC. zoologia@eeaac.org.ar ** Sección Zoología Agrícola, EEAOC - ITANOA.

1. ¿Qué especies vegetales ataca?

Helicoverpa armigera es una especie altamente polífaga y sus larvas causan daños, tanto en la etapa vegetativa como reproductiva de las plantas. Se alimentan de hojas, tallos, brotes, botones florales, flores y frutos de más de 180 especies cultivadas, tales como algodón (*Gossypium hirsutum*), sorgo (*Sorghum bicolor*), maíz (*Zea mays*), soja (*Glycine max*), tomate (*Solanum lycopersicum*), garbanzo (*Cicer arietinum*), girasol (*Helianthus annuus*), diversos árboles frutales y especies silvestres, incluyendo las familias Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae y Solanaceae (Reed, 1965; Pawar *et al.*, 1986; Fitt, 1989; Pogue, 2004; Moral García, 2006; Czapak *et al.*, 2013; Tay *et al.*, 2013).

Estudios en laboratorio sobre la preferencia de *H. armigera* en cuanto a plantas hospederas demostraron que la plaga parece seguir una jerarquía en su elección, cuando algunas de sus plantas hospederas preferidas no están disponibles, siendo el tabaco (*Nicotiana tabacum*), el maíz y el girasol sus plantas hospederas preferidas, mientras que la soja, el algodón y la alfalfa (*Medicago sativa*) fueron clasificadas de preferencia intermedia, y el repollo (*Brassica oleracea*), el amaranto y el lino (*Linum usitatissimum*) se mostraron como las de menor preferencia (Venette *et al.*, 2003).

2. Impacto económico. Pérdidas

Helicoverpa armigera es una plaga

importante en la mayoría de los países en donde está presente. En India y China, el 50% de los insecticidas utilizados están destinados al control de esta especie. Los productores gastan hasta el 40% de sus ingresos anuales en la compra de productos químicos para frenar su accionar.

3. Distribución geográfica

Helicoverpa armigera (Hübner) es una especie ampliamente distribuida y ha sido registrada en casi toda Europa, Asia, África y Oceanía (Zalucki *et al.*, 1986; Guo, 1997) (ver mapa en páginas 6 y 7). En el continente americano, recientemente se la detectó en Brasil (Czapak *et al.*, 2013) y en Paraguay (Senave, 2013).

4. Taxonomía

Posición taxonómica de *Helicoverpa armigera*

- Orden Lepidoptera
- Familia Noctuidae
- Subfamilia Heliiothinae
- Género *Helicoverpa*
- Especie *Helicoverpa armigera*

- Sinonimia

Heliothis armigera (Hübner), *Chloridea armigera* (Hübner), *Heliothis obsoleta* Auctorum, *Chloridea obsoleta*, *Helicoverpa obsoleta* Auctorum, *Heliothis fusca* Cockerell, *Heliothis rama* Bhattacharjee & Gupta, *Noctua armigera* Hübner.

- Nombre común

En español: gusano bellotero del

algodón, oruga bolillera, oruga brava. En inglés: Old World (African) bollworm, corn earworm, cotton bollworm.

- Identificación

Complejo de especies del género *Helicoverpa*

Helicoverpa gelotopoeon y *H. zea* son las especies nativas de este género presentes en Sudamérica. *H. gelotopoeon* es fácilmente separable de *H. zea* y *H. armigera*, sobre la base del tamaño del adulto, detalles estructurales de las patas anteriores y la conformación de las estructuras genitales masculinas (Figura 1).

H. zea y *H. armigera* se pueden confundir fácilmente, por lo que lo más seguro es diferenciarlas a partir de la observación de las estructuras genitales masculinas (Figuras 2, 3 y 4) (Hardwick, 1965; Pogue, 2004; Czapak *et al.*, 2013).

Por otro lado, la diferenciación de estas tres especies en el estado de larva es dificultosa, por lo que se recomienda la observación de la genitalia de los machos adultos para poder identificarlas.

Debido a las dificultades mencionadas, muchos autores recomiendan la confirmación de la identificación del complejo de especies de *Helicoverpa* mediante la caracterización molecular de las especies. Specht *et al.* (2013) realizaron la identificación morfológica y molecular de esta especie plaga. La primera estuvo basada en la genitalia del macho y la segunda en el análisis de la



H. zea (fuente: Biodiversidade).



H. armigera (fuente: Biodiversidade).



H. gelatopoeon (EEAOC).

Figura 1. Adultos de *Helicoverpa zea*, *H. armigera* y *H. gelatopoeon*.

secuencias de genes mitocondriales del citocromo B y de la región 1-tRNA^{Leu}-cox2. Por otro lado, Tay *et al.* (2013) realizaron la caracterización molecular de *H. armigera* del ADNmt COI y Cytb.

