

Bioecología de *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) en cultivos de maíz dulce con diferente manejo de hábitat

María Celia Tulli¹, Ana María Vincini¹, Juan Ignacio Pascucci¹, Dora Mabel Carmona^{1,2}, Verónica Griselda Baquero¹

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, Buenos Aires, Argentina. Ruta 226, Km 73,5, Balcarce 7620, Buenos Aires, Argentina. E-mail: tulli.maria@inta.gob.ar

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación experimental Agropecuaria, Balcarce, Buenos Aires, Argentina. Ruta 226, Km 73,5, Balcarce 7620, Buenos Aires, Argentina

Resumen

TULLI MC, VINCINI AM, PASCUCCI JI, CARMONA DM, BAQUERO VG. 2015. Bioecología de *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) en cultivos de maíz dulce con diferente manejo de hábitat. ENTOMOTROPICA 31(3): 23-35

Helicoverpa zea (Lepidoptera: Noctuidae) afecta la calidad de la mazorca de maíz al consumir sus granos. Durante la floración del maíz, en dos fechas de siembra y en dos sistemas de manejo, alta y baja diversidad vegetal, se determinaron cohortes de huevos para su monitoreo diario. *H. zea* registró la mayor mortalidad en el estado de huevo (40,46 %). El principal depredador fue *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae), cuya presencia no fue influenciada por la diversidad vegetal. Después de la eclosión, el primer estadio larval de *H. zea* demoró 24 horas para ingresar a la mazorca. Este estadio sólo se alimentó de los estilos internos. El estado larval presentó cinco estadios. La fecha de siembra y la diversidad vegetal no afectaron la supervivencia y el desarrollo larvario.

Palabras clave adicionales: Control biológico, *Orius* sp., plaga agrícola.

Abstract

TULLI MC, VINCINI AM, PASCUCCI JI, CARMONA DM, BAQUERO VG. 2015. Bioecology of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in sweet corn crops with different habitat management. ENTOMOTROPICA 31(3): 23-35

Helicoverpa zea (Lepidoptera: Noctuidae), affects the quality of corncoobs by feeding their grains. During flowering of crops, at two planting dates and in two management systems, viz. higher plant diversity and lower plant diversity, cohorts of eggs were determined for daily monitoring. *H. zea* had the highest mortality in the egg stage (40.46 %). The main predator was *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae). The presence of this predator was not affected by plant diversity. After hatching, the larvae of *H. zea* took 24 hours to enter the cob. The first instar larva fed only on internal silks. *H. zea* presents five larval stages. Larval survival and development were not affected by sowing date or plant diversity.

Additional key words: Agricultural pest, biological control, *Orius* sp.

Introducción

La “isoca de la mazorca” *Helicoverpa* (= *Heliothis*) *zea* (Boddie, 1850), es un lepidóptero de la Familia Noctuidae cuyas larvas se caracterizan por su robustez y voracidad en los últimos estadios (Margherites y Rizzo 1965). Tiene amplia distribución en el mundo, y en el continente americano se encuentra desde Canadá hasta el sur de la Argentina. Especialmente en el cono sur de Sudamérica, sus poblaciones son endémicas en Argentina, Brasil, Paraguay, Chile y Uruguay (Pastrana 2004).

Helicoverpa zea es una especie polifitófaga, ya que las larvas han sido señaladas atacando hojas y frutos de más de 100 especies, entre las cuales se destacan maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.), algodón (*Gossypium hirsutum* L.), tabaco (*Nicotiana tabaccum* L.), soja (*Glycine max* M.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.), entre otros (King y Coleman 1989, Capinera 2008). Entre las especies vegetales citadas, los adultos de *H. zea* muestran una marcada preferencia por el cultivo de maíz, por lo cual se considera a este cultivo como su principal hospedante (King y Coleman 1989, Capinera 2008, Vincini y Alvarez Castillo 2009). Durante la floración del cultivo de maíz, las hembras adultas depositan sus huevos en forma aislada, preferentemente sobre los estilos turgentes, y las larvas procedentes de esos huevos se desplazan hasta llegar a la mazorca en la cual se introducen. Dentro de la mazorca, las larvas continúan su desarrollo, que frecuentemente es de 6 instares, pero en ocasiones puede presentar 5 (Capinera 2008, Pascucci 2013), 7 u 8 (Hardwick 1965, Margheritis y Rizzo 1965, Capinera 2008). La actividad alimentaria de las larvas causa daños directos, siendo el principal, el consumo de los granos que se encuentran en el tercio superior de la mazorca, y daños indirectos al favorecer el ingreso de patógenos y otros insectos (Lewis 1992, citado por Zúñiga Álvarez 2005). En cultivos de maíz dulce se debe considerar, además de los daños descriptos, una

reducción en el valor comercial de las mazorcas por el daño cosmético que generan (Iannone y Leiva 1995). Ante la presencia de mazorcas dañadas, como estrategia de manejo se pueden cortar los ápices afectados, incrementando en consecuencia los costos de procesamiento (Ávila Pérez 1999, Tulli et al. 2012a).

Para prevenir los daños causados por *H. zea*, los productores realizan múltiples aplicaciones de insecticidas, generalmente del grupo de los piretroides, durante el período de emisión de estilos, ya que es en este estado cuando las mazorcas son más susceptibles de sufrir el ataque (Quiles et al. 2002, Saavedra del Real 2003, Szczesny 2005, Hopkins y Pietrantonio 2010a, Quiles 2011). Sin embargo, se ha comprobado que *H. zea* puede desarrollar rápidamente resistencia a los insecticidas (King y Coleman 1989, Hopkins y Pietrantonio 2010a, Hopkins y Pietrantonio 2010b). Además, es de tener en cuenta que los insecticidas afectan severamente las poblaciones de enemigos naturales (parasitoides y depredadores), que en forma natural se encuentran regulando las plagas y a otros insectos fitófagos. Como consecuencia de la destrucción de los enemigos naturales se produce el fenómeno de “resurgencia”, que consiste en la rápida recuperación de la plaga pudiendo llegar a niveles mayores que los previos a la aplicación de insecticidas (Metcalf y Luckman 1990, Cisneros 1992, 1993, 1995, Van Driesche y Bellows 1996, Landis et al. 2000a, Landis et al. 2000b, Altieri y Nicholson 2007).

