

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

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

* Entomólogo, Instituto Austral de Ciencias (IEACI) ** Entomóloga, Instituto Austral de Ciencias (IEACI) *** Entomóloga, Instituto Austral de Ciencias (IEACI)

¿Qué especies vegetales ataca? – Impacto económico: pérdidas -
Distribución geográfica – Taxonomía - Identificación - Biología –
Monitoreo - Manejo – *H. armigera* en el NOA

1. ¿Qué especies vegetales ataca?

Helicoverpa armigera, 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 (*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 1985; Pawar *et al.*, 1986; Fitt 1989; Fitt 1989; Pogue 2004; Moral García 2006; Czepak *et al.*, 2013; Tay *et al.*, 2013). Estudios de preferencia en laboratorio sobre plantas hospederas demostraron que *H. armigera* parece seguir una jerarquía en la elección de la misma cuando algunas de sus plantas hospederas preferidas no están disponible, siendo el tabaco (*Nicotiana tabacum*), maíz y girasol sus plantas hospederas preferidas mientras que soja, algodón y alfalfa (*Medicago sativa*) fueron clasificadas de preferencia intermedia y repollo (*Brassica oleracea*), amaranto y lino (*Linum usitatissimum*) 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 usados son para el 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) (Fig 1). En el continente Americano recientemente se la detectó en Brasil (Czepak *et al.*, 2013) y en Paraguay (Senave, 2013), existiendo la sospecha que podría estar presente en Argentina.

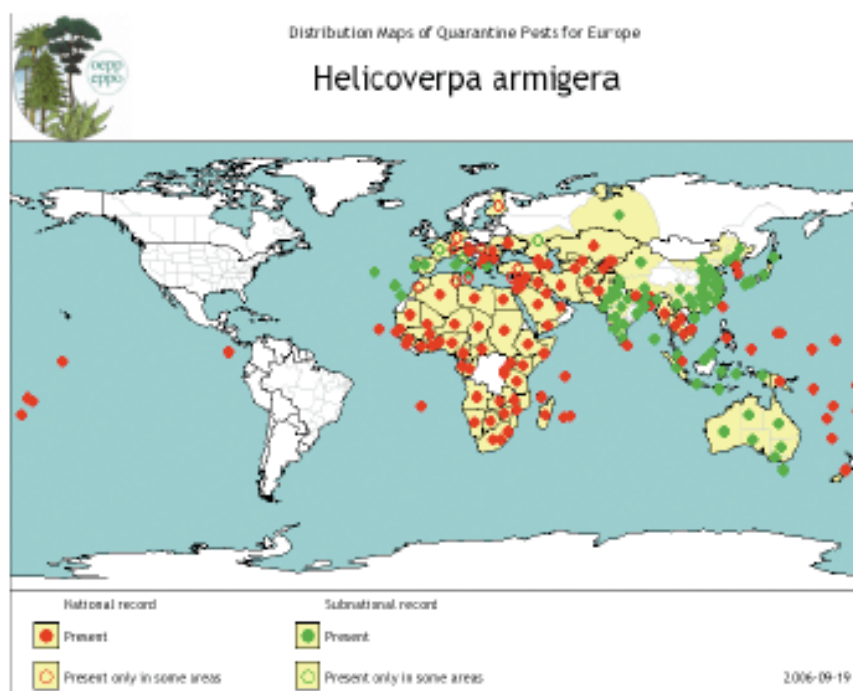


Fig 1: Mapa de distribución de *Helicoverpa armigera* (EPPO, 2006). No incluidas las nuevas citas para América.

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

Gusano bollero del algodón, oruga bolillera, oruga brava.

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 (Fig. 2).

H. zea y *H. armigera* se pueden confundir fácilmente, por lo que la diferenciación más segura se debe realizar a través de la observación de las estructuras genitales masculinas (Fig. 3, 4 y 5) (Hardwick 1985; Pogue 2004; Czepak *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.