5. Biología

Esta especie tiene un alto potencial reproductivo, ya que una hembra puede colocar entre 1000 y 1500 huevos totales (≈150 huevos/día), aislados o en pequeños grupos. Estos son colocados en tallos, flores, frutos y hojas, preferentemente por la noche y, por lo general, en la cara adaxial de estas últimas.

El estado de huevo dura aproximadamente tres días.

La duración del estado de larva es de dos a tres semanas y presenta entre cinco y seis estadios.

La fase de pupa dura de 10 a 14 días, tiene lugar en el suelo y puede entrar en diapausa, dependiendo de las condiciones climáticas. Los adultos tienen una longevidad de 9 a 11 días aproximadamente,

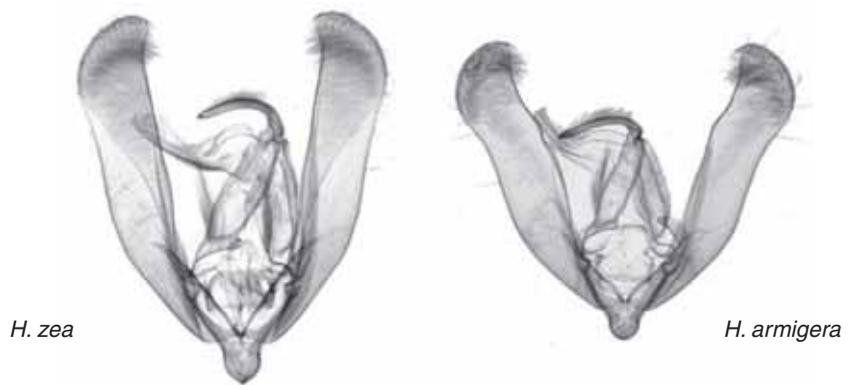


Figura 2. Cápsula genital del macho de *H. zea* y *H. armigera* (fuente: Pogue, 2004).

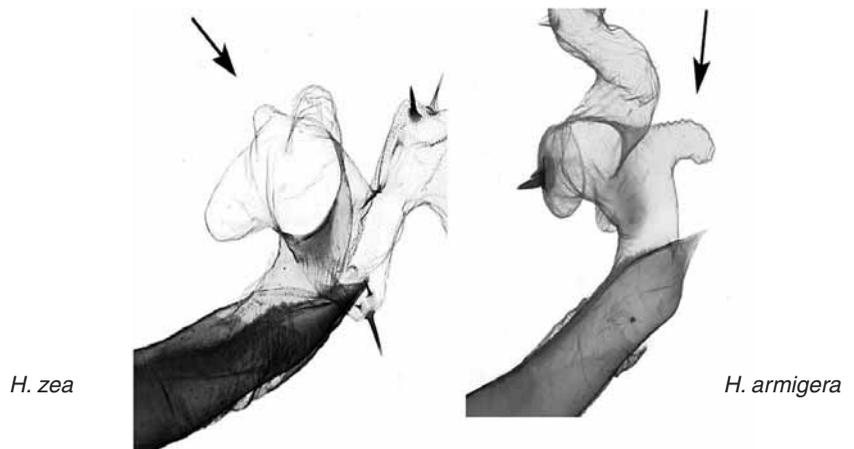


Figura 3. Tres lóbulos en la base de la vesica en *H. zea* y único lóbulo en la base de la vesica de *H. armigera* (fuente: Pogue, 2004).

H. zea



H. armigera



Figura 4. Aedeagus del macho de *H. zea* y *H. armigera* (fuente: Pogue, 2004).



siendo las hembras generalmente más longevas. El ciclo de vida de huevo a adulto dura entre cuatro y seis semanas, dependiendo de las condiciones ambientales. Por otro lado, se reportó que la especie puede tener entre 2 y 11 generaciones al año (Figura 5) (Ávila *et al.*, 2013; Pogue, 2004; Czepak *et al.*, 2013).