Como estrategia alternativa a los insecticidas y para favorecer el control biológico de los huevos y las larvas de *H. zea*, los productores pueden conservar e incrementar las poblaciones de los enemigos naturales al acrecentar la diversidad vegetal circundante a los cultivos (Landis et al. 2000a, Landis et al. 2000b). De esta forma, los enemigos naturales disponen de diferentes fuentes de alimento (polen, néctar y presas alternativas) y refugios para invernar y reproducirse cuando su presa principal no está

presente (Carmona 1998, Carmona y Landis 1999, Harmon et al. 2000, Landis et al. 2000a, Landis et al. 2000b, Fiedler et al. 2008, Gardiner et al. 2009, Rufus et al. 2009). El concepto general del manejo de hábitat para la conservación de enemigos naturales, asocia la diversidad vegetal al incremento de la eficiencia de la regulación biológica (Gardiner et al. 2009), por lo cual es de esperar mayor actividad y control biológico en los sistemas agrícolas que presenten mayor diversidad vegetal circundante.

En función de lo expuesto y teniendo en cuenta que la mejor oportunidad de control de esta plaga, ya sea químico o biológico, es antes de que la larva de primer estadio (L_1) ingrese a la mazorca de maíz, el objetivo de este trabajo fue determinar el momento de las posturas, el tiempo en que la L_1 permanece sobre los estilos, la supervivencia de los estadios larvales y la incidencia de los enemigos naturales, en dos situaciones de manejo: parcelas con alta y baja diversidad vegetal circundante.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en un predio de la Unidad Integrada Balcarce, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata–Estación Experimental Agropecuaria INTA, Argentina, desde noviembre de 2010 hasta marzo de 2011. El sitio de estudio consistió en dos parcelas de 40 m x 80 m (0,32 ha) cada una, separadas por 55 m, que representaron dos sistemas de manejo del hábitat: (1) alta diversidad (AD), parcela con dos franjas de especies vegetales (franja refugio), de 3 m de ancho y 40 m lineales, ubicadas en sus laterales. En cada franja se trasplantaron 10 especies floríferas y aromáticas con tres repeticiones por especie en el metro central, y alfalfa en los dos metros restantes. Las especies utilizadas fueron: *Thymus vulgaris* (tomillo), *Melisa officinalis* (melisa), *Coriandrum sativum*, (coriandro), *Artemisia absinthium* (ajenjo), *Lavandula officinalis* (lavanda), *Rosmarinus*

officinalis (romero), *Ruta graveolens* (ruda), *Salvia officinalis* (salvia), *Origanum vulgare* (orégano), *Calendula officinalis* (caléndula), *Chrysanthemum leucanthemum* (margarita blanca), *Helianthus annuus* (girasol). (2) baja diversidad (BD), parcela sin introducción de franjas refugio.

En cada sistema de manejo se sembró maíz dulce amarillo, (CANNER del semillero BASSO), en dos fechas de siembra, 5 de noviembre y 19 de noviembre, con una sembradora convencional de 7 surcos y a una densidad de 55 000 plantas por hectárea. Se debe considerar que la fecha de siembra tradicional de maíz dulce en la provincia de Buenos Aires ocurre desde principios de octubre hasta mediados de noviembre. En este estudio se establecieron fechas de siembra tardía para asegurar una alta infestación natural de *H. zea*, dado que las poblaciones de esta plaga se incrementan significativamente al demorarse la fecha de siembra (Vincini y Álvarez Castillo 2009). Al momento de la siembra se fertilizó aplicando 80 kg de fosfato diamónico. Para el control de malezas se aplicaron en preemergencia, atrazina y S-metolacloro (1litro + 1kg/ha). En estadio de 6 hojas desarrolladas de la planta, se aplicaron 120 kg/ha de urea al voleo. En los sistemas AD y BD y en ambas fechas de siembra (FDS) se llevaron a cabo los monitoreos de los estados de desarrollo de la plaga. Todas las observaciones y toma de datos fueron realizadas en el campo. Para cada sistema de manejo y fecha de siembra se identificaron cohortes de huevos.

Detección de los huevos sobre los estilos de la mazorca de maíz.

El monitoreo dirigido a la búsqueda de los huevos se inicio a partir de la floración del cultivo, en ambos sistemas de manejo y fechas de siembra. Cuando se detectó la presencia de un huevo sobre un estilo, la planta y la mazorca portadora se identificaron con una cinta y un número. Posteriormente, el estilo en el cual se encontraba el huevo, se identificó resaltando

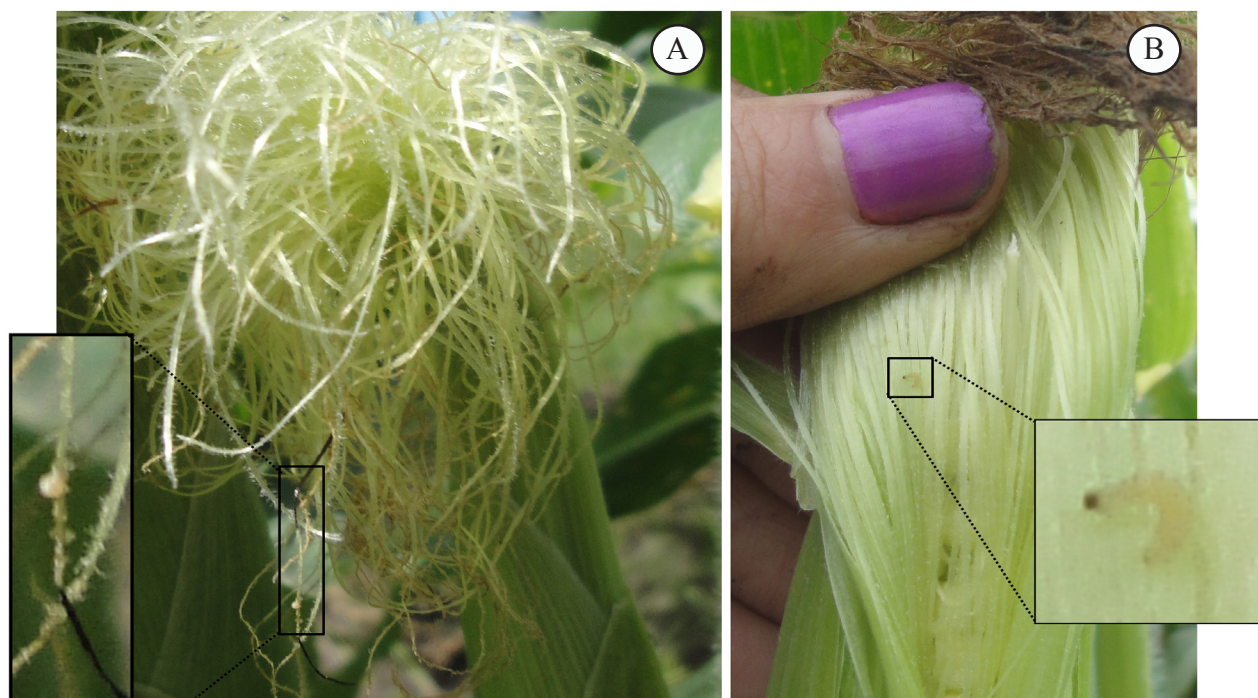


Figura 1. A: Huevo de *Helicoverpa zea* sobre un estilo de maíz marcado; B: larva de primer estadio de *H. zea*, alimentándose de los estilos internos de la mazorca. Balcarce, Argentina, 2010-2011.