H. zea (Fuente Biodiversidade)



H. armigera (Fuente Biodiversidade)



H. gelotopoeon (EEAOC)

Figura 2: Adultos de *Helicoverpa zea*, *H. armigera* y *H. gelotopoeon*.

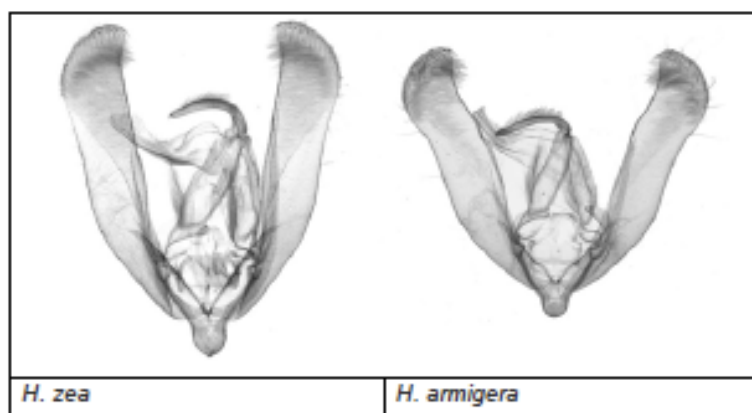


Figura 3: Cápsula genital del macho de *Helicoverpa zea* y *H. armigera* (fuente Pogue, 2004).

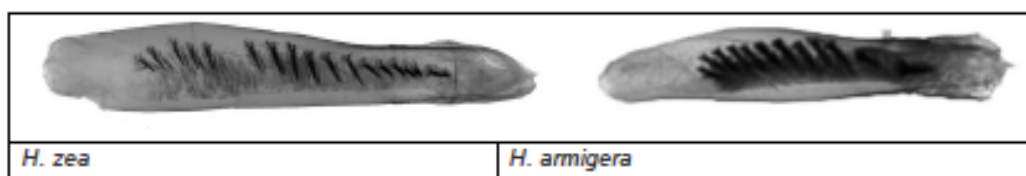


Figura 4: Aedeagus del macho de *H. zea* y *H. armigera* (fuente Pogue, 2004).

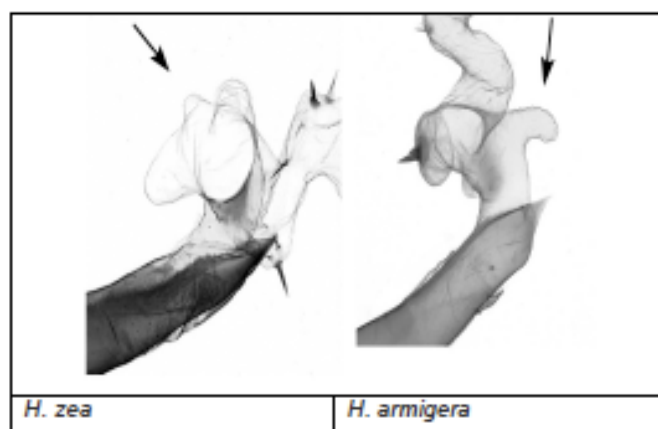


Figura 5: Tres lóbulos en la base de la vesica en *H. zea* y único lóbulo en la base de la vesica de *H. armigera* (fuente Pogue, 2004).

En base a las dificultades mencionadas para la identificación del complejo de especies de *Helicoverpa*, muchos autores recomiendan la confirmación de la misma mediante una caracterización molecular de las especies involucradas. Specht *et al.* (2013), realizaron la identificación morfológica y molecular de esta especie plaga. La primera fue basada en la genitalia del macho y la segunda en el análisis de la 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 a 1500 huevos totales (≈ 150 huevos/día) aislados o en pequeños grupos. Los mismos son colocados en tallos, flores, frutos y/o 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, siendo en general las hembras más longevas. El ciclo de vida de huevo a adulto dura entre cuatro a seis semanas, dependiendo de las condiciones ambientales, reportándose que puede tener entre 2 a 11 generaciones al año (Fig. 6) (Ávila *et al.*, 2013; Pogue 2004; Czepak *et al.*, 2013).