H. armigera presenta una gran movilidad, ya que en estado adulto puede desplazarse hasta 1000 km. Algunos estudios realizados afirman que el flujo de genes es alto debido a la migración a gran escala de sus poblaciones. Además, esta especie presenta una elevada capacidad de supervivencia, incluso bajo condiciones adversas, tales como el calor excesivo, el frío o la sequía. En las regiones con clima frío y templado, *H. armigera* pasa el invierno como pupa en diapausa (Pedgley, 1985; Pogue, 2004; Kurban *et al.*, 2005; Feng *et al.*, 2005; Lammers and Macleod 2007; Ávila *et al.*, 2013; Czepak *et al.*, 2013).

6. Monitoreo

El relevamiento de huevos, larvas, pupas y adultos de *H. armigera* es fundamental para implementar estrategias de manejo. Para el monitoreo de adultos, se usan trampas de luz y de feromonas; para las larvas, se emplea el método del paño vertical u horizontal y/o la observación directa de las plantas, revisando brotes tiernos, lo que también permite detectar huevos y/o larvas.

Considerando la ausencia de umbrales de acción (UA) para *H. armigera* en Brasil, se sugiere emplear los UA disponibles en la literatura internacional, hasta ajustar dichos niveles con investigaciones

Figura 5. Ciclo de vida de H. armigera

A: Huevos: 2-3 días.

B: Larva: 15-22 días.

C: Pupa: 10-14 días.

D: Adulto: 9-11 días.

locales. En la Tabla 1, se detallan los UA para el control de *H. armigera* en diferentes cultivos hospederos.

En caso de que los niveles alcanzados por la plaga justifiquen una intervención química, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- La selectividad del insecticida para preservar los enemigos naturales. En este caso, el orden de preferencia sería: 1) insecticidas biológicos; 2) insecticidas del grupo de los reguladores de crecimiento; 3) insecticidas del

Tabla 1. Umbrales de acción (UA) sugeridos por la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuária (Embrapa) para el control de *H. armigera* en diferentes cultivos hospederos, según bibliografía internacional.

Cultivo	Umbrales de acción (UA)
Algodón convencional	2 larvas < 8 mm/metro o 1 larva > 8 mm/metro o 5 huevos/m
Algodón Bt	2 larvas > 3 mm/metro o 1 larva > 8 mm/metro
Soja en vegetativo	7,5 orugas/m ²
Soja en reproductivo	1 a 2 orugas/m ²
Poroto	1 a 3 orugas/m ²
Maíz	2 orugas/metro

grupo de las diamidas o espinosinas; 4) insecticidas del grupo de las avermectinas y 5) insecticidas del grupo de los carbamatos.

- Los mecanismos de acción de los insecticidas, para rotarlos y evitar el desarrollo de resistencia.

- La dosis a emplear, el momento de aplicación (estado de desarrollo del cultivo y de la plaga) y el método de aplicación. Deben tenerse en cuenta los factores necesarios para lograr una buena calidad de aplicación, entre los que pueden mencionarse las condiciones ambientales, el desarrollo del cultivo, la presión de trabajo, el volumen de aplicación, el tipo de boquilla, el uso de coadyuvantes, etc.

Por otro lado, es importante destacar que *H. armigera* y *H. zea* tienen los mismos compuestos químicos en sus feromonas, pero en diferentes concentraciones. Los dos compuestos principales son Z11-16A1 y Z11-16O11 (Pogue, 2004; Czepak *et al.*, 2013). Esto demuestra la relación evolutiva entre ambas especies, que se ve respaldada por el hecho de que los machos de *H. armigera* son atraídos por las feromonas sexuales de *H. zea*, que se utilizan en las trampas para la captura de adultos (Tay, 2013). Considerando lo mencionado, se suma una complicación adicional, ya que ambas especies pueden aparearse en condiciones de laboratorio y generar descendencia fértil (aunque esto no significa que esta situación pueda darse en el campo). El "fitness" de estos

híbridos descendientes puede presentar nuevos desafíos para las estrategias de manejo del complejo de *Helicoverpa* (Hardwick, 1965; Behere *et al.*, 2007; Specht *et al.*, 2013, Tay *et al.*, 2013).

En muchos casos el número de adultos capturados en una determinada área proporciona una idea sobre la presencia potencial de huevos y/o larvas en los cultivos (Ávila *et al.*, 2013). Sharma *et al.* (2012) encontraron una alta correlación entre la captura de machos de *H. armigera* con feromonas y la densidad de larvas presentes en plantas de garbanzo. En aquellos lugares donde aparece el complejo de *Helicoverpa* spp., se deberán establecer métodos para poder identificar correctamente sus especies integrantes y establecer herramientas para su manejo, ya que los niveles de susceptibilidad de las especies a las dosis de insecticidas son diferentes.