su extremo con un fibrón de color negro (Figura 1a) (Pascucci 2013). Esto permitió localizar rápidamente las plantas y dado que los estilos marcados resaltan a la vista, se facilitó notoriamente el seguimiento de los huevos. Diariamente se registró el desarrollo de los huevos considerando la coloración de los mismos y en forma simultánea, se determinó la presencia de enemigos naturales sobre los estilos (Pascucci 2013).

Detección y desarrollo de las larvas en los estilos de la mazorca de maíz dulce.

Al registrarse la eclosión de la larva, se procedió a examinar los estilos externos para determinar el tiempo de ingreso de la misma en la mazorca (Pascucci 2013). Una vez determinado el ingreso de la larva, se procedió a la apertura de la mazorca para el monitoreo diario de su desarrollo. El número de instares larvales se determinó con base en el número de exuvias desprendidas de las larvas, siendo la cápsula cefálica la estructura más evidente (Tulli et al. 2012c). En los distintos

estadios larvales se determinó su morfometría en mm (longitud y diámetro corporal), su desarrollo en días y su supervivencia. Finalizado el registro diario, las mazorcas fueron selladas con una cinta (Pascucci 2013).

Análisis de la información.

Para analizar el efecto del hábitat y de la fecha de siembra sobre el número de huevos, larvas y su duración en días, se realizó un Modelo Lineal Generalizado (MLG) con distribución Binomial negativa y función de enlace Log. En forma similar, se comparó la mortalidad del estado de huevo y de los estadios larvales mediante un MLG distribución Binomial y función de enlace Log (McCullagh y Nelder 1989, Díaz y Demetrio 1998, SAS 2008).

Resultados y Discusión

En los cultivos de ambos sistemas de manejo y en ambas fechas de siembra, se registró la presencia de huevos sobre los estilos de maíz

dulce que estaban turgentes en su totalidad o aún conservaban fresca la proximidad al ápice de la mazorca, coincidiendo con Cook y Weinzierl (2004) y Capinera (2008). Estos resultados fueron señalados previamente por Harrison (1960) al verificar que los estilos recién emergidos eran más atractivos para los adultos de *H. zea*, pero que también ovipositaban en estilos de 10 días de edad. A su vez, Straub (2003) comprobó que los adultos de *H. zea*, a la hora de oviponer, no discriminan los estilos secos, ya que en dos años de ensayos los estilos fueron infestados, independientemente del grado de sequedad de los mismos. Las mazorcas registraron mayoritariamente entre 1 y 2 huevos ($1,4 \pm 0,8$), ocasionalmente entre 3 y 5, y excepcionalmente se registró 14 huevos en una mazorca, debido probablemente a que varias mariposas desovaron sobre la misma. Esporádicamente se observó la presencia de huevos sobre hojas, tallos y brácteas, en coincidencia con lo informado por Capinera (2008).

De acuerdo a la fecha de detección y en ambos sistemas de manejo, los huevos fueron agrupados en 3 cohortes para la primer FDS y 6 cohortes para la segunda FDS (Cuadro 1). Para la primera FDS se registraron 15 huevos en el sistema de AD y 43 huevos en el sistema BD. En la segunda FDS se registraron 70 huevos en AD y 121 huevos en BD. Se evidenció un marcado efecto de la fecha de siembra, registrándose un incremento de 3,29 veces el número de huevos, al demorar la siembra. Esto coincide con lo encontrado por Vincini y Alvarez Castillo (2009) y Pascucci (2013), de que las siembras tardías de maíz se exponen a una mayor abundancia poblacional de *H. zea*. En lo que respecta al efecto del habitat, se registró un efecto favorable de los refugios sobre la infestación total de huevos, ya que en todas las cohortes se registró un mayor número de huevos para el sistema BD (Cuadro 1).

Desarrollo y mortalidad de los huevos.

Los huevos fueron semiesféricos, acanalados, de 1 mm de diámetro. Las estrías que dan lugar al acanalado se originaron desde el borde hacia el ápice, coincidiendo con lo descrito por Angulo y Weigert (1975) y Bonilla Vásquez (2000). Recién puestos, fueron de color blanco cremoso, posteriormente viraron al amarillo claro y finalmente al negro. El color negro fue consecuencia de la coloración oscura de la cápsula cefálica de la larva nonata. Esta descripción coincide con la informada por Angulo y Weigert (1975). Dicha sucesión de colores ocurrió en el término de 2,8 días como mínimo y 5 días como máximo de incubación, en promedio para cada cohorte (Cuadro 2), coincidiendo con lo señalado por Bonilla Vásquez (2000), sobre un tiempo de incubación entre 2 a 5 días, y con los trabajos de Capinera (2008) y Morey et al. (2010), que informaron un período de 3 a 4 y de 2 a 6 días, respectivamente.

La duración del estado de huevo, período de incubación, no presentó diferencias significativas entre sistema de manejo ($p=0,71$), ni interacción significativa entre sistema de manejo y FDS ($p=0,21$). Este resultado era esperable, ya que la diversidad vegetal no debería afectar el desarrollo de los huevos, si no su supervivencia. Por otra parte, la fecha de siembra afectó al período de incubación ($p<0,01$), siendo significativamente mayor para la 1ª FDS (4,9 días en promedio), en relación a la 2ª FDS (3,6 días en promedio). Si bien no se registró diferencias de la temperatura media entre FDS, nuestros resultados coinciden con los encontrados por Tulli et al. (2012b), trabajo en el cual se determinó que el período de incubación de *H. zea* fue menor para la 2ª FDS.