Presenta una gran movilidad, ya que los adultos pueden desplazarse hasta 1000 km. Estudios realizados afirman que el flujo de genes es alto debido a la migración a gran escala de sus poblaciones. También presenta una elevada capacidad de supervivencia incluso cuando las condiciones son adversas tales como el calor excesivo, frío o 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 & Macleod 2007; Ávila *et al.*, 2013; Czepak *et al.*, 2013).

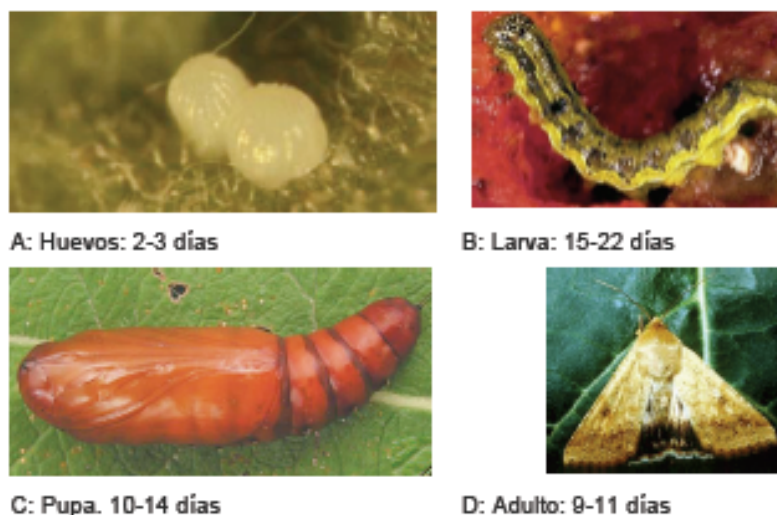


Fig. 6: Ciclo de vida de *Helicoverpa armigera* (imágenes tomadas de EPPO).

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 feromona; para las larvas se emplea el uso del paño vertical u horizontal y/o bien la observación directa de las plantas 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 locales. En la Tabla N°1 se detallan los UA para el control de *H. armigera* en diferentes cultivos hospederos.

Tabla N°1: Umbrales de acción (UA) para el control de *H. armigera* en diferentes cultivos hospederos, según bibliografía internacional y sugeridos por EMBRAPA.

Cultivo	Umbrales de acción (UA)
Algodón convencional	2 larvas < 8 mm/metro o 1 larva > 8 mm/metro o 5 huevos/metro
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

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

- 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 del crecimiento; 3) insecticidas del grupo de las diamidas o espinosinas; 4) insecticidas del grupo de las avermectinas; 5) insecticidas del grupo de los carbamatos.
- Conocer los mecanismos de acción de los insecticidas, para su rotación, evitando el desarrollo de resistencia.
- Además de la dosis a emplear, es importante saber en qué momento (estado de desarrollo del cultivo y de la plaga) y cómo se lo debe aplicar. Tener en cuenta los aspectos vinculados a lograr una buena calidad de aplicación, mencionándose entre ellos a las condiciones ambientales, desarrollo del cultivo, presión de trabajo, volumen de aplicación, tipo de boquilla, uso de coadyuvante, etc.

Por otro lado es importante destacar que *H. armigera* y *H. zea* tienen los mismos compuestos químicos de 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 la cual se ve apoyada 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, lo que 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 1985; 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 ocurrencia potencial de huevos y/o larvas en los cultivos (Ávila *et al.*, 2013). Shrama *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 ocurren el complejo de *Helicoverpa* spp. se deberán establecer métodos que permitan una correcta identificación de las especies integrantes de este complejo, para establecer herramientas para su manejo, ya que la susceptibilidad de las especies a las dosis de insecticidas son diferentes.