7. Manejo

De acuerdo a un documento técnico elaborado por la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuária (Embrapa) (Bueno *et al.*, 2013), referido a las acciones de emergencia propuestas para el manejo integrado del complejo de *Helicoverpa* spp. en áreas agrícolas de Brasil, ponemos especial énfasis en *H. armigera* y resaltamos algunos aspectos técnicos relacionados al manejo de esta problemática. Se considera que el aumento de los niveles poblacionales correspondientes al género *Helicoverpa* fue consecuencia de

MONITOREO

Antes de la siembra del cultivo:

- Monitoreo del suelo para detectar pupas.
- Monitoreo del rastrojo y malezas para detección de larvas alimentándose de ellos.
- Utilización de trampas de luz (no son específicas) o de feromonas (esta última opción es más recomendable por su especificidad).

Después de la emergencia del cultivo:

A - Independientemente de la fenología del cultivo:

- Utilización de trampas de luz o de feromonas.
- Utilización del método del paño (no es muy efectivo).

B- Dependiente del estado fenológico del cultivo:

- En período vegetativo, monitoreo de huevos o larvas principalmente en las estructuras vegetativas nuevas (abrir y observar los folíolos nuevos de las plantas).
- En período reproductivo, monitoreo de huevos o larvas, principalmente en las estructuras reproductivas (flores, vainas, etc.).
- Utilización del método del paño (no es muy efectivo).

Helicoverpa armigera

PELIGROSIDAD

- Altamente polífaga (puede alimentarse de numerosos cultivos).
- Muy voraz.



- Alta capacidad de adaptación ambiental y de supervivencia*.
- Alta capacidad para desarrollar resistencia a insecticidas y organismos Bt (genes antagónicos).
- Difícil de distinguir e identificar entre otras Noctuidae de su género.

**Helicoverpa armigera* ha desarrollado conductas de supervivencia que agregan complejidad a los métodos posibles de control y dictan criterios de prevención y manejo consecuentemente complejos. Antes de que se agote el ciclo del cultivo que les está asegurando la alimentación de sus larvas, grupos de adultos migran a poner sus huevos en cultivos vecinos, cuyos ciclos recién comienzan.

H. armigera en soja

- Ataca desde el momento de la emergencia de la planta (puede colocar huevos en los cotiledones).
- En floración causa grandes daños, al alimentarse de las flores o al cortarlas.
- En estado reproductivo, muestra una gran capacidad de daño, pudiendo consumir hasta 16 vainas por larva.
- En Brasil, el costo de producción de soja se incrementó en U\$s 80/ha por la necesidad de controlar esta plaga.

Distribución actual de H. armigera en el mundo.

Teorías de su introducción en América.



Otra posible vía de ingreso pudo haber sido el tráfico de plantas ornamentales importadas de Europa o Asia. Pupas de este noctuido en la tierra de las macetas, huevos, o larvas alimentándose de las plantas pueden haber sido el vehículo.

3



1

El primer lugar cercano a Brasil (puerta de entrada de la plaga en América) con presencia de *Helicoverpa armigera* fue la isla de Santa Elena, casi a mitad de camino entre el continente americano y el bloque africano y euroasiático. Una de las hipótesis es que ejemplares adultos hayan llegado al continente, impulsados por corrientes de aire o tráfico de material vegetal.

2

Otra hipótesis (complementaria a la anterior) es la que se basa en lo que se conoce como transporte pasivo. En este caso, por la atracción que las luces de los barcos ejercen en los adultos, que terminan viajando así entre el cargamento, involuntariamente.



Originaria del continente asiático, *Helicoverpa armigera* colonizó primero el europeo y el africano. Hoy se analizan retrospectivamente distintas hipótesis para explicar su llegada y desarrollar métodos efectivos de manejo.

4

El contrabando de granos y/o semillas es otra de las vías posibles. Cargamentos de semillas de algodón *Bt* de Australia son otros de los canales en foco. En la misma línea, el contrabando "inocente" de particulares que ingresan por vía aérea plantas u otro material vegetal que los inspectores de aduana muchas veces no tienen suficientemente en cuenta.