En el estado de huevo se registró el mayor porcentaje de mortalidad, dentro del ciclo biológico de la plaga, con un $40,46 \pm 5,67$ % del total de huevos registrados. Si bien coincidimos con Vargas y Nishida (1980), respecto a que es durante el estado de huevo cuando ocurren las mayores pérdidas, estos autores registraron una

Cuadro 1. *Helicoverpa zea*. Cohortes de huevos en maíz dulce, en dos fechas de siembra (FDS), en sistemas de alta y baja diversidad (AD y BD). Balcarce, Argentina, 2010-2011.

FDS	Fecha de inicio de la Cohorte	Sistemas	
		AD N° huevos /Cohorte	BD N° huevos/Cohorte
1 ^a	09/02/2011	0	13
	15/02/2011	15	30
2 ^a	21/02/2011	15	31
	22/02/2011	21	44
	24/02/2011	34	46

Cuadro 2. *Helicoverpa zea*. Cohortes de huevos: Promedio del período de incubación y porcentaje de eclosión en maíz dulce, en dos fechas de siembra (FDS), en sistemas de alta y baja diversidad (AD y BD). Balcarce, Argentina, 2010-2011.

FDS	Sistema	Cohorte	N° huevos registrados	Duración promedio de la incubación (días)	N° huevos eclosionados	mortalidad (%)
1 ^a	AD	1	15	4,8	6	60
		2	13	5	5	61,5
2 ^a	BD	1	30	4,9	15	50
		2	15	3,5	12	20
		3	21	2,8	18	14,3
	AD	1	34	3,7	24	29,4
		2	31	4,4	18	41,9
		3	44	3,6	21	52,3
Promedio		3	46	3,7	30	34,8
						40,46 ± 5,67

mortalidad mayor (61,8 %). Probablemente, esta diferencia sea consecuencia del manipuleo de los huevos, los cuales fueron extraídos del campo para su posterior seguimiento en condiciones de laboratorio.

En los estilos de maíz de ambos sistemas de manejo se registró como especie depredadora dominante, a la “chinche diminuta” *Orius* sp. (Hemiptera, Anthocoridae), con un 92,5 % de la abundancia total. En menor importancia se registraron huevos y larvas de neurópteros del género *Chrysoperla* (5,5 %), arácnidos (1,5 %) y larvas de coccinélidos (0,5 %). En coincidencia, Vargas y Nishida (1980) indican que *Orius* sp. fue el depredador dominante en los estilos

de maíz, mientras que Albajes et al. (2011) lo consideran como uno de los depredadores dominantes sobre las plantas de maíz. Dada la dominancia de *Orius* sp., se consideró a esta especie como el principal agente de mortalidad de los huevos de *H. zea*. La abundancia de la “chinche diminuta” varió entre sistemas, siendo su abundancia total mayor en el sistema BD (45 individuos) que en AD (23 individuos). Si bien la diversidad vegetal ha demostrado favorecer la conservación de los enemigos naturales y por ende el control de plagas en los cultivos aledaños (Carmona y Landis 1999, Landis et al. 2000a, Landis et al. 2000b, Jonsson et al. 2008, Gardiner et al. 2009, Rufus et al. 2009), en este

estudio ocurrió lo contrario, registrándose un mayor porcentaje de mortalidad de huevos en el sistema BD ($48,1 \pm 4,56$ %) en relación al sistema AD ($30,92 \pm 10,17$ %), en concordancia con la abundancia de *Orius* sp. Probablemente esto se deba, según Veres et al. (2012), a que las poblaciones de *Orius* spp. no son influenciadas por la composición del agroecosistema y el ambiente circundante. Además, estos autores comprobaron la capacidad de *Orius* spp. para desarrollarse en diferentes presas y sobre diversos cultivos. Algunos autores lo consideran omnívoro y manifiestan que temporalmente se puede comportar como zoofitófago, por lo cual puede permanecer en los cultivos aun cuando la densidad de sus presas es baja o nula (Molinari 2005, Albajes et al. 2011). Por otra parte, se debe considerar que durante este estudio se evidenció la presencia de tisanópteros sobre los estilos de maíz (Tulli MC, comunicación personal), por lo cual *Orius* sp. pudo haber mantenido sus poblaciones independiente de la abundancia de los huevos de *H. zea*. Esto podría explicar la ausencia de efecto de los refugios, sobre la abundancia y capacidad de control biológico de *Orius* sp. en cultivos de maíz dulce.

Desarrollo, características y mortalidad de los estadios larvales.

El estado larval, en condiciones de campo y a 22 °C de temperatura promedio del aire, presentó 5 instares, coincidiendo con lo encontrado por Cook y Weinzierl (2004) y Tulli et al. (2012b). Si bien *H. zea* presenta normalmente seis instares larvales, según Capinera (2008) se han documentado cinco y hasta siete y ocho. Las variaciones en el número de instares depende de varios factores, entre los cuales se destacan la localidad y la temperatura involucrada en su desarrollo (Hardwick 1965). A su vez, la calidad de la dieta en etapas tempranas del desarrollo larval, podría ser otro factor que limita el número de instares, tal como ocurre en otras especies de lepidópteros (Gumasena et al. 1989, Kingsolver 2007).

La duración total del período larval en condiciones de campo no difirió significativamente entre sistemas de manejo ($p=0,73$), ni entre FDS ($p=0,71$), registrando un tiempo promedio de 17,3 días. Sin embargo, a una temperatura constante de 22,5 °C, similar al promedio de este estudio, Butler (1976) señaló un desarrollo larval de 28,9 días, mientras que Capinera (2008) encontró que el desarrollo larval fue de 16,2 días, a una temperatura constante mayor a la nuestra (25 °C). A pesar de esto, se debe considerar que el desarrollo larval a campo varía del registrado en condiciones de laboratorio, ya que las fluctuaciones de las temperaturas diarias en el campo, pueden afectar la tasa de desarrollo.

Larva de primer estadio (L_1): Se caracterizó por presentar un cuerpo de color blanco con la cabeza negra, su longitud promedio fue de 1,8 mm (1,4 mm a 2,4 mm) y el diámetro aproximado fue de 0,3 mm. Luego de emerger del huevo, se introdujo en la mazorca en menos de 24 horas. Este resultado coincide con Hutchison (2004), citado por Burkness et al. (2010); Morey et al (2010) y Tulli et al. (2012c) quienes manifestaron que las larvas emergidas en los estilos se introducen rápidamente en la mazorca. A su vez, Cook y Weinzierl (2004), indicaron que la migración desde los estilos hacia el ápice de la mazorca, se produce en la primera hora de nacida. Por lo expuesto, se puede afirmar que el tiempo en el cual la L_1 es vulnerable a la acción de los enemigos naturales o al efecto de los insecticidas es muy corto.