7. Manejo

De acuerdo a un documento técnico elaborado por EMBRAPA (2013), referido a las acciones de emergencia propuestas para el manejo integrado del complejo de *Helicoverpa* spp. en áreas agrícolas de Brasil, poniendo especial énfasis en *H. armigera* se resaltan algunos aspectos técnicos relacionados a las medidas para el manejo de esta problemática.

Se considera que el aumento de los niveles poblacionales correspondientes al género *Helicoverpa* fue consecuencia de una serie de modificaciones en los sistemas agrícolas, mencionándose entre ellas a 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 pueden 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. 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, 1995; Armes *et al.*, 1992, 1994 y 1996; Forrester *et al.*, 1993; Kranthi *et al.*, 2001; Martin *et al.*, 2000, 2003; Torres Vila *et al.*, 2002a y b; Martin *et al.*, 2005; Bues *et al.*, 2005). Estos resultados se deben al uso continuo e indiscriminado de estos insecticidas, que además han creado problemas de salud no solo para el hombre y animales sino también para el medio ambiente (Afzal *et al.* 2012).

Por otro lado es importante mencionar que su comportamiento migratorio 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 & 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.*, 2013b).

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

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

Grupo Químico	Ingrediente activo	Comentarios	Registro en Argentina (Cultivos)
Espinosinas	Spinosad	Selectivo para los organismos benéficos. Actúa sobre los receptores de la acetil colina.	Soja, maíz, algodón, tomate.
Pirazol	Clorfenapir	Insecticida – Acaricida. Buen control de orugas.	Algodón y tomate.
Benzonilureas	Chlorfuzuron	Buen control de orugas y selectivo para los organismos benéficos. Inhibidor de la biosíntesis de quitina.	Soja, maíz, algodón, tomate.
	Lufenuron	Inhibidor de la biosíntesis de quitina + Inhibidor de la acetilcolinesterasa. Producto selectivo para predadores	Soja, maíz, algodón, tomate.
Benzonilureas + Organofosforado	Lufenuron + Profenofós	Buen control de orugas y selectivo para los organismos benéficos. Actúa como activador de los receptores de ryanodina.	Soja, algodón y girasol
Diacilhidrazinas	Metoxifenocida	Buen control de orugas y selectivo para los organismos benéficos. Acelerador del proceso de muda.	Soja, algodón, girasol y tomate
Diaminas	Flubendiamida	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	Clorantranilprole	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 Emamectin	Control de orugas y selectivo para los organismos benéficos. Activador del canal de cloruros.	Tomate
Carbamatos	Tiodicarb	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 pimienta
Biológico	Bacillus thuringiensis	Control de orugas y selectivo para los organismos benéficos. Actúa sobre sistema digestivo. Debe presentar ausencia para beta – exotoxina.	Soja, girasol, algodón y tabaco

- 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 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 (o sea altamente fragmentadas), las diferentes especies de cultivos actúan como refugios naturales para el algodón *Bt*, ya que albergarían individuos susceptibles. Esto determina que no sea necesario sembrar algodón convencional como refugio en estos países.

Existen trabajos que afirman que factores 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, 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.*, 2012).

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

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

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

- Control Biológico

Se han reportado para *H. armigera* 36 parasitoides, 23 predadores y nueve patógenos, encontrándose porcentajes de parasitoidismo que van entre 5 a 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, los esfuerzos deberían ser direccionados a buscar enemigos naturales en la región de origen de esta especie para luego ser utilizados en programas de control biológico (Ávila *et al.*, 2003).