Recomendaciones de manejo según experiencia en Australia para *H. armigera*

- Destrucción mecánica de pupas en suelo.
- Rotación de cultivos (no utilizar siempre cultivos genéticamente modificados).
- Utilización de refugios. Vacío sanitario (período no inferior a los 45 días sin cultivos hospederos de *H. armigera*).
- Control sobre las larvas del 1° y 2° estadio.
- Aplicación de virus entomopatógenos.
- Control biológico (liberación de *Trichogramma* sp.).

una serie de modificaciones en los sistemas agrícolas, entre ellas las siembras sucesivas de especies vegetales hospederas (soja, maíz y algodón) en áreas muy extensas, que brindan alimento y sitios para su multiplicación durante todo el año. A estas modificaciones en el agroecosistema, se le debe agregar el uso inadecuado de los agroquímicos, que puede contribuir, entre otros factores, al crecimiento poblacional de la plaga.

- Control químico y desarrollo de resistencia

El control de *H. armigera* se basa principalmente en el uso de insecticidas. Sin embargo, en la actualidad existen alrededor de 640 relatos sobre la resistencia de *H. armigera* a los piretroides, carbamatos, organofosforados y al endosulfán en diferentes países como Australia, Tailandia, Turquía, India, Indonesia, Pakistán, España y Francia (Armes, 1993 y 1995; Armes *et al.*, 1992, 1994 y 1996; Forrester *et al.*, 1993; Martin *et al.*, 2000 y 2003; Kranthi *et al.*, 2001; Torres Vila *et al.*, 2002a y b; Bues *et al.*, 2005; Martin *et al.*, 2005). Esta situación es consecuencia del uso continuo e indiscriminado de estos insecticidas, que además han causado problemas de salud para el

hombre y los animales y trastornos ambientales (Afzal *et al.*, 2012).

Por otro lado, es importante mencionar que el comportamiento migratorio de *H. armigera* favorecería la dispersión de genes que confieren resistencia a los insecticidas entre las poblaciones y explicaría la propagación de la resistencia en diferentes países del viejo mundo (Lammers and Macleod, 2007). Además, las larvas de esta especie presentan un tegumento ligeramente coriáceo, que difiere del de las otras especies de la familia Heliothinae. Esta característica podría estar relacionada con la capacidad de resistencia que presenta este insecto a los insecticidas de contacto (Ávila *et al.*, 2003; Czepak *et al.*, 2013).

En lo que respecta a las alternativas químicas para el control de *H. armigera*, en la Tabla 2 se detallan los insecticidas sugeridos por Embrapa para la ampliación del registro de esta plaga en Brasil y que cuentan con registro en diferentes cultivos en la Argentina.

- Cultivos transgénicos

En algodón, para el manejo de *H. armigera*, se recurrió al uso de cultivares modificados genéticamente que expresan la proteína Cry1Ac y, más recientemente, la proteína Cry2Ab, ambas derivadas de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (*Bt*). En países donde este cultivo es sembrado intensivamente, cubriendo grandes superficies relativamente homogéneas, los productores siembran los refugios con algodón convencional. Sin embargo, en diferentes países de Asia y África, donde las áreas cultivadas son más diversas y de menor superficie (es decir, altamente fragmentadas), las diferentes especies de cultivos actúan como refugios naturales para el algodón *Bt*, ya que albergarían individuos susceptibles.

Existen trabajos que afirman que ciertos factores, tales como el grado de polifagia de la especie plaga,

deben tenerse en cuenta en la elección de prácticas de manejo del cultivo y en el control de la aparición de individuos resistentes. Además, estos estudios sugieren que las diferentes plantas hospederas explotadas por la plaga deben solaparse en tiempo y espacio junto al cultivo *Bt* en cuestión (Ravi *et al.*, 2005). A pesar de lo mencionado, 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. armigera* (Li *et al.*, 2007; Gao *et al.*, 2009).

Para la Argentina y Brasil, la tecnología *Bt* existente en algodón, maíz y soja tiene incorporadas algunas de las toxinas mencionadas anteriormente, mientras que otras no las poseen, por lo que existe la posibilidad que cause daños en estos cultivos (Tabla 3).

- Control biológico

Se han reportado para *H. armigera* 36 parasitoides, 23 predadores y nueve patógenos, encontrándose porcentajes de parasitoidismo 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. armigera* 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 (Ávila *et al.*, 2003).

8. Detección de *H. armigera* en el Noroeste Argentino (NOA): monitoreos con trampas de feromonas

- Actividades realizadas por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) y colaboradores (EEAOC) y colaboradores (EEAOC) y colaboradores (EEAOC) A partir de la detección de *H. armigera* en Brasil, la EEAOC en

Tabla 2. Grupos químicos e ingredientes activos de insecticidas sugeridos por Embrapa para la ampliación de registro de *Helicoverpa armigera* y que cuentan con registro en diferentes cultivos en la Argentina.