En el interior de la mazorca, la L_1 inició su alimentación sobre los estilos internos (Figura 1b), en acuerdo con lo reportado por Cook y Weinzierl (2004), Coop et al. (1993) y Tulli et al. (2012c), pero en disidencia con Hutchison (2004), citado por Burkness et al. (2010), quien manifestó que ingresan a la mazorca para alimentarse de los granos. La duración del estadio de L_1 fue en promedio de 2,4 días para la 1ª y 2ª FDS, no difiriendo significativamente ($p=0,36$) entre sí. En condiciones de campo, Tulli

et al. (2012c) determinaron 1,8 días de duración para la L_1 , mientras que Capinera (2008) determinó 3,7 días a 25 °C, en condiciones de laboratorio. Entre los estadios larvales registrados, L_1 presentó los valores más altos de mortalidad máxima (42,9 %) y promedio (22 %), coincidiendo con Zalucki et al. (2002), quienes expresan que el género *Helicoverpa* presenta una alta mortalidad en el primer estadio larval. Si bien el seguimiento de las cohortes fue diario, ello no permitió determinar las causas de la mortalidad, como le ocurrió a numerosos investigadores citados por Zalucki et al. (2002), en su revisión sobre la etobiología de la L_1 de los lepidópteros.

Larva de segundo estadio (L_2): se caracterizó por presentar un cuerpo de coloración marrón clara con la cabeza de color ámbar. Su longitud promedio fue de 5,6 mm (2,5 mm a 8 mm) y el diámetro 0,97 mm (0,5 mm a 1,8 mm). Esta larva siempre se encontró dentro de la mazorca y fue el estadio que inicio su alimentación sobre los granos, proceso que continuó en los siguientes estadios hasta finalizar su desarrollo larval, aunque Coop et al. (1993) señalaron que algunas L_2 pueden continuar alimentándose sobre los estilos internos. La duración de la L_2 fue en promedio de 3,1 días para la 1ª y 2ª FDS, no difiriendo significativamente ($p=0,24$) entre sí (Cuadro 3). Valores similares fueron indicados por Cook y Weinzierl (2004), quienes determinaron una duración de 2,9 días y 2 días a 24 y 26,5 °C, respectivamente; mientras que Capinera (2008) determinó una duración de 2,8 días a 25 °C. El promedio general de mortalidad de la L_2 fue del 6,4 % (Cuadro 4), con una variación importante entre cohortes, ya que en algunas no se registró mortalidad mientras que en otras totalizó un 15,4 % de los individuos. La mortalidad en este estadio fue inferior a la informada por Vargas y Nishida (1980), autores que determinaron una mortalidad del 20,2 % de las larvas de segundo estadio, para un ciclo que presentó 6 estadios de desarrollo. Considerando

que el número de estadios depende, entre varios factores, de la calidad de la dieta y de la temperatura (Hardwick 1965, Gumasena et al. 1989, Kingsolver 2007), es probable que ciclos con diferente número de estadios presenten variaciones respecto al porcentaje de mortalidad para cada estadio de desarrollo larval.

Larva de tercer estadio (L_3): se caracterizó por presentar cuerpo de coloración marrón claro con la cabeza ámbar, o cuerpo marrón oscuro con la cabeza castaña, en ambos casos se presenta una banda longitudinal, lateral, de color blanco. Su longitud promedio fue de 11,7 mm (7 mm a 15 mm) y el diámetro promedio de 1,8 mm (1,1 mm a 3 mm). La duración de L_3 fue en promedio de 3,4 días para la 1ª y 2ª FDS, no difiriendo significativamente ($p=0,21$) entre sí (Cuadro 3). Según Capinera (2008) la duración de este estadio fue de 2,2 días a una temperatura de 25 °C, mientras que Cook y Weinzierl (2004) determinaron una duración de 4,7 días y 4 días para temperaturas de 24 y 26,5 °C, respectivamente. La mortalidad varió de 0 a 23,9 %, con un promedio general del 11 % (Cuadro 4). La mortalidad registrada en este trabajo fue similar a la informada por Vargas y Nishida (1980), autores que determinaron una mortalidad del 14,6 % para este estadio.

Larva de cuarto estadio (L_4): se caracterizó por presentar el cuerpo y la cabeza de coloración variable. Las hubo con el cuerpo de color marrón claro y la cabeza ámbar, cuerpo marrón oscuro y la cabeza castaña, y el cuerpo y la cabeza de color verde; en todos ellos, era notoria la banda longitudinal, lateral, de color blanco. La longitud promedio fue de 19 mm (14 mm a 25 mm), y el diámetro promedio fue de 3,2 mm (1,8 mm a 4,5 mm). La duración del estadio fue en promedio de 3,2 días a 22 °C para la 1ª y 2ª FDS, no difiriendo significativamente ($p=0,19$) entre sí (Cuadro 3). Según Capinera (2008) la duración de este estadio fue de 2,2 días a una temperatura de 25 °C mientras que Cook y Weinzierl (2004) determinaron una duración

Cuadro 3. *Helicoverpa zea*. Tiempo de desarrollo (días) del estado larval, en maíz dulce, en dos fechas de siembra (FDS), en sistemas de alta y baja diversidad (AD y BD). Balcarce, Argentina, 2010-2011.

FDS	Sistema	Cohorte	Larva 1	Larva 2	Larva 3	Larva 4	Larva 5	Prepupa	Total
1 ^a	AD	1	3	2,5	3,3	2	4,5	2	15,2
		2	1,8	3	3,5	4	7	2	19,2
2 ^a	AD	1	2,8	3,2	3	3,3	5,7	3	17,9
		2	2,3	3,8	5,2	3,5	5	2	19,9
		3	2,2	3,2	5	2	5	1	17,4
	BD	1	2,2	3,3	3,4	2,7	4	7	15,6
		2	2,3	3,5	2,8	3,2	4,8	4	16,5
		3	2,6	2,7	2,5	2	6	4	15,8
Promedio			2,4	3,1	3,4	3,2	5,2	29	17,3

Cuadro 4. Mortalidad (%) de individuos por cohorte, para cada estadio larval de *Helicoverpa zea* en maíz dulce, en dos fechas de siembra (FDS), en sistemas de alta y baja diversidad (AD y BD). Balcarce, Argentina, 2010-2011.