8. Sospecha de la presencia de *H. armigera* en el Noroeste Argentino NOA: monitoreos con trampas de feromonas:

- Actividades realizadas por la EEAOC y colaboradores

A partir de la sospecha sobre la presencia de *H. armigera* y contando con la disponibilidad de la feromona para esta especie (provista por el Ing. Enrique Lobos- FAYA-UNSE), se instalaron trampas en lotes con garbanzo en la provincia de Tucumán. Los monitoreos se realizaron en Viclos (Dpto Leales) y en La Cocha (Dpto La Cocha), por los Ing. Agr. Augusto Casmuz y Franco Scalora (EEAOC) y Claudio Bleckwedell. Se utilizó el modelo de trampa Bucket funnel trap (Fig 7), las que se colocaron con otras trampas cebadas con feromonas de *H. gelotopoeon*. En la primera localidad las trampas se instalaron el 14 de agosto de 2013 y en La Cocha el 20 del mismo mes. Todo el material colectado fue enviado al Dr. Fernando Navarro (INSUE-UNT) para su identificación taxonómica. Hasta el momento, se han examinado las muestras procedentes de la Cocha representadas por 3 lotes: Lote 1: 3 ejemplares de *H. zea* y 3 de *H. gelotopoeon*, Lote 2: 2 ejemplares de *H. gelotopoeon* y 2 ejemplares de *H. armigera*, Lote 3: 23 ejemplares de *H. armigera*. Estos resultados preliminares confirmarían la presencia de *H. armigera* en la provincia de Tucumán.



Figura 7: Trampa Bucketfunnel trap para el monitoreo de adultos con feromonas de *Helicoverpa armigera*.

9. Bibliografía

- Atzal, M.; M. Ashfaq; M. H. Bashir. 2012. Oviposition responses of *Helicoverpa armigera*, towards the morphological plant characters of some genotypes of cotton. *Pakistan Journal of Zoology*, vol. 44 (4), pp. 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. Ragupathy; T. Surulivelu; N. Venugopal Rao. 1994. Insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* in India: recent developments. *Proceedings Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases*, 1994, vol 1: 437-442.
- Armes, N. J.; D. R. Jadhav; K. R. DeSouza. 1996. A survey of insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* in the Indian subcontinent. *Bulletin of Entomological Research* 86 (5): 499-514.
- Armes, N. J.; D. R. Jadhav; A. B. S. King. 1992. Pyrethroid resistance in the pod borer, *Helicoverpa armigera*, in southern India. *Proceedings, Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases*, 1992 Brighton, November 23-26, 1992: 239-244.
- Ávila, C. J.; L. M. Vivan; G. Vital Tomquetaki. 2013. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. Circular técnica N° 23, Embrapa, ISSN 1679-0464. 12pp.

Behere, G. T.; W. T. Tay; D. A. Russel; D. G. Heckel; B. R. Appleton; K. R. Kranthi; P. Batterham. 2007. Mitochondrial DNA analysis of field populations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and of its relationship to *H. zea*. BMC Evolutionary Biology, v.7, p.1-10. DOI: 10.1186/1471-2148-7-117.

Biodiversidade: <http://www.azoresbioportal.angra.uac.pt/listagens.php?lang-es&str=8&id=A01711>. [consultado diciembre, 2013].

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

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

Embrapa Soja, 2013. Bueno, A.; C.G. Ruffino; C.B. Hoffmann-Campo; D.R. Sosa-Gomez; E. Hirose; F. Adegas; S. Roggia (Org.). *Helicoverpa armigera*: desafios na cultura da soja. Londrina: Disponível em: < <http://www.cnpsa.embrapa.br/helicoverpa>>. [consultado diciembre, 2013].

EPPO 2006. Distribution maps of Quarantine Pests. *Helicoverpa armigera*. Disponible en: www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Helicoverpa_armigera/HELIAR_map.htm.

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

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

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

Gao, Y.; K. Wu; F. Gould; Z. Shen. 2009. Cry2Ab tolerance response of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) populations from Cry1Ac cotton planting region. Journal of Economic Entomology 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 Entomologica Sinica, Beijing, 40 (1): 1-6.

Hardwick, D. F. 1965. The corn earworm complex. *Memiors of the Entomological Society of Canada*. The Entomological Society of Canada, Ottawa, Ontario.