Grupo químico	Ingrediente activo	Comentarios	Registro en la Argentina (cultivos)
Espinosinas	Spinosad	Selectivo para los organismos benéficos. Actúa sobre los receptores de la acetilcolina.	Soja, maíz, algodón, tomate.
Pirazol	Chlorfenapyr	Insecticida –acaricida. Buen control de orugas.	Algodón y tomate.
Benzoilureas	Chlorfuazuron	Buen control de orugas y selectivo para los organismos benéficos. Inhibidor de la biosíntesis de quitina.	Soja, maíz, algodón, tomate.
	Lufenuron		
Benzoilureas + organofosforado	Lufenuron + profenofós	Inhibidor de la biosíntesis de quitina + inhibidor de la acetilcolinesterasa. Producto selectivo para predadores	Soja, algodón y girasol
Diacilhidrazinas	Metoxifenocide	Buen control de orugas y selectivo para los organismos benéficos. Acelerador del proceso de muda.	Soja, algodón, girasol y tomate
Diaminas	Flubendiamide	Buen control de orugas y selectivo para los organismos benéficos. Actúa como activador de los receptores de ryanodina.	Soja, poroto, algodón, tabaco y tomate
Diamidas	Clorantraniliprole	Buen control de orugas y selectivo para los organismos benéficos. Actúa como activador de los receptores de ryanodina.	Soja, maíz, girasol y tomate
Avermectinas	Benzoato de emamectina	Control de orugas y selectivo para los organismos benéficos. Activador del canal de cloruros.	Tomate
Carbamatos	Thiodicarb	Selectivo para predadores. Inhibidor de la acetilcolinesterasa.	Soja, girasol y algodón
	Metomil	Amplio espectro. Inhibidor de la acetilcolinesterasa.	Soja, maíz, sorgo, girasol, algodón, arveja, tabaco, tomate y pimiento
Biológico	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Control de orugas y selectivo para los organismos benéficos. Actúa sobre el sistema digestivo. Debe presentar ausencia para beta-exotoxina.	Soja, girasol, algodón y tabaco

conjunto con investigadores de la Facultad de Agronomía y Alimentos de la Universidad Nacional de Santiago del Estero y técnicos de la actividad privada, instalaron una red de trampas “bucket funnel trap”, cebadas con feromonas para *H. armigera* (Figura 6). Estas se colocaron en lotes de garbanzo ubicados en las localidades de Viclos (Dpto. Leales) y en La Cocha (Dpto. La Cocha), durante el mes de agosto de 2013. Dichas trampas fueron revisadas semanalmente y el material obtenido fue remitido al Dr. Fernando Navarro (Instituto Superior de Entomología de la Universidad Nacional de Tucumán) para su identificación taxonómica. Del material analizado se confirmó

Tabla 3. Endotoxinas de *Bacillus thuringiensis* presentes en los cultivos Bt de maíz, algodón y soja en la Argentina y Brasil.

País	Maíz	Algodón	Soja
Argentina	Cry1Ab	Cry1Ac	Cry1Ac
	Cry1A.105		
	Cry2A		
	Cry1F		
	Vip3Aa20	Cry2Ab Cry1Ab	Cry1Ac
Brasil	Cry2Ab	Cry2Ae Cry1Ac	
	Cry1Ab	Cry1F	
	Cry1A.105 Cry1Ab		
	Cry 1Ac		
	Cry 1F		
	Cry3Bb,		
	VIP3Aa		



Figura 6. Trampa "bucket funnel trap" para el monitoreo de adultos con feromonas de *H. armigera*.

la presencia de *H. armigera* en la provincia de Tucumán, siendo además la primera cita de esta especie para la Argentina.

Durante la campaña 2013/2014, la EEAOC continuó con el monitoreo de esta plaga, en el cultivo de soja en la localidad de Monte Redondo (Dpto. Cruz Alta). Como resultado se detectó la presencia de *H. armigera* a partir de mediados de febrero de 2014.

Bibliografía citada

Afzal, M.; M. Ashfaq and M. H. Bashir. 2012.

Oviposition responses of *Helicoverpa armigera* towards the morphological plant characters of some genotypes of cotton. *Pakistan J. Zool.* 44 (4): 1091-1097.

Armes, N. J. 1993. Pyrethroid and endosulfan resistance in *Helicoverpa armigera* in India. *Resistant Pest Management* 5 (1): 34-39.

Armes, N. J. 1995. Pyrethroid resistance in *Helicoverpa armigera* in Nepal. *Resistant Pest Management* 7 (1): 11.