FDS	Sistema	Cohorte	Larva 1	Larva 2	Larva 3	Larva 4	Larva 5
1 ^a	AD	1	13,3	0	0	6,7	6,7
		2	7,7	15,4	0	0	0
2 ^a	AD	1	23,3	0	6,7	6,7	0
		2	26,7	13,3	20	0	0
		3	42,9	0	14,3	19	0
	BD	1	41,2	14,7	8,8	2,9	0
		2	3,2	3,2	16,1	9,7	3,2
		3	20,5	6,8	9,1	0	2,3
Promedio			22	6,4	11	5,5	1,8

de 6,3 días y 5,9 días para temperaturas de 24 y 26,5 °C, respectivamente. La mortalidad en este estadio varió de 0 a 19 %, con un promedio general del 5,5 % (Cuadro 4). La mortalidad registrada en este trabajo fue inferior a la informada por Vargas y Nishida (1980), autores que determinaron una mortalidad de 29,6 % para este estadio.

Larva de quinto estadio (L₅): se caracterizó por presentar la mayor variabilidad en la coloración de su cuerpo. Algunos fueron, en su totalidad, de coloración verde y/o rojiza; pero también

hubo individuos con la cabeza de color ámbar, castaños claro y oscuro, y gris oscuro, las que se correspondían con cuerpos de coloraciones rosadas, verdes, amarillas y grises. Capinera (2008) informó sobre individuos marrones, verdes, rosas y amarillos. En todos los casos presentaron una banda lateral, longitudinal, blanca, bien definida. La longitud fue de 29,8 mm (25 mm a 36 mm) y el diámetro promedio fue de 5,6 mm (4 mm a 8 mm). La duración del estadio fue en promedio 5,2 días a 22 °C para la 1^a y 2^a FDS, no difiriendo significativamente

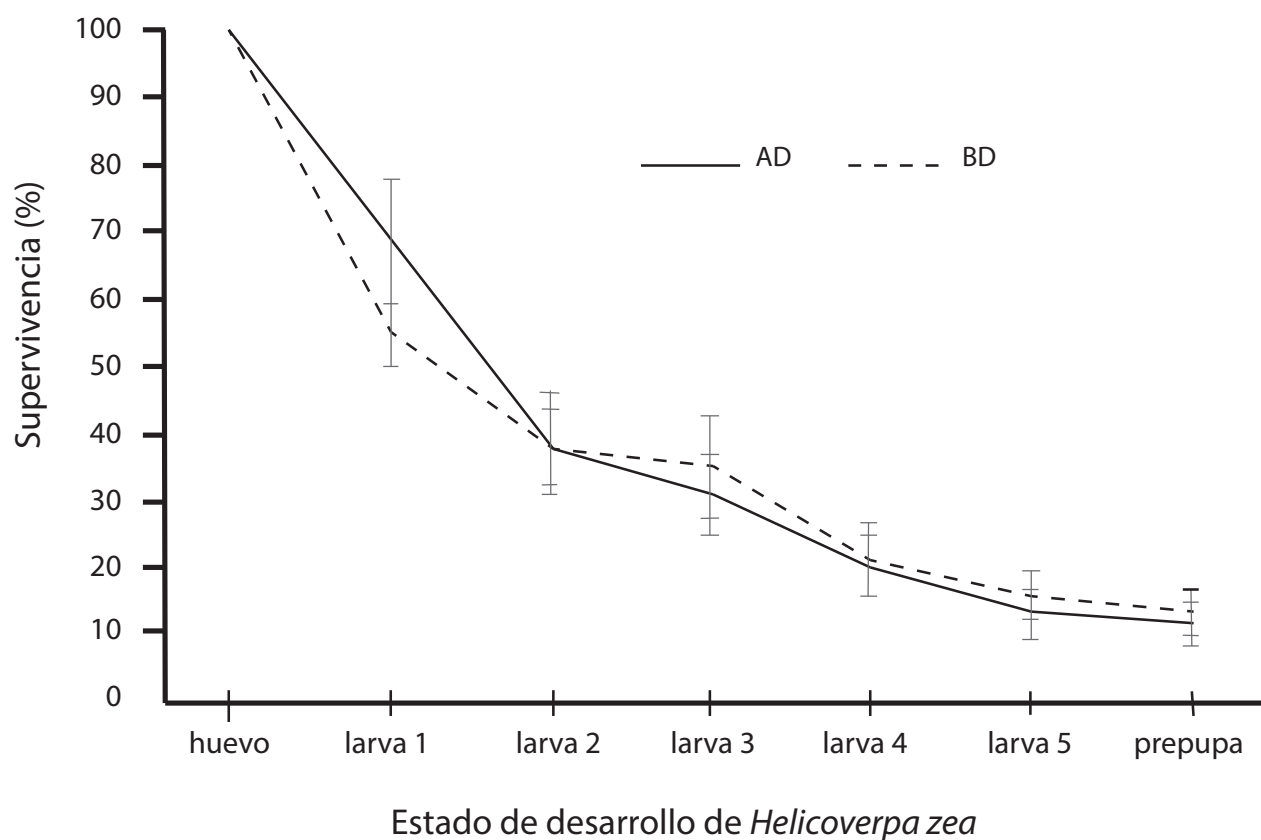


Figura 2. Curva de supervivencia de las cohortes de huevos de *Helicoverpa zea* desarrollados en mazorcas de maíz dulce, para los sistemas de alta (AD) y baja diversidad (BD). Balcarce, Argentina, 2010-2011.

($p=0,19$) entre sí (Cuadro 3). Según Capinera (2008) la duración de este estadio fue de 2,4 días a una temperatura de 25 °C mientras que Cook y Weinzierl (2004) determinaron una duración de 8,7 días y 7,9 días para temperaturas de 24 y 26,5 °C, respectivamente. La mortalidad varió de 0 a 6,7 % con un promedio general del 1,8 % (Cuadro 4). La mortalidad registrada en este trabajo fue inferior a la informada por Vargas y Nishida (1980), autores que determinaron una mortalidad de un 49,3 %.

Supervivencia de las cohortes.

El estado larval desde L_1 , con 24 horas de nacida, hasta el estadio final (L_5) permaneció dentro de la mazorca. Si bien cada cohorte de larvas ingresante tuvo un número determinado de individuos (Cuadro 4), la supervivencia de las cohortes, independientemente de las FDS y de

los sistemas (AD y BD), registraron la mayor mortalidad en el estado de huevo y durante los primeros estadios, coincidente con lo señalado para la mayoría de las especies que pertenecen al género *Helicoverpa* (Fitt, 1989). Como se observa en la curva de supervivencia de las cohortes (Figura 2), aproximadamente un 30 % de los huevos registrados alcanzaron el estadio de L_3 . Es de destacar la importancia de este estadio ya que a partir de este, el daño en las mazorcas se incrementa significativamente. La supervivencia desde el estado de huevo hasta el estado de prepupa fue de 11,4 % y 13,2 %, para los sistemas AD y BD, respectivamente, sin presentar diferencias significativas entre sistemas de manejo (Figura 2).

Conclusiones

Este trabajo demostró que la metodología de marcado y seguimiento diario de los huevos y larvas de *H. zea* es factible, por lo cual los autores la recomendamos para futuras investigaciones, en condiciones de campo. Además, reflejó que las poblaciones de *H. zea* son más abundantes en las siembras tardías y que aproximadamente un 30 % de los huevos encontrados evolucionaron satisfactoriamente hasta L₃ estadio de desarrollo a partir del cual se incrementan significativamente los daños en las mazorcas. Esta información es de importancia en planteos agrícolas de bajo impacto ambiental, tendientes al uso mínimo e indispensable de insecticidas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al editor y a los tres revisores anónimos por sus valiosos comentarios y sugerencias en la versión previa del manuscrito.

Referencias

- ALBAJES R, LUMBIERRES B, PONS X. 2011. Two heteropteran predators in relation to weed management in herbicide-tolerant corn. *Biological Control* 59: 30–36.
- ALTIERI MA, NICHOLLS C. 2007. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Editorial Icaria, Barcelona, España. 245 p.
- ANGULO A, WEIGERT TG. 1975. Estados Inmaduros de Lepidópteros Noctuidos de importancia Económica en Chile y Claves para su Determinación (Lepidoptera: Noctuidae). Sociedad de Biología de Concepción. 153 p.
- ÁVILA PÉREZ CA. 1999. Evaluación de seis insecticidas y dos métodos de aplicación para el control del gusano elotero (*Helicoverpa zea* Boddie) en cultivo de maíz dulce. [Tesis de Grado]. Honduras: Facultad de Ciencias Agrarias, Zamorano. 54 p.
- BONILLA VÁSQUEZ KB. 2000. Control Biológico de *Helicoverpa zea* con *Trichogramma pretiosum* y *Bacillus thuringiensis* en Tomate. [Tesis de Grado]. Honduras: Facultad de Ciencias Agrarias, Zamorano. 30 p.
- BURKNESS EC, DIVELY G, PATTON T, MOREY AC, HUTCHISON WD. 2010. Novel Vip3A *Bacillus thuringiensis* (Bt) maize approaches high-dose efficacy against *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) under field conditions: Implications for resistance management. *GM Crops* 1(5): 337-343.
- BUTLER GD. 1976. Bollworm: development in relation to temperature and larval food. *Environmental Entomology* 5: 520-522
- CAPINERA JL. 2008. Corn earworm, *Helicoverpa* (= *Heliothis*) *zea* (Boddie) (Lepidoptera; Noctuidae). University of Florida. EENY-145 (IN302): 1-7.
- CARMONA DM. 1998. Influence of refuge habitats on seasonal activity-density of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and northern field cricket *Gryllus pennsylvanicus* Burmeister (Orthoptera: Gryllidae). [Tesis de Grado]. Michigan: Michigan State University, East Lansing. 106 p.
- CARMONA DM, LANDIS D. 1999. Influence of refuge habitats and cover crops on seasonal activity-density of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in field crops. *Environmental Entomology* 28: 1145-1153.
- CISNEROS FH. 1992. El manejo integrado de plagas. Guía de Investigación CIP 7. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 38 p.
- CISNEROS FH. 1993. Metodología para desarrollar programas de MIP. p.47. En: Manetti P, Ezeta F, editores. Taller de Manejo Integrado de Plagas. PROCIPA, CIP, INTA. Balcarce, Argentina. 98 p.
- CISNEROS FH. 1995. Control de Plagas Agrícolas. AGLIS Electronics. Lima, Perú. 313 p.
- COOK KA, WEINZIERL R. 2004. Corn Earworm: *Heliothis zea*. Integrated Pest Management. Univ. of Illinois Extension. [Internet], Agosto 2012. Disponible en: http://ipm.illinois.edu/fieldcrops/insects/corn_earworm/index.htm.
- COOP LB, CROFT BA, DRAPEK RJ. 1993. Model of corn Earworm (Lepidoptera: Noctuidae) Development, Damage, and Crop Loss in Sweet Corn. *Journal of Economic Entomology* 86(3): 906-916.
- DÍAZ MP, DEMETRIO CGB. 1998. Introducción a los Modelos Lineales Generalizados: Su Aplicación en las Ciencias Biológicas. Screen. Edit. Córdoba, Argentina. 112 p.
- FITT GP. 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annual Review of Entomology* 34: 17-52.

- FIEDLER AR, LANDIS A, WRATTEN SD. 2008. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: The role of habitat management. *Biological Control* 45: 254-271.
- GARDINER MM, LANDIS DA, GRATTON C, DIFONZO C, O'NEAL M, CHACON JM, WAYO MT, SCHMIDT NP, MUELLER EE, HEIMPEL GE. 2009. Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the north-central USA. *Ecological Applications* 19(1): 143-154.
- GUMASENA GH, VINSON SB, WILLIAMS HJ. 1989. Determination of larval instars: Occurrence of supernumerary instars in *Heliothis virescens* Southwest. *Entomology* 14: 83-86.
- HARDWICK DF. 1965. The corn earworm complex. *Entomological Society of Canada Memoirs* 40: 3-246.
- HARMON JP, IVES AR, LOSEY JE, OLSON AC, RAUWALD KS. 2000. *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) Predation on Pea Aphids Promoted by Proximity to Dandelions. *Oecologia*. 125(4): 543-548.
- HARRISON FP. 1960. Corn Earworm Oviposition and the Effect of DDT on the Egg Predator Complex in Corn Silk. *Journal of Economic Entomology* 53(6): 1088-1094.
- HOPKINS BW, PIETRANTONIO PV. 2010a. Differential efficacy of three commonly used pyrethroids against laboratory and field-collected larvae and adults of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) and significance for pyrethroid resistance management. *Pest Management Science* 66: 147-154.
- HOPKINS BW, PIETRANTONIO PV. 2010b. The *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) voltage-gated sodium channel and mutations associated with pyrethroid resistance in field-collected adult males. *Insect Biochemistry Molecular Biology* 40: 385-393.
- IANNONE N, LEIVA P. 1995. Bioecología y control de la isoca de la espiga *Heliothis zea*. Información Técnica N° 129, Área Agronomía EEA INTA, Pergamino. 4 p.
- JONSSON M, WRATTEN S, LANDIS D, GURR C. 2008. Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. *Biological Control* 45: 172-175.
- KING EG, COLEMAN RJ. 1989. Potential for Biological Control of *Heliothis* species. *Annual Review of Entomology* 34: 53-75.
- KINGSOLVER JG. 2007. Variation in growth and instar number in field and laboratory *Manduca sexta*. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 274: 977-981.
- LANDIS D, MENALLED F, LEE J, CARMONA D, PÉREZ-VALDÉZ A. 2000a. Habitat modification to enhance biological control in IPM. In: Kennedy GG, Sutton TB, editors. Emerging technologies for integrated pest management: concepts, research and implementation. APS Press. St. Paul, Minnesota, USA. 527 p.
- LANDIS D, WRATTEN SD, GURR GM. 2000b. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- MARGHERITIS A, RIZZO H. 1965. Lepidópteros de interés Agrícola. Orugas, isocas y otras larvas que dañan a los cultivos. Sudamericana, Buenos Aires, Argentina. 196 p.
- MCCULLAGH P, NELDER JA. 1989. Generalized Linear Models. Chapman & Hall, London. 511 p.
- METCALF R, LUCKMANN W. 1990. Introducción al manejo integrado de plagas. Edit. Limusa S.A. México. 710 p.
- MOLINARI AM. 2005. Control biológico. Especies entomófagas en cultivos agrícolas. Ediciones INTA. Centro Regional Santa Fe, Argentina. 80 p.
- MOREY AC, HUTCHISON WD, BURKNESS EC. 2010. Corn Earworm-Sweet corn. Veg Edge. Univ. of Minnesota Extension. [Internet], Agosto 2012. Disponible en: <http://www.vegedge.umn.edu/vegpest/swtcorn/cew.htm>.
- PASTRANA JA. 2004. Los lepidópteros argentinos. Sus plantas hospedadoras y otros sustratos alimenticios. Braun K, Logarzo G, Cordo HA, Di Iorio O, editores. Sociedad Entomológica Argentina ediciones. Buenos Aires, Argentina. 334 p.
- PASCUCCI JI. 2013. Bioecología y daños de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae), en cultivos de maíz dulce con diferente manejo del hábitat. [Tesis de Grado]. Balcarce: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. 37 p.
- QUILES JM. 2011. Momento óptimo de aplicación de insecticidas para el control de *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz dulce. [Tesis de Grado]. Balcarce: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. 35 p.

- QUILES JM, CLEMENTE N, MANETTI P. 2002. Momento óptimo de aplicación de insecticidas para el control de *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz dulce. Resúmenes V Congreso Argentino de Entomología. Buenos Aires, Argentina, marzo de 2006. 304 p.
- RUFUS I, TUELL J, FIEDLER A, GARDINER M, LANDIS D. 2009. Maximizing arthropod-mediated ecosystem services in agricultural landscapes: the role of native plants. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7(4): 196–203.
- Saavedra del Real. 2003. Maíz choclero. *Tierra Adentro* (49):18–20.
- SAS. 2008. SAS Institute Inc. SAS/STAT® 9.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- STRAUB RB. 2003. Relationship of Sweet Corn Silking Stage to Oviposition by the Corn Earworm. NYS IPM Program, Agricultural IPM 2002–2003. [Internet], junio 2012. Disponible en: <http://www.nysipm.cornell.edu/grantspgm/projects/proj02/veg/straub.pdf>.
- SZCZESNY A. 2005. Maíz dulce en el sudeste. *Visión Rural* 12(58): 40–43.
- TULLI MC, VINCINI AM, CARMONA DM, LÓPEZ RA. 2012a. Estimación de daños de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera, Noctuide), en espigas (R4) de maíces dulces, convencional y genéticamente modificado (Bt). Resúmenes XIV jornadas Fitosanitarias Argentinas. Potrero de los Funes, San Luis Argentina, octubre de 2012. pp. 246.
- TULLI MC, PASCUCCI JI, VINCINI AM, CARMONA DM, LÓPEZ RA. 2012b. Determinación de los estadios larvales de *Helicoverpa zea* (Boddie), sobre *Zea mays* var. *Saccharata*, en el sudeste bonaerense, Argentina. Resúmenes VIII Congreso Argentino de Entomología. Bariloche, Neuquén, Argentina, abril de 2012. pp. 300.
- TULLI MC, VINCINI AM, PASCUCCI JI, CARMONA DM, LÓPEZ RA. 2012c. Infestación y estadios perjudiciales de *Helicoverpa zea* (Lepidoptera, Noctuide), en espigas (R4) de maíces dulces, convencional y genéticamente modificado (Bt), en dos fechas de siembra. Resúmenes XIV jornadas Fitosanitarias Argentinas. Potrero de los Funes, San Luis Argentina, octubre de 2012. pp. 274.
- VAN DRIESCHE R, BELLOWS T. 1996. Biological Control. Chapman and Hall. New York, USA, 539 p.
- VARGAS R, NISHIDA T. 1980. Life table of corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie), in sweet corn in Hawaii. *Hawaiian Entomological Society* 23(2): 301–307.
- VERES A, TÓTH F, KISS J, FETYKÓ K, OROSZ S, LAVIGNE C, OTTO S, BOHAN D. 2012. Spatio-temporal dynamics of *Orius spp.* (Heteroptera: Anthracoridae) abundance in the agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 162: 45–51.
- VINCINI AM, ÁLVAREZ CASTILLO HA. 2009. Plagas de los cultivos de girasol maíz y soja. En: Andrade FH, Sadras V, editores. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Balcarce (Argentina): 3º edición. INTA. pp. 219–247.
- ZALUCKI MP, CLARKE RA, MALCOLM SB. 2002. Ecology and behaviour of first instar larval Lepidoptera. *Annual Review of Entomology* 47: 361–393.
- ZÚÑIGA ÁLVAREZ AH. 2005. Determinación etárea en *Heliothis zea* (Boddie) a través de la medición de las setas frontales: una herramienta para la gestión de recursos agrícolas. [Tesis de Grado] Temuco: Universidad Católica de Temuco. Chile. 54 p.