- Kranthi, K. R.; D. Jadhav; R. Wanjar; S. Kranthi; D. Russell. 2001. Pyrethroid resistance and mechanisms of resistance in field strains of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 94(1): 253-263.
- Kumar, S.; S. K. Saini; P. Ram. 2009. Natural mortality of *Helicoverpa armigera* (Hübner) eggs in the cotton ecosystem. *Journal of Agricultural Science and Technology, Libertyville*, 11 (1): 17-25.
- Kurban, A.; A. Yoshida; Y. Izumi; S. Sonoda; H. Tsunuki. 2005. Pupal diapause of *Helicoverpa armigera*: sensitive stage for photoperiodic induction. *Applied Entomology and Zoology*, 40 (3): 457-460.
- Lammers, J. W.; A. Macleod. 2007. Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). [S.l.: s.n., 2007. 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; Y. Y. Guo. 2007. Increasing tolerance to Cry1Ac cotton from cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, was confirmed in Bt cotton farming area of China. *Ecological Entomology*, 32: 366-375.
- Martin, T.; G. O. Ochoy; A. Djihinto; D. Traore; M. Togola; J. M. Vassal; M. Valsayre; D. Fournier. 2005. Controlling an insecticide-resistant bollworm in West Africa. *Agriculture Ecosystems and Environment* 107 (4): 409-411.
- Martin, T.; G. O. Ochoy; F. Hala N' Kio; J. M. Vassal; M. Valsayre. 2000. Pyrethroid resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner), in West Africa. *Pest Management Science* 56 (6): 549-554.
- Martin, T.; G. O. Ochoy; M. Valsayre; D. Fournier. 2003. Organophosphorus insecticides synergize pyrethroids in the resistant strain of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) from West Africa. *Journal of Economic Entomology* 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; 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.

- Pedgley, D. E. 1986. Windborne migration in the Middle East by the moth *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ecological Entomology*, 11 (4): 467-470.
- 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; 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 refuge for *Bacillus thuringiensis* Cotton. *Environmental Entomology*, 34 (1): 59-69.
- Reed, W. 1965. *Heliothis armigera* (Hb.) (Noctuidae) in western Tanganyika: II. Ecology and natural and chemical control. *Bulletin of Entomological Research*, Cambridge, 56 (1): 127-140.
- Senave, 2013. <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/senave-en-alerta-tras-ingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>. [consultado noviembre, 2013].
- Sharma, P. K.; U. Kumar; S. Vyas; S. Sharma; S. Shrivastava. 2012. Monitoring of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (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; 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. Silve, et al. 2013. A brave New World for an Old World Pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *PLoS ONE* 8(11): e80134. doi:10.1371/journal.pone.0080134.
- Torres Vila, L.; M. C. Rodríguez Molina; A. Lacasa Plasencia; P. Bielza Lino. 2002a. Insecticide resistance of *Helicoverpa armigera* to endosulfan, carbamates and organophosphates: the Spanish case. *Crop Protection* 21(10): 1003-1013 (abstract).
- Torres Vila, L. M.; M. C. Rodríguez Molina; A. Lacasa Plasencia; P. Bielza Lino; A. Rodríguez del Rincon. 2002b. Pyrethroid resistance of *Helicoverpa armigera* in Spain: current status and agroecological perspective. *Agriculture Ecosystems and Environment* 93: 55-66 (abstract).
- Venette, R. C.; E. E. Davis; J. Zaspel; H. Heisler; M. Larsen M. 2003. Mini Risk Assessment. Old World bollworm, *Helicoverpa armigera* Hübner [Lepidoptera: Noctuidae]. Department of Entomology, University of Minnesota. 36 pp.

Zalucki, M. P.; G. Daglish; S. Firepong; P. H. Twine. 1986. The biology and ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? *Australian Journal of Zoology*, Melbourne, 34 (6): 779-814.