Armes, N. J.; S. K. Banerjee; K. R. DeSouza; D. R. Jadhav; A. B. S. King; K. R. Kranthi; A. Regupathy; T. Surulivelu and N. Venugopal Rao. 1994. Insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* in India: recent developments. En: *Proc. Brighton Crop*

Protection Conference, Pests and Diseases, Brighton, UK, 1994, vol. 1, pp. 437-442.

Armes, N. J.; D. R. Jadhav and K. R. DeSouza. 1996. A survey of insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* in the Indian subcontinent. *Bull. Entomol. Res.* 86 (5): 499-514.

Armes, N. J.; D. R. Jadhav and A. B. S. King. 1992. Pyrethroid resistance in the pod borer, *Helicoverpa armigera*, in southern India. En: *Proc. Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases*, Brighton, UK, 1992, pp. 239-244.

Ávila, C. J.; L. M. Vivan e G. Vital Tomquelski. 2013. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. *Circular técnica Embrapa* (23). Embrapa, Brasília, DF, Brasil.

Behere, G. T.; W. T. Tay; D. A. Russel; D. G. Heckel; B. R. Appleton; K. R. Kranthi and P. Batterham. 2007. Mitochondrial DNA analysis of field populations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and of its relationship to *H. zea*. *BMC Evolutionary Biology* 7: 1-10.

Biodiversidade. 2008. Artrópodos terrestres. *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). [En línea]. Disponible en <http://www.azoresbioportal.angra.uac.pt/listagens.php?lang=es&sstr=8&id=A01711> (consultado diciembre 2013).

Bueno, A.; C. G. Rufino; C. B. Hoffmann-Campo; D. R. Sosa-Gomez; E. Hirose; F. Adegas e S. Roggia. 2013. *Helicoverpa armigera*: desafios na cultura da soja. Londrina. [En línea]. Disponible en <http://www.cnpso.embrapa.br/helicoverpa> (consultado diciembre, 2013). Embrapa, Brasil.

Bues, R.; J. C. Bouvier and L. Boudinhon. 2005. Insecticide resistance and mechanisms of resistance to selected strains of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in the south of France. *Crop Prot.* 24 (9): 814-820.

Czepak, C.; K. Cordeiro Albernaz; L. M. Vivan; H. O. Guimarães e T. Carvalhais. 2013. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 43 (1): 110-113.

European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). 2006. Distribution maps of quarantine pests. *Helicoverpa armigera*. [En línea]. Disponible en www.epo.org/QUARANTINE/insects/Helicoverpa_armigera/HELIAR_map.htm (consultado diciembre de 2013).

Feng, H. Q.; K. M. Wu; Y. X. Ni; D. F. Cheng and Y. Y. Guo. 2005. Return migration of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) during autumn in northern China. *Bull. Entomol. Res.* 95 (4): 361-370.

Fitt, G. P. 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annu. Rev. Entomol.*, Palo Alto, 34 (1): 17-52.

Forrester, N. W.; M. Cahill; L. J. Bird and J. K. Layland. 1993. Management of pyrethroid and endosulfan resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia. *Bull. Entomol. Res.*, Supplement Series (Supplement 1): 132 pp.

Gao, Y.; K. Wu; F. Gould and Z. Shen. 2009. Cry2Ab tolerance response of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) populations from Cry1Ac cotton planting region. *J. Econ. Entomol.* 102 (3): 1217-1223.

Guo, Y. Y. 1997. Progress in the researches on migration regularity of *Helicoverpa armigera* and relationships between the pest and its host plants. *Acta Entomol. Sinica*, Beijing, 40 (1): 1-6.

Hardwick, D. F. 1965. The corn earworm complex. *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 97, Supplement (40): 246 pp.

Kranthi, K. R.; D. Jadhav; R. Wanjari; S. Kranthi and D. Russell. 2001. Pyrethroid resistance and mechanisms of resistance in field strains of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera:

Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 94(1): 253-263.

Kurban, A.; A. Yoshida; Y. Izumi; S. Sonoda and H. Tsumuki. 2005. Pupal diapause of *Helicoverpa armigera*: sensitive stage for photoperiodic induction. *App. Entomol. Zool.* 40 (3): 457-460.

Lammers, J. W. and A. Macleod. 2007. Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). [S.l.: s.n.], 2007. [En línea]. Disponible en: <http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/helicoverpa.pdf> (consultado noviembre 2013).

Li, G. P.; K. M. Wu; F. Gould; J. K. Wang; J. Miao; X. W. Gao and Y. Y. Guo. 2007. Increasing tolerance to Cry1Ac cotton from cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, was confirmed in Bt cotton farming area of China. *Ecol. Entomol.* 32: 366-375.

Martin, T.; G. O. Ochou; A. Djihinto; D. Traore; M. Togola; J. M. Vassal; M. Vaissayre and D. Fournier. 2005. Controlling an insecticide-resistant bollworm in West Africa. *Agr. Ecosyst Environ.* 107 (4): 409-411.

Martin, T.; G. O. Ochou; F. Hala N' Klo; J. M. Vassal and M. Vaissayre. 2000. Pyrethroid resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner), in West Africa. *Pest Manag. Sci.* 56 (6): 549-554.

Martin, T.; O. G. Ochou; M. Vaissayre and D. Fournier. 2003. Organophosphorus insecticides synergize pyrethroids in the resistant strain of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) from West Africa. *J. Econ. Entomol.* 96 (2): 468-474.

Moral Garcia, F. J. 2006. Analysis of the spatiotemporal distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in a tomato field using a stochastic approach. *Biosystems Engineering, Bedford*, 93 (3): 253-259.

Pawar, C. S.; V. S. Bhatnagar and D. R. Jadhav. 1986. *Heliothis* species and their natural enemies, with their potential for biological control.

Proceedings Indian Academy of Sciences 95: 695-703.

Pedgley, D. E. 1985. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the British Isles. *Entomologist's Gazette*, Wallingford, 36 (1): 15-20.

Pogue, M. G. 2004. A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and differentiation of adult males of *H. zea* and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae). *Annals Entomological Society of America* 97(6): 1222-1226.

Ravi, K. C.; K. S. Mohan; T. M. Manjunath; G. Head; B. V. Patil; A. D. P. Greba; K. Premalatha; J. Peter and N. G. V. Rao. 2005. Relative abundance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on different host crops in India and the role of these crops as natural refuges for *Bacillus thuringiensis* cotton. *Environ. Entomol.* 34 (1): 59-69.

Reed, W. 1965. *Heliothis armigera* (Hb.) (Noctuidae) in western Tanganyika. II. Ecology and natural and chemical control. *Bull. Entomol. Res.*, Cambridge, 56 (1): 127-140.

Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (Senave). 2013. Senave en alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola. [En línea]. Disponible en <http://www.abc.com.py/edicion-impresia/economia/senave-en-alerta-tras-ingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html> (consultado noviembre 2013).

Sharma, P. K.; U. Kumar; S. Vyas; S. Sharma and S. Shrivastava. 2012. Monitoring of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) through pheromone traps in chickpea (*Cicer arietinum*) crop and influence of some abiotic factors on insect population. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 5 (5): 44-46.

Specht, A.; D. R. Sosa-Gomez; S. Vieira de Paula-Moraes e S. Akimi Cavaguchi Yano. 2013. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro

de ocorrência no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 48 (6): 689-692.

Tay, W. T.; M. F. Soria; T. Walsh; D. Thomazoni; P. Silvie, G. T. Behere; C. Anderson e S. Downes. 2013. A brave New World for an Old World pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *PLoS ONE*. [En línea]. 8 (11): e80134. Disponible en <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0080134> (consultado diciembre de 2013).

Torres Vila, L.; M. C. Rodriguez Molina; A. Lacasa Plasencia and P. Bielza Lino. 2002a. Insecticide resistance of *Helicoverpa armigera* to endosulfan, carbamates and organophosphates: the Spanish case. *Crop Protection* 21 (10): 1003-1013.

Torres Vila, L. M.; M. C. Rodriguez Molina; A. Lacasa Plasencia; P. Bielza Lino and A. Rodriguez del Rincon. 2002b. Pyrethroid resistance of *Helicoverpa armigera* in Spain: current status and agroecological perspective. *Agr. Ecosyst Environ.* 93: 55-66.

Venette, R. C.; E. E. Davis; J. Zaspel; H. Heisler and M. Larso M. 2003. Mini risk assessment. Old World bollworm, *Helicoverpa armigera* Hübner [Lepidoptera: Noctuidae]. Department of Entomology, University of Minnesota, Minnesota, USA.

Zalucki; M. P.; G. Darglish; S. Firempong and P. H. Twine. 1986. The biology and ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: What do we know? *Aust. J. Zool.*, Melbourne, 34 (6): 779-814. 





ESTACIÓN EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina

