

Distribución temporal y espacial de poblaciones larvarias de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) en diferentes hospederos en provincias del norte de la Argentina*

M. Gabriela Murúa**, M. Laura Juárez**, Silvina Prieto**, Gerardo Gastaminza *** y Eduardo Willink***

RESUMEN

Para estudiar la distribución temporal y espacial de larvas del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda* en diferentes plantas hospederas, se realizaron muestreos sistemáticos desde el año 2004 al 2007 en diferentes asociaciones de cultivos en las provincias de Tucumán, Salta y Santiago del Estero. Se consideró “asociación de cultivos” a una zona donde coexistían simultáneamente (en tiempo y espacio) más de dos cultivos colindantes. Los cultivos monitoreados fueron maíz, sorgo granífero, alfalfa, caña de azúcar, soja, trigo, cártamo, garbanzo y malezas. En cada uno se muestrearon cinco puntos al azar de 1 m² y se revisaron las plantas, recolectándose las posturas y/o larvas presentes. Se encontraron 3620 larvas. La mayor cantidad se recolectó durante los meses del verano en las tres campañas monitoreadas en todas las provincias. Su presencia estuvo relacionada con la aparición de los cultivos estivales como el maíz y el sorgo granífero, en todas las provincias. La mayor cantidad de larvas se obtuvieron en maíz (2894), independientemente de los otros cultivos que formaban parte de la asociación. Siguiendo en orden de importancia, los otros hospederos con larvas fueron: sorgo granífero (272), alfalfa (125) y malezas (282). En base al número de larvas encontradas, la soja, trigo y caña de azúcar, cultivos que estuvieron presentes en casi todas las asociaciones, no son hospederos preferenciales de esta especie.

Palabras clave: cogollero del maíz, refugios naturales, maíces transgénicos, resistencia, asociación de cultivos.

ABSTRACT

Spatial and temporal distribution of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) larval populations on different host plants in northern Argentina provinces

In order to study the spatial and temporal distribution of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* larval populations on different host plants, systematic samplings were made from 2004 to 2007 in different crop associations in the provinces of Tucumán, Salta and Santiago del Estero. A zone where more than two adjacent crops coexisted simultaneously (in time and space) was considered a crop association. Sampled crops were corn, sorghum, alfalfa, sugarcane, soybean, wheat, safflower, chickpea and weeds. Five one-square-meter spots were randomly selected in each plantation and plants were checked for egg masses and/or larvae, which were collected. 3620 larvae were found, most of them being collected in all provinces during summer months in the three evaluated crop seasons. Larval presence was related to summer crops (corn and sorghum) in all provinces. The highest larval number was obtained in corn (2894), independently of the other crops in the association. The other important crops infected with larvae were: sorghum (272), alfalfa (125), and weeds (282). Considering the number of larvae collected, soybean, wheat, and sugarcane, crops that were present in almost all the associations, are not preferential hosts for this species.

Key words: fall armyworm, natural refuges, transgenic corn, resistance, crop associations.

* Trabajo subsidiado por la Asociación de Semilleros Argentinos.

** Sección Zoología Agrícola, EEAOC-CONICET. gmurua@eeaoc.org.ar.

*** Sección Zoología Agrícola, EEAOC.

INTRODUCCIÓN

Desde la introducción al mercado de maíces genéticamente modificados (*Bt*) para el control de lepidópteros plaga en la región, el estudio del origen de las poblaciones y los hospederos alternativos pasó a tener una importancia preponderante, debido a la necesidad de contar con poblaciones susceptibles para evitar o retrasar la aparición de individuos resistentes (Roca, 2002).

El gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), es el lepidóptero plaga del maíz (*Zea mays* L.) más importante en el norte de la Argentina y en diferentes países de la región Neotropical. Ataca este cultivo con niveles de densidad variables, pero siempre poniendo en riesgo la productividad del mismo. Cuando afecta a las plantas jóvenes, los daños pueden ser totales. Posteriormente, la planta puede reponerse de la defoliación llegando a una producción normal.

Por su carácter polífago, *S. frugiperda* ocasiona numerosas pérdidas en varios cultivos, lo que junto a su adaptación a diferentes condiciones climáticas hace que su distribución sea amplia (Andrews, 1988; Willink *et al.*, 1993; Artigas, 1994; Virla *et al.*, 1999; Clavijo y Pérez Greiner, 2000).

Para reducir los efectos nocivos de esta especie, se usan insecticidas químicos que frecuentemente presentan una baja efectividad, debido principalmente a que las aplicaciones se realizan en la etapa fenológica del cultivo menos apropiada y/o cuando los daños económicos ya son irreversibles. Además, el hábito de esta plaga hace que sus larvas estén "protegidas" dentro del cogollo de la planta, generalmente tapadas con sus propios excrementos, y que por lo tanto sean difíciles de alcanzar por los productos insecticidas (García Roa, *et al.*, 1999; Berta *et al.*, 2000; Clavijo y Pérez Greiner, 2000).

Actualmente, una de las herramientas para el manejo de esta plaga sin recurrir al uso excesivo de insecticidas, consiste en la utilización de maíces transgénicos que expresan toxinas derivadas de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, denominados maíces *Bt*. Estas plantas resistentes a insectos han sido modificadas para expresar toxinas de tipo proteico (codificadas por los genes *Cry*), obtenidas de distintas cepas de *B. thuringiensis*.

Se han descrito más de 100 genes "*Bt*" que expresan las proteínas *Cry*. En maíz, la toxina se produce en los tejidos que constituyen un blanco para la acción de los insectos plaga, tales como la médula del tallo, las hojas y el polen, y no se acumula a niveles significativos en las partes comestibles. La toxina se activa por enzimas en el tracto digestivo de la larva. Posteriormente, la proteína se adhiere a las membranas celulares, alterando el equilibrio osmótico y causando la lisis de las células de la pared interior del tracto digestivo, lo que en pocos minutos paraliza su actividad. Si bien la larva muere recién a los pocos días, en minutos deja de alimentarse, lo cual frena su daño

en forma casi inmediata (Mentaberry y Ghio, 2002).

Las variedades *Bt*, que hoy son distribuidas por varias compañías, han sido transformadas con genes que proveen resistencia a insectos lepidópteros y a dos herbicidas post-emergentes de amplio espectro y de baja persistencia ambiental (glufosinato y glifosato) (Mentaberry y Ghio, 2002).

Recientemente, se aprobó la producción y comercialización en la Argentina de un nuevo evento tecnológico denominado HX1 (Hérculex 1), que ofrece un control específico para el cogollero sin la necesidad de realizar aplicaciones de insecticidas (Levitus, 2006).

Es importante destacar que el uso de cultivos *Bt* para el control de plagas es una herramienta muy eficiente, económica y sin impacto en la fauna benéfica y el hombre, y que la Argentina ocupa el segundo lugar a nivel mundial después de los EE. UU. como región donde más se siembran y comercializan estos cultivos (Levitus, 2006).

Para que esta tecnología sea sustentable en el tiempo, es necesario evitar el desarrollo de poblaciones de insectos resistentes. La estrategia actual es el uso de refugios, es decir, áreas sembradas con maíz no *Bt* y con otros cultivos o con malezas dentro del mismo lote del cultivo *Bt*, que actuarán como fuente de individuos susceptibles. La siembra de refugios permite el establecimiento y desarrollo de una población natural dentro del mismo lote, con una distribución normal de alelos resistentes y susceptibles, similar a la que se desarrollaría en un lote convencional. De esta forma, el refugio funciona como una pequeña fuente de individuos susceptibles. Estos individuos susceptibles, al cruzarse con los eventuales adultos resistentes (homocigotos recesivos) sobrevivientes del lote *Bt*, permiten restablecer en la población los alelos susceptibles removidos o eliminados por la selección. Los alelos susceptibles provistos por el refugio, diluyen los alelos resistentes que pueden permanecer en el lote de maíz *Bt* después de la selección. Hay que sumar a esto el hecho de que los individuos resistentes, en general, tienen afectados sus parámetros biológicos (menor fecundidad y supervivencia). Al favorecer la "reintroducción" de los alelos susceptibles desde el refugio, se puede mantener su proporción en la población, evitando el desarrollo de resistencia. Es importante aclarar que los refugios no actúan como trampas, ya que las hembras no discriminan entre híbridos *Bt* y no *Bt* para la oviposición (Roca, 2002; Ravi *et al.*, 2005).

Ravi *et al.* (2005) realizaron estudios sobre los refugios de *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae), plaga polífaga, pero que en particular causa graves daños en el cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L.). Ellos mencionaron que en países donde este cultivo es sembrado intensivamente, cubriendo grandes superficies relativamente homogéneas, como en los Estados Unidos de Norteamérica, los productores siembran los refugios con algodón convencional. Sin embargo, en otros países como

los pertenecientes a Asia y África, donde las áreas cultivadas son más diversas y de menor superficie (o sea altamente fragmentadas), las diferentes especies de cultivos actuarían como refugios para el algodón *Bt*, ya que albergarían individuos susceptibles. Esto determina que no sea necesario sembrar algodón convencional como refugio en estos países. Por lo tanto, los autores 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.

La estrategia de manejo de los cultivos en la Argentina consiste en la siembra de grandes superficies, lo que le permite al productor obtener buenos niveles de producción, rendimiento y/o calidad del grano. En el caso de *S. frugiperda*, una revisión bibliográfica realizada en la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), mostró que esta plaga tiene en América más de 250 hospederos, lo que llevaría a pensar que la implementación de refugios de maíz convencional no serían necesarios (Medina *et al.*, 2005; comunicación personal). Por otro lado, en los EE.UU. se encontraron dos biotipos de esta especie plaga, uno que prefiere maíz, algodón, y sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.) y otro que prefiere arroz (*Oriza sativa* L.), gramón (*Cynodon dactylon* (L.)) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), con diferencias genéticas y biológicas entre ambos y presencia de mecanismos de aislamiento reproductivo (Pashley, 1986; Quisenberry, 1991; Pashley *et al.*, 1995; Carpenter y Wiseman, 1999; Pashley *et al.*, 2004; López Edwards *et al.*, 1999; Hall *et al.*, 2005). Esto agrega complejidad al problema, ya que se restringiría el espectro de hospederos fuente de individuos susceptibles. Para la Argentina, se sugirió que las poblaciones de *S. frugiperda* presentarían un cierto grado de estructuración a nivel genético (Murúa y Baigorí, 2004) y en Brasil, Busato *et al.* (2005), confirmaron la presencia de estos dos biotipos. Tomando en cuenta estos antecedentes y considerando el concepto biológico de especie (incapacidad de reproducirse en la naturaleza) (Mayr, 1942), Murúa *et al.* (2008) realizaron un estudio sobre la caracterización biológica y compatibilidad reproductiva de poblaciones de *S. frugiperda* recolectadas de diferentes plantas hospederas y regiones de la Argentina. Los autores encontraron diferencias estadísticamente significativas en algunos de los parámetros biológicos evaluados. Sin embargo, estas diferencias fueron de poca magnitud, sugiriendo homogeneidad entre las poblaciones colectadas de las diferentes plantas hospederas de Tucumán y entre poblaciones de maíz de las diferentes provincias. Al analizar la compatibilidad reproductiva entre las poblaciones recolectadas en maíz, las del norte mostraron compatibilidad entre ellas pero fueron incompatibles con una población de la provincia de Buenos Aires. Por lo tanto, los investigadores con-

cluyeron que las poblaciones del norte presentan un buen grado de flujo génico, por lo que se podría pensar que corresponden a una misma población.

Sin embargo, las preferencias de las hembras por determinadas plantas como sitios de oviposición no siempre garantizan el uso de un cultivo como hospedero, ni que este a su vez, pueda ser utilizado como refugio. En el caso de plagas polífagas como *S. frugiperda*, es importante conocer el rol que cumplen los distintos cultivos como generadores de individuos.

Debido a la grave situación que ocasiona esta plaga, al aumento del uso de la tecnología *Bt* y a que nunca se realizaron estudios sobre las plantas hospederas del cogollero en la región, el objetivo de esta investigación fue evaluar cómo *S. frugiperda* explota sus hospederos en el norte de la Argentina, para poder determinar el papel que ellos cumplirían como posibles refugios naturales de esta especie. Para ello se trabajó en diferentes "asociaciones de cultivos", o sea zonas con diferentes plantas hospederas que se encontraban próximas entre sí.

Estos estudios permitirán realizar un manejo de la resistencia con bases científicas, dando sustentabilidad a la aplicación de esta tecnología en el tiempo.

MATERIALES Y METODOS

1) Asociaciones de cultivos monitoreadas

Se consideró "asociación de cultivos" a una zona donde coexistieron simultáneamente (en tiempo y espacio) tres o más cultivos colindantes. Los cultivos en cada asociación ocuparon una superficie de al menos 10 hectáreas y el tipo de labranza utilizada fue siembra directa. Las asociaciones seleccionadas para este estudio se ubicaban en las provincias de Santiago del Estero, Salta y Tucumán. En Santiago del Estero, se monitorearon tres asociaciones en la localidad de Bandera (Dpto. Belgrano) (S 28° 52', O 62° 04'); en Salta, dos asociaciones en la localidad de Las Lajitas (Dpto. Anta) (S 24° 40', O 64° 14') y en Tucumán, una asociación en cada una de las siguientes localidades: La Virginia (Dpto. Burruyacu) (S 26° 44', O 65° 44'), El Rodeo (Dpto. Burruyacu) (S 28° 14', O 64° 43'), La Ramada (Dpto. Burruyacu) (S 26° 35', O 64° 50'), La Invernada (Dpto. La Cocha) (S 27° 38', O 65° 35') y La Cocha (Dpto. La Cocha) (S 27° 38', O 62° 06'). La selección de las asociaciones estuvo condicionada a la presencia de maíz ya que este cultivo es el hospedero preferencial de *S. frugiperda*. Solo dos de las asociaciones monitoreadas nunca presentaron maíz como parte de ellas. Los cultivos mayormente muestreados fueron: maíz, sorgo granífero (*Shorghum bicolor* L. Moench), alfalfa (*Medicago sativa* L.), soja (*Glycine max* [L.] Merr.), caña de azúcar y las malezas circundantes que se encontraban en las cabecezas de alguno de los cultivos que formaban parte de la asociación, tales como pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) y gramón. El maíz *Bt* monitoreado fue el Cry lab,

que no es específico para *S. frugiperda*. El cultivo invernal más frecuente fue el trigo (*Triticum aestivum* L.), pero en algunas asociaciones se monitoreó cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) y garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Durante el invierno, los monitoreos también se realizaron en las malezas y pasturas [grama *Rhodes callide* (*Chloris gayana*)], muestreadas durante el verano (Tabla 1). En general los maíces (*Bt* y convencional), la soja y el sorgo para cada asociación, fueron sembrados en fechas similares. La caña de azúcar y la alfalfa estuvieron solapadas con estos cultivos durante alguna de las etapas de su desarrollo. El trigo, el cártamo y el garbanzo fueron sembrados a fines del otoño.

Los monitoreos se realizaron entre 2004 y 2007. En Santiago del Estero y Salta, se efectuaron muestreos cada 15 días durante los meses estivales, y cada 30 en los meses invernales, mientras que en Tucumán estos se efectuaron con una frecuencia quincenal durante todo el año.

2) Recolección del material

El seguimiento de los cultivos comenzó aproximadamente de 10 a 12 días después de la siembra y continuó hasta unos días antes de la cosecha. En cada cultivo y en cada fecha de monitoreo, se muestrearon cinco puntos al azar de 1 m² y se revisaron las plantas presentes en dicha superficie, recolectándose las posturas y/o larvas vivas. En maíz, sorgo y caña de azúcar, las plantas fueron revisadas manualmente. En la soja, la recolección se realizó mediante el uso de un paño vertical, en el cual se golpearon las plantas, permitiendo la caída de los insectos (COTECIPA, 2006). Para el monitoreo de alfalfa, trigo, malezas, pasturas, cártamo y garbanzo, se utilizó una red entomológica, con la cual se recogieron y contabilizaron las larvas presentes. Se asumió que la probabilidad de captura de los individuos era independiente del modo de recolección según la planta hospedera monitoreada.

En el caso de las posturas, independientemente del cultivo, se revisó el haz y el envés de cada una de las hojas presentes en las plantas.

Las posturas y larvas extraídas del campo se colocaron en tubos de vidrio de 12 cm de longitud y 1,5 cm de diámetro, los cuales contenían un trozo de hoja fresca del cultivo del que los individuos habían sido recolectados. El material fue trasladado al laboratorio para su identificación taxonómica, y se registró la cantidad de posturas y/o larvas presentes en las plantas y el estado de desarrollo del cultivo para todas las asociaciones muestreadas. Para la caracterización de los estados vegetativos del maíz, se utilizó la caracterización de Satorre *et al.* (2003).

3) Análisis de los datos

Para el análisis de los datos, solo se consideraron las colectas obtenidas durante los meses estivales (diciembre a mayo), ya que como se mencionara, el trigo, cártamo

y garbanzo sólo estuvieron solapados con los cultivos estivales por un corto tiempo. Las comparaciones se realizaron entre las plantas hospederas que presentaron larvas, por lo que la soja de la mayoría de las asociaciones y la caña de azúcar no fueron considerados en los análisis.

Para comparar el total de individuos colectados en cada campaña, se utilizó el análisis de varianza cuando las asociaciones estaban formadas por tres o más hospederas, o la prueba T de Student en el caso de comparaciones entre dos cultivos. Esta prueba también se utilizó para comparar la cantidad de larvas obtenidas en maíz *Bt* y convencional, para todas las asociaciones donde estos cultivos estuvieron presentes simultáneamente.

Todos los datos fueron analizados con el paquete estadístico InfoStat (2003).

RESULTADOS

Posturas de *S. frugiperda*

Durante este estudio se encontraron pocas posturas del cogollero. En los tres años monitoreados se recolectaron un total de 33 posturas obtenidas en las provincias de Santiago del Estero (12) y Tucumán (21). Los cultivos en los que se registraron fueron maíz, sorgo granífero y malezas, siendo los dos primeros los más elegidos por las hembras de *S. frugiperda* (Tabla 2). En general, las posturas siempre se ubicaron en el envés de las hojas, pero algunas se encontraron en el haz. Independientemente de su ubicación, la presencia de las mismas en las plantas de maíz siempre estuvo restringida a los estados vegetativos V₂-V₄, o sea cuando la plantas tenían entre dos a cuatro hojas desplegadas al momento de la observación.

Larvas de *S. frugiperda*

1) Santiago del Estero

Para esta provincia, se recolectaron un total de 975 larvas, de las cuales el 84,2% fueron encontradas en maíz, 12,8% en alfalfa, 2,8% en sorgo y 0,2% en malezas. La soja fue el único cultivo estival que nunca presentó individuos del cogollero. El cultivo invernal monitoreado fue el trigo, el cual tampoco presentó individuos de esta especie.

En las asociaciones monitoreadas durante las tres campañas, la mayor cantidad de larvas se registró en maíz, alfalfa y sorgo. En todas las asociaciones se evidenció que ante la presencia simultánea de varios cultivos, los maíces fueron los más atacados por esta plaga, mientras que en la asociación que no presentó maíz, las larvas se encontraron en el sorgo y en la alfalfa (Figura 1).

Al analizar cada campaña por separado, se vio que en la campaña 2004/2005 (Figura 1) en la asociación I, las diferencias encontradas en el número de larvas fueron significativas ($F_{3, 27} = 7,83$; $p < 0,001$), siendo el maíz el cultivo con mayor número de individuos. En la asociación II, las diferencias no fueron significativas (Test T, $T = 1,04$; $gl = 14$; $p = 0,31$) mientras que en la III, solo se encontraron lar-

Tabla 1. Cantidad de asociaciones y cultivos monitoreados en diferentes provincias del norte de la Argentina, desde 2004 a 2007.

Provincias	CULTIVOS												
	Campaña	Asociación	Maíz Bt	Maíz no Bt	Sorgo granífero	Alfalfa	Malezas	Soja	Caña de azúcar	Pasturas	Trigo	Cártamo	Garbanzo
2004/2005	I	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	-	-
	II	X	X	X	-	X	-	X	-	-	X	-	-
	III	X	X	X	-	-	-	X	-	-	X	-	-
2005/2006	I	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-
	III	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	I	-	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-
2006/2007	II	X	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-
	III	X	X	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-
	I	-	X	X	X	-	-	X	-	-	X	-	-
2004/2005	I	-	X	X	X	-	X	X	-	X	X	-	-
	II	-	X	X	X	-	X	X	-	-	X	X	-
	I	-	X	X	X	-	X	X	-	-	X	-	-
2005/2006	II	X	-	X	X	-	X	X	-	-	X	-	-
	I	X	X	X	X	-	X	X	-	-	X	-	-
	II	X	-	X	X	-	X	X	-	-	X	-	-
2004/2005	III	X	-	-	-	-	X	X	X	-	X	-	-
	IV	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	-	-
	V	X	X	X	-	-	X	X	-	X	X	-	-
2005/2006	I	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X	-	-
	II	X	-	-	-	-	X	X	X	-	X	-	-
	III	X	-	-	-	-	X	X	X	-	X	-	X
2006/2007	IV	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	-	-
	V	X	X	X	-	-	X	X	-	X	X	-	-
	I	X	-	-	-	-	X	X	-	-	X	-	-
2006/2007	II	X	-	-	-	-	X	X	X	-	X	-	-
	III	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	-	-
	IV	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	-	-
V	X	X	-	-	-	X	X	-	X	X	-	-	

(-) Cultivo que no formaba parte de la asociación.

Tabla 2. Cantidad de posturas de *Spodoptera frugiperda* recolectadas en los cultivos monitoreados durante 2004 a 2007 en las provincias de Santiago del Estero y Tucumán.

Provincia	Cultivos			
	Campañas	Maíz	Sorgo granífero	Malezas
Santiago del Estero	2004/2005	5	1	0
	2005/2006	1	5	0
	2006/2007	0	0	0
Tucumán	2004/2005	10	0	3
	2005/2006	3	0	0
	2006/2007	5	0	0
Total		24	6	3

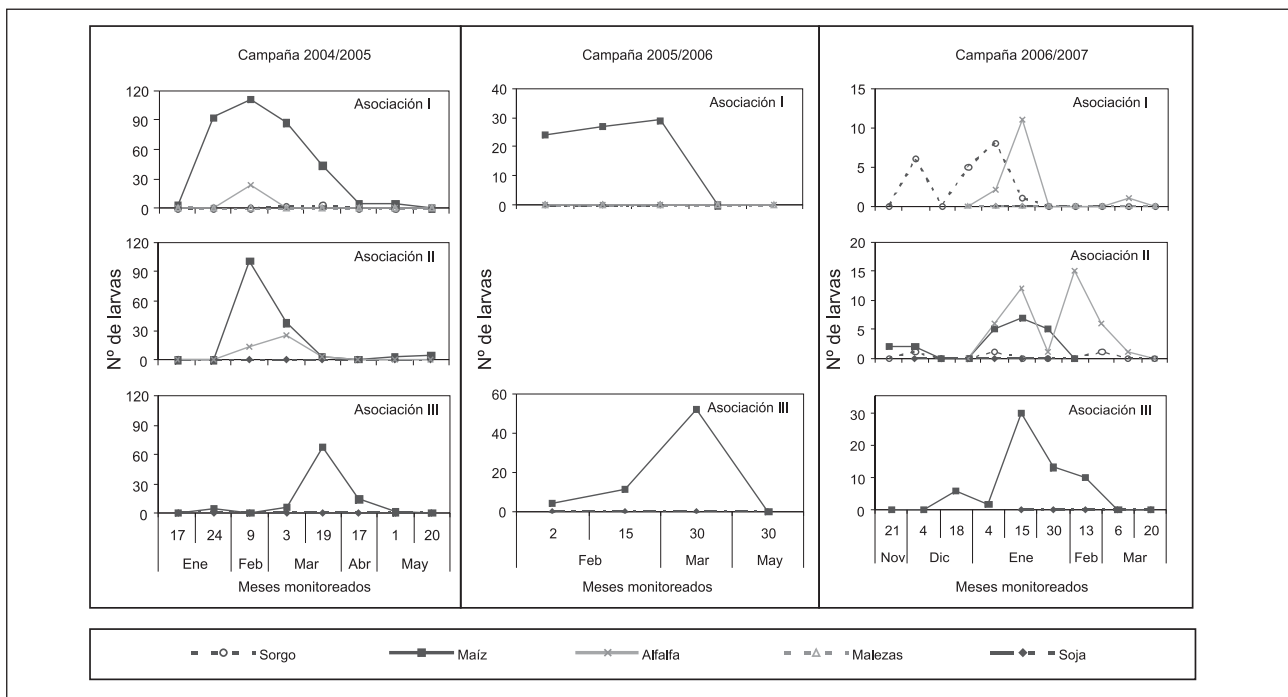


Figura 1. Abundancia de *Spodoptera frugiperda* registrada en las asociaciones de Santiago del Estero durante tres campañas monitoreadas.

Tabla 3. Promedio (± error estándar) de larvas de *Spodoptera frugiperda* recolectadas en cada una de las asociaciones de Santiago del Estero desde 2004 a 2007.

Asociación	Campañas	Nº fechas monitoreadas	Cultivos				
			Maíz	Alfalfa	Sorgo	Malezas	Soja
I	2004/2005 ¹	8	43,38 ± 16,58b	3,5 ± 2,93a	0,71 ± 0,47a	0,1 ± 0,1a	0
	2005/2006 ²	5	20 ± 6,75	0	0	0	0
	2006/2007 ¹	11	-	1,75 ± 1,35a	2 ± 0,98a	0	0
II	2004/2005 ¹	7	19 ± 12,5a	5,25 ± 3,3a	-	-	0
	2006/2007 ¹	12	2,62 ± 0,96ab	5,12 ± 2,04b	0,27 ± 0,14a	-	0
III	2004/2005 ²	8	12,43 ± 9,46	-	-	-	0
	2005/2006 ²	4	16,75 ± 11,97	-	-	-	0
	2006/2007 ²	8	6,77 ± 3,32	-	-	-	0

(-) Cultivo que no formaba parte de la asociación.

¹ Valores seguidos por la misma letra en cada fila no son significativos, Test T o Tukey según corresponda ($p > 0,05$).

² Análisis estadístico no realizado, ya que solo un cultivo presentó larvas de *S. frugiperda*.

vas en maíz (Tabla 3).

Los maíces *Bt* y convencional no presentaron diferencias en ninguna de las asociaciones mencionadas (asociación I: Test T, $T = -1,1$; $gl = 14$; $p = 0,28$; asociación II: Test T, $T = -0,29$; $gl = 14$; $p = 0,77$; asociación III: Test T, $T = 0,11$; $gl = 11$; $p = 0,91$).

Durante la campaña 2005/2006 (Figura 1), solo se recolectaron larvas en maíz *Bt* en las dos asociaciones monitoreadas.

En la campaña 2006/2007 (Figura 1) en la asociación I, las diferencias en la cantidad de individuos no fueron significativas (Test T, $T = 0,25$; $gl = 16$; $p = 0,80$), mientras que en la II, se registró mayor cantidad de larvas en alfalfa que en maíz y sorgo ($F_{2,24} = 5,09$; $p < 0,05$) (Tabla 3). La asociación III sólo presentó larvas en maíz, siendo no significativas las diferencias entre maíz *Bt* y no *Bt* (Test T, $T = -1,1$; $gl = 16$; $p > 0,05$). A pesar de esto, el mayor número de individuos se encontró en el maíz convencional (46).

2) Salta

En esta provincia se encontró un total de 1185 larvas, de las cuales el 80,5% fue recolectadas en maíz, 19,4% en sorgo y 0,1% en las malezas (Tabla 4). Al igual que en la provincia anterior, nunca se registraron larvas de esta especie

en soja (Figura 2). Los cultivos invernales muestreados, trigo y cártamo, tampoco presentaron larvas.

Al considerar cada campaña por separado, se observó que en la campaña 2004/2005 no se recolectaron larvas de *S. frugiperda* en malezas. La mayor cantidad de larvas se registró en maíz, aunque las diferencias no fueron significativas (asociación I: Test T, $T = -1,15$; $gl = 12$; $p > 0,05$ y asociación II: Test T, $T = -1,16$; $gl = 12$; $p > 0,05$) para ambas asociaciones (Tabla 5).

Esta situación se repitió en la campaña 2005/2006 (asociación I: Test T, $T = -1,62$; $gl = 10$; $p > 0,05$ y asociación II: Test T, $T = 2,17$; $gl = 2$; $p > 0,05$) para ambas asociaciones, aunque en este caso se registraron algunas larvas en malezas (Tabla 5).

Las asociaciones en las dos campañas nunca presentaron simultáneamente los dos tipos de maíces.

3) Tucumán

En general, en todas las asociaciones la mayor cantidad de larvas se encontró en maíz (76,6%), pero también se recolectaron individuos en malezas (19,4%), soja (1,6%), pasturas (1,5%) y sorgo (0,9%). Aquí también se observa la fuerte preferencia de *S. frugiperda* por maíz en las asociaciones donde este cultivo estuvo simultánea-

Tabla 4. Total de larvas de *Spodoptera frugiperda* recolectadas en cada una de las provincias monitoreadas desde 2004 a 2007.

Provincias	Cultivos					Total
	Maíz	Sorgo	Malezas	Alfalfa	Otros cultivos*	
Salta	954	230	1	-	0	1185
Santiago del Estero	821	28	1	125	0	975
Tucumán	1119	14	280	-	47	1460
Total	2894	272	282	125	47	3620

(-) Cultivo que no formaba parte de la asociación.

(*) Otros cultivos: soja y pasturas.

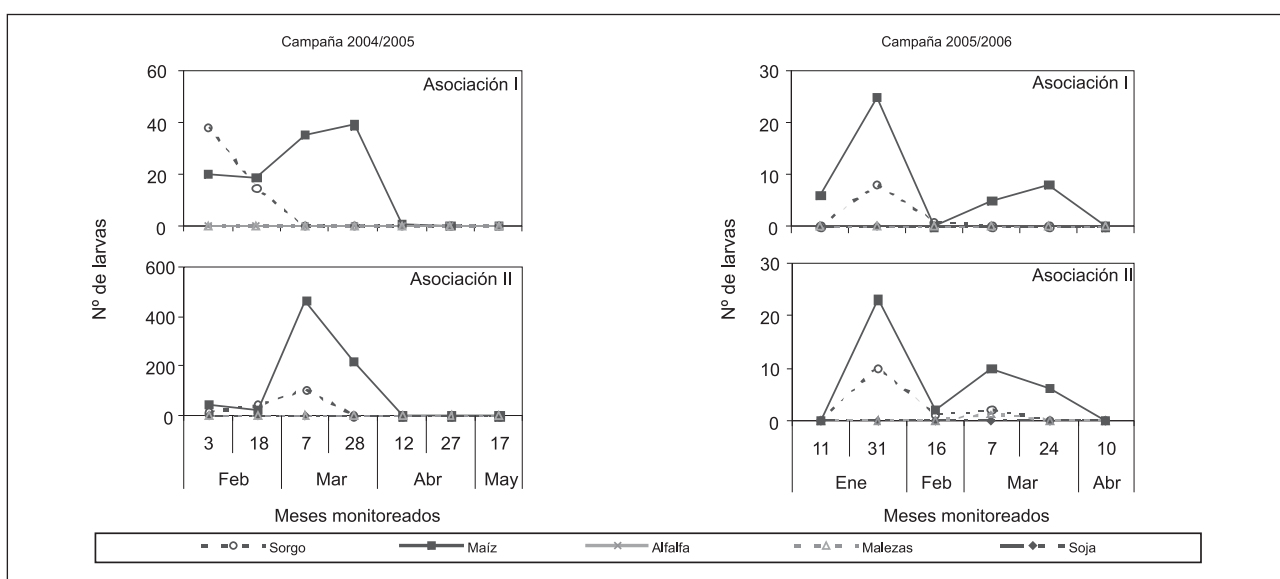


Figura 2. Abundancia de *Spodoptera frugiperda* registrada en las asociaciones de Salta durante las campañas monitoreadas.

Tabla 5. Promedio (\pm error estándar) de larvas de *Spodoptera frugiperda* recolectadas en cada una de las asociaciones de Salta desde 2004 a 2006.

Asociación	Campañas	Nº fechas monitoreadas	Cultivos			
			Maíz	Sorgo	Maleza	Soja
I	2004/2005 ¹	7	16,28 \pm 6,27a	7,57 \pm 5,49a	0	0
	2005/2006 ¹	6	7,33 \pm 3,77a	1,5 \pm 1,31a	0	0
II	2004/2005 ¹	6	107,85 \pm 66,85a	22,14 \pm 14,24a	0	0
	2005/2006 ¹	5	6,83 \pm 3,6a	2,6 \pm 1,89a	0,2 \pm 0,2a	0

¹ Valores seguidos por la misma letra en cada fila no son significativos, según Test T o Tukey ($p > 0,05$).

mente presente junto con otras plantas hospederas (asociaciones I, II, III y V). En la asociación IV, la cual nunca presentó maíz, las larvas siempre fueron recolectadas en las malezas circundantes. A diferencia de las otras provincias, en la campaña 2006/2007 se registraron larvas en el cultivo de soja (Tabla 6). Hay que destacar que las larvas recolectadas pertenecían a los últimos estadios (V y VI), por lo que estimamos que podrían haber migrado desde otros cultivos (maíz, malezas y/o pasturas). En el caso de la caña de azúcar, cultivo que estuvo presente en tres de las asociaciones, nunca se recolectaron larvas del cogollo (Figura 3). En cuanto a los cultivos invernales, en trigo se recolectaron 16 larvas de los últimos estadios (V y VI) a principios del otoño de 2006 y 2007, mientras que en garbanzo nunca se registraron individuos de *S. frugiperda*.

De la evaluación de cada campaña, surge que en la

campaña 2004/2005 la mayor cantidad de larvas se registró en el maíz en las asociaciones III y V, siendo para ambos casos significativas las diferencias (asociación III: Test T, $T = 2,8$; $gl = 7$; $p = 0,02$; asociación V: $F_{2, 28} = 7,57$; $gl = 2$; $p = 0,002$). En la asociación I, el maíz fue el cultivo preferido, pero las diferencias no fueron significativas (Test T, $T = -1,44$; $gl = 11$; $p > 0,05$). En las asociaciones II y IV solo se registraron larvas en maíz y en las malezas, respectivamente (Tabla 6).

Las asociaciones I y V no presentaron diferencias en la cantidad de larvas recolectadas en maíz *Bt* y convencional (asociación I: Test T, $T = -0,14$; $gl = 11$; $p < 0,05$; asociación V: Test T, $T = -0,11$; $gl = 17$; $p < 0,05$).

Durante la campaña 2005/2006, solo se registraron diferencias significativas en la cantidad de larvas en la asociación V (asociación I: Test T, $T = -0,82$; $gl = 12$; $p > 0,05$; asociación II: Test T, $T = 0,42$; $gl = 18$; $p > 0,05$; asociación

Tabla 6. Promedio (\pm error estándar) de larvas de *Spodoptera frugiperda* recolectadas en cada una de las asociaciones de Tucumán, desde 2004 a 2006.

Asociación	Campaña	Nº fechas monitoreadas	Maíz	Malezas	Pasturas	Soja	Sorgo
I	2004/2005 ¹	9	13,22 \pm 8,85a	0	-	0	2 \pm 13,22b
	2005/2006 ¹	11	2,2 \pm 1,36a	7,11 \pm 4,85a	-	0	-
	2006/2007 ¹	10	8,75 \pm 2,63a	2,62 \pm 1,74a	-	0	-
II	2004/2005 ²	10	2,33 \pm 1,12	0	-	0	-
	2005/2006 ¹	11	1,3 \pm 0,9a	0,9 \pm 0,9a	-	0	-
	2006/2007 ¹	10	2,57 \pm 1,17a	0,37 \pm 0,26a	-	0	-
III	2004/2005 ¹	10	8,75 \pm 0,1a	0,1 \pm 0,1b	-	0	-
	2005/2006 ¹	11	6,2 \pm 3,25a	0,7 \pm 0,3a	-	0	-
	2006/2007 ²	11	-	0,66 \pm 0,49	-	0	-
IV	2004/2005 ²	8	-	1,2 \pm 1,09	-	0	-
	2005/2006 ²	9	-	0,5 \pm 0,5	-	0	-
	2006/2007 ¹	8	-	3,88 \pm 2,67a	-	1,87 \pm 1,14a	-
V	2004/2005 ¹	10	25,81 \pm 12,17b	0,3 \pm 0,3a	0,2 \pm 0,2a	0	-
	2005/2006 ¹	10	30,55 \pm 8,32b	4,2 \pm 3,57a	0	0,1 \pm 0,1a	-
	2006/2007 ¹	8	18,33 \pm 9,68a	8,11 \pm 4,17a	2,33 \pm 1,55a	1 \pm 0,87a	-

(-) Cultivo que no formaba parte de la asociación.

¹ Valores seguidos por la misma letra en cada fila no son significativos según Test T o Tukey ($p > 0,05$).

² Análisis estadístico no realizado, ya que solo un cultivo presentó larvas de *S. frugiperda*.

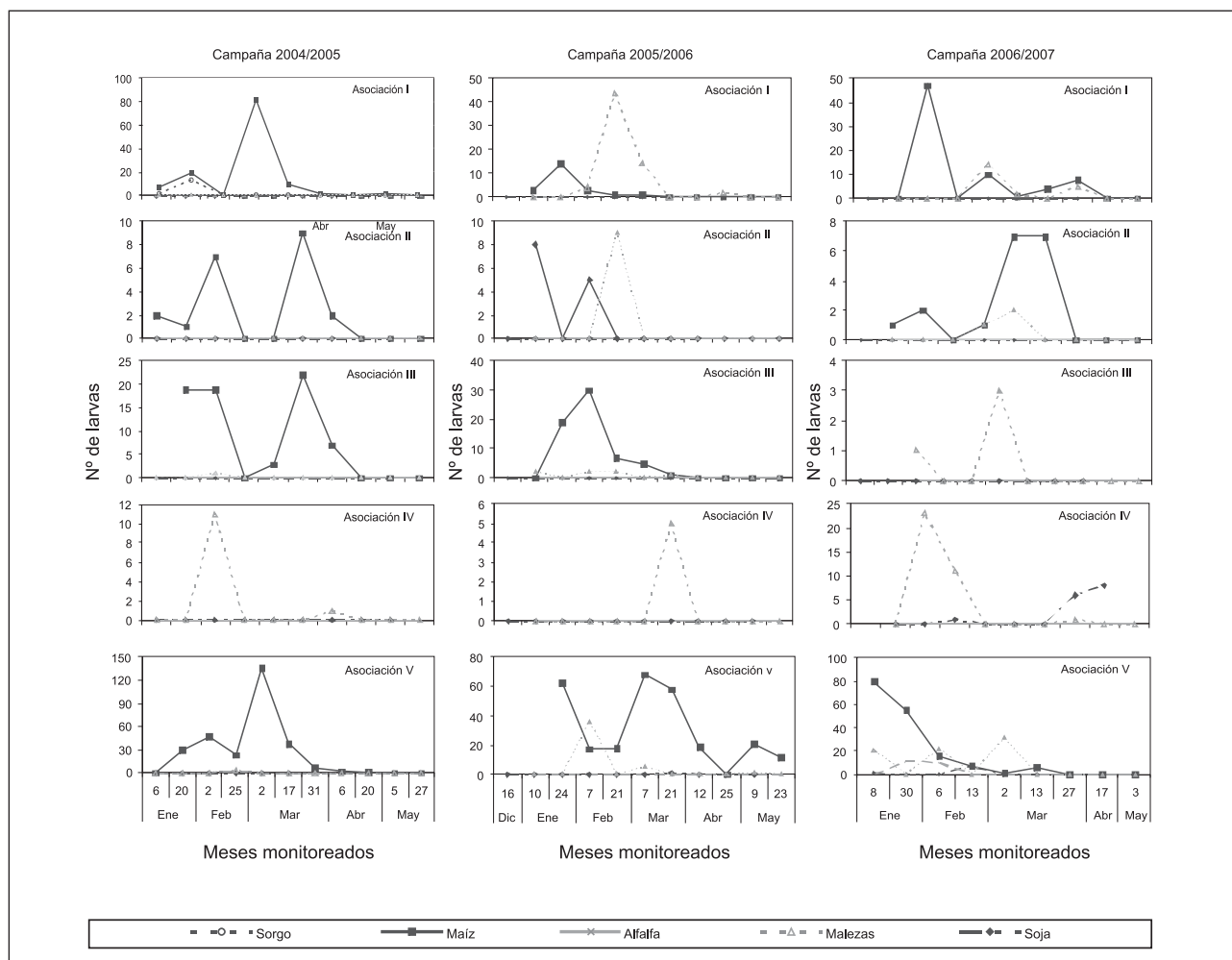


Figura 3. Abundancia de *Spodoptera frugiperda* registrada en las asociaciones de Tucumán, durante las campañas monitoreadas.

III: Test T, $T = 1,67$; $gl = 10$; $p > 0,05$; asociación V: $F_{2,26} = 17,44$; $p < 0,0001$) y en la asociación IV solo se encontraron larvas en las malezas (Tabla 6).

La asociación V fue la única que presentó maíz *Bt* y convencional, sin embargo no se registraron diferencias significativas en la cantidad de larvas recolectadas en ambos cultivos (Test T, $T = 0,29$; $gl = 11$; $p > 0,05$).

En ninguna de las asociaciones monitoreadas durante la campaña 2006/2007, se registraron diferencias significativas en el número de larvas obtenidas en las distintas plantas hospederas (asociación I: Test T, $T = 1,07$; $gl = 14$; $p > 0,05$; asociación II: Test T, $T = 1,96$; $gl = 8$; $p > 0,05$; asociación IV: Test T, $T = -0,53$; $gl = 14$; $p > 0,05$; asociación V: $F_{3,31} = 2,12$; $p > 0,05$). En la asociación III, solo se encontraron larvas en las malezas (Tabla 6).

4) Análisis global

Considerando todas las recolecciones realizadas en las tres provincias, se obtuvo el 79,9% en maíz, el 7,8% en las malezas, el 7,5% en sorgo y el 3,5% en alfalfa. Como fueron mencionado oportunamente, en ninguna de las provincias (salvo en Tucumán) se encontraron indivi-

duos en soja y en trigo (Tabla 4).

En el caso del maíz y el sorgo, la mayoría de los individuos se encontró en el cogollo de las plantas. En el maíz, durante el estado vegetativo temprano (V_4-V_6), predominaron larvas del I a III estadio, principalmente (de 0,1 cm a 1,5 cm de tamaño, aproximadamente), pudiéndose encontrar en algunas ocasiones, hasta seis larvas por planta. En los estados restantes, fueron más frecuentes larvas del IV al VI estadio (de 2,5 a 3,0 cm de tamaño, aproximadamente). Generalmente se encontraron un individuo por planta.

DISCUSIÓN

Este estudio evaluó el uso que hace *S. frugiperda* de los diferentes cultivos que están citados como plantas hospederas de esta especie. La tendencia general muestra una preferencia marcada por el cultivo de maíz, lo cual se evidenció tanto en las posturas, como en las larvas colectadas.

Ravi *et al.* (2005) mencionaron que las diferencias registradas en la densidad de huevos de *H. armigera*

sobre diferentes plantas podría reflejar la preferencia de oviposición de las hembras, la cual puede deberse a un efecto del microclima o a compuestos volátiles de las plantas. Por otro lado, Carroll *et al.* (2006), mencionaron que muchas especies de polillas noctuidos oviponen preferentemente sobre plantas no dañadas más que sobre plantas dañadas, en respuesta a señales volátiles. Presumiblemente de esta manera, disminuye para su descendencia el riesgo de predación, parasitismo y competencia con larvas de estadios más avanzados y se reducen los costos derivados de inducir las defensas de la planta. Estos mismos autores aseguran que las preferencias olfatorias de noctuidos polípagos como el cogollero, están fuertemente influenciadas por la exposición a olores durante la alimentación. Becerra *et al.* (2002) reportaron que la distribución de las posturas del cogollero sobre la planta hospedera está influenciada por el estado fenológico, y que pueden estar concentradas en diferentes partes de la planta o de las hojas. En el caso de este estudio, las posturas observadas siempre se ubicaron en el envés de las hojas, pero algunas se encontraron en el haz. Independientemente de su ubicación, la presencia de las mismas en las plantas de maíz siempre estuvo restringida a los estados vegetativos V₂-V₄, o sea cuando las plantas tenían entre dos a cuatro hojas desplegadas al momento de la observación. Esto coincide con lo mencionado por Murúa *et al.* (2006) en muestreos realizados en Tucumán en plantas de maíz. Esta estrategia de oviposición de *S. frugiperda* serviría para proteger a la descendencia de los factores ambientales y/o enemigos naturales, como así también para asegurar un lugar adecuado para la alimentación de la progenie.

La presencia de larvas en los cultivos de cada asociación siempre estuvo relacionada con la aparición de los cultivos estivales, principalmente con el maíz. Esta situación se observó en todas las provincias monitoreadas y apoya la idea de que este cultivo es el hospedante preferencial de *S. frugiperda*, tal como lo mencionaran otros autores (Luginbill, 1928; Artigas, 1994; Pogue, 2002).

La mayoría de los individuos se encontró en los estados vegetativos del maíz, y a medida que este avanzaba, variaba el número y el tamaño de las larvas ubicadas en las plantas. Murúa *et al.* (2006) observaron, en parcelas de Tafí Viejo y Vipos (provincia de Tucumán), que el número promedio de larvas por planta difiere durante los distintos estados fenológicos del maíz. Esto coincidiría con lo enunciado por Mitchell *et al.* (1974) y Becerra *et al.* (2002), que mencionan que el número de larvas del gusano cogollero y la fluctuación de los adultos varía a medida que avanza el crecimiento de las plantas de maíz, lo que también estaría relacionado con la disminución del número de posturas durante el desarrollo del cultivo. Por otro lado, Carvalho y Silveira (1971), encontraron que solo coexisten juntas larvas de tamaño pequeño y mediano pero, cuando el tamaño de estas aumenta, el número de larvas por plan-

ta disminuye, debido a su comportamiento caníbal.

Las malezas monitoreadas (pasto guinea y gramón), en especial en las colecciones de Tucumán, presentaron larvas del cogollero. Murúa y Virla (2004) reportaron que *S. frugiperda* se desarrolla satisfactoriamente en condiciones de laboratorio sobre estas malezas, y sugieren que los individuos alimentados con estas plantas jugarían un papel importante en el comportamiento de la dinámica poblacional de esta plaga. Green *et al.* (2003) realizaron un relevamiento de larvas de *H. armigera* en diversas malezas y plantas autóctonas de Sudáfrica. Ellos encontraron que estas albergan gran cantidad de individuos en comparación con el cultivo del algodón, y enfatizaron el rol que cumplirían las malezas y las plantas autóctonas como refugios naturales. Ellos afirmaron que estas plantas actúan como un refugio natural para el algodón *Bt* en áreas cultivadas de pequeña superficie. En los EE. UU., otras plagas del algodón tales como *Helicoverpa zea* (Boddie) y *Heliothis virescens* (F.) fueron encontradas sobre muchos cultivos alternativos y diversas malezas (Ravi *et al.*, 2005). Sin embargo, es importante destacar que si bien se encontraron larvas en las malezas, sorgo y alfalfa, estos hospederos no siempre estuvieron presentes simultáneamente con el maíz. Por otra parte, en el norte de la Argentina, la superficie que ocupan estos cultivos no es grande si se la compara con el área sembrada con maíz (90.000 ha, aproximadamente), la cual sí representa una gran superficie en la región. A pesar de esto, estas plantas, en especial las malezas, podrían contribuir en aportar individuos de esta especie, capaces de cruzarse con los originados en los maíces *Bt*. Hay que destacar que en China, Wu *et al.* (2002), trabajando con *H. armigera* en algodón, demostraron que los cultivos de maíz, soja y maní actúan como refugios naturales, ya que presentan una cantidad de larvas mayor a la encontrada en algodón.

CONCLUSIONES

- Al analizar la fluctuación poblacional de esta especie a lo largo de cada año monitoreado, se observó que la mayor cantidad de individuos siempre estuvo restringida a los meses de verano en todas las provincias, afectando principalmente a los cultivos de maíz, sorgo granífero, alfalfa y a las malezas.
- En base a los resultados obtenidos en esta investigación, queda demostrado que el hospedante preferencial de esta plaga es el maíz, ya que la mayor cantidad de larvas se recolectaron sobre este cultivo, independientemente de los otros que formaban parte de la asociación en la que participaba el maíz.
- Siguiendo en orden de importancia, los otros hospederos donde se registraron larvas fueron: sorgo granífero, alfalfa y malezas, los cuales podrían producir individuos susceptibles y, por lo tanto, actuar como refugios naturales para *S. frugiperda*.

• Considerando el número de larvas encontradas, la soja y la caña de azúcar no son hospederos preferenciales de *S. frugiperda* y no deben considerarse como posibles refugios.

• A pesar de que el trigo fue el único cultivo invernal que estuvo presente en todas las asociaciones de las provincias muestreadas y que presentó ocasionalmente algunas larvas, consideramos que no es un hospedero preferencial de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las Doctoras Lucía Goane y M. Teresa Vera, de la Sección Zoología Agrícola de la EEAO, por la lectura crítica del borrador del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Andrews, K. L. 1988.** Latin America research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Fla. Entomol. 71 (4): 630 - 653.
- Artigas, J. N. 1994.** Entomología +Económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). Vol. 2. Edic. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Becerra, E. B.; C. T. Dos Dias and J. R. P. Parra. 2002.** Distribution and natural parasitism of *S. frugiperda* (Lep.: Noctuidae) eggs at different phenological stages of corn. Fla. Entomol. 85 (4): 588-593.
- Berta, D. C.; E. Virla; L. Valverde y M. V. Colomo. 2000.** Efecto en el parasitoide *Campoletis grioti* de un insecticida usado para el control de *Spodoptera frugiperda* y aportes a la biología del parasitoide. Manejo Integr. Plagas, Turrialba, Costa Rica (57): 65-70.
- Busato, G. R.; A. D. Grützmacher; M. S. Garcia; F. P. Giolo; M. J. Zotti e G. J. Stefanello Jr. 2005.** Biología comparada de populações de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) em folhas de milho e arroz. Neotrop. Entomol. 34: 743-750.
- Carpenter, J. E. and B. R. Wiseman. 1999.** Host comparisons of laboratory and feral strains of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in laboratory and field bioassays. Fla. Entomol. 82 (2): 237-247.
- Carroll, M. J.; E. A. Schmelz; R. L. Meagher and P. E. A. Teal. 2006.** Attraction of *Spodoptera frugiperda* larvae to volatiles from herbivore-damaged maize seedlings. J. Chem. Ecol. 32: 1911-1924.
- Carvalho, R. P. L. e N. S. Silveira. 1971.** Observações do comportamento de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) ao atacar milho em condições de campo. En: Resúmenes Congreso Latinoamericano de Entomología, 1, Cuzco, Perú, 1971, pp. 88 y 90.
- Clavijo, S. y G. Pérez Greiner. 2000.** Protección y sanidad vegetal (capítulo 6), Insectos plagas del maíz (sección 2). En: Fontana Nieves, H. y C. González Narváez (eds.), Fundación Polar, Caracas, Venezuela, pp. 345-361.
- Comisión Técnica para el Control Integrado de Plagas de la provincia de Santa Fé (COTECIPA). 2006.** Control integrado de plagas en soja. 20° Curso para nuevos profesionales. INTA Oliveros, Oliveros, Argentina.
- García Roa, F.; A. T. Mosquera; C. Vargas y L. Rojas. 1999.** Manejo integrado del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Boletín Técnico (7). CORPOICA, Palmira, Colombia.
- Green, W. M.; M. C. De Billot; T. Joffe; L. Van Staden; A. Bennet-Nel; C. L. N. Du Toit and L. Van Der Westhuizen. 2003.** Indigenous plants and weeds on the Makthini flats as refuge hosts to maintain bollworm population susceptibility to transgenic cotton (Bollgard). Afr. Entomol. 11: 21-29.
- Hall, D. G.; R. Meagher; R. Nagoshi and M. Irej. 2005.** Monitoring populations of adult fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae), in Florida sugarcane using pheromone traps, with special reference to genetic strains of the pest. En: Proc. ISSCT Congress, 25, Guatemala, 2005, pp. 784-787.
- InfoStat. 2003.** InfoStat Versión 2006, Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 1. ed. Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.
- Levitus, G. 2006.** Biotecnología y maíz. En: Maíz y Nutrición. Informe sobre los usos y propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal. Recopilación ILSI Argentina, serie de informes especiales, vol. 2. [En línea]. Disponible en <http://www.maizar.org.ar> (consultado 01 agosto 2008).
- López Edwards, M.; J. L. Hernández Mendoza; A. Pescador Rubio; J. Molina Ochoa; R. Lezama Gutiérrez; J. J. Hamm and B. R. Wiseman. 1999.** Biological differences between five populations of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) collected from corn in Mexico. Fla. Entomol. 82: 254-262.
- Luginbill, P. 1928.** The fall armyworm. Technical Bulletin (34). United States Department of Agriculture (USDA), USA.
- Mayr, E. 1942.** Systematics and the Origin of Species. Columbia University Press, New York, USA.
- Mentaberry, A. y S. Ghio. 2002.** Avances biotecnológicos en maíz. En: Vaquero, P. (ed.), Guía Dekalb del cultivo de maíz, Monsanto Argentina S. A., Buenos Aires, Argentina, pp. 35-41.
- Mitchell, E. R.; W. W. Copeland; A. N. Sparks and A. A. Sekul. 1974.** Fall armyworm: disruption of pheromone communication with synthetic acetates. Environ. Entomol. 3: 778-780.

- Murúa, G. y M. Baigorí. 2004.** Identificación de biotipos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en Argentina. En: Resúmenes, Congreso Argentino de Ecología, 8, Mendoza, Argentina, 2004, pp. 111.
- Murúa, M. G.; J. Molina-Ochoa and C. Coviella. 2006.** Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its hymenopteran parasitoids in Northwestern Argentina. Fla. Entomol. 89: 175-182.
- Murúa, M. G.; M. T. Vera; S. Abraham; M. L. Juaréz; S. Prieto; G. P. Head and E. Willink. 2008.** Fitness and mating compatibility of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) populations from different host plant species and regions in Argentina. Ann. Entomol. Soc. Am. 101 (3): 639-649.
- Murúa, M. G. and E. Virla. 2004.** Populational parameters of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) fed on corn and two predominant grasses in Tucumán (Argentina). A laboratory study. Acta Zool. Mex. (n. s.). 1 (20): 199-210.
- Pashley, D. P. 1986.** Host-associated genetic differentiation in fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). A sibling species complex? Ann. Entomol. Soc. Am. 79: 898-904.
- Pashley, D. P.; T. N. Hardy and A. M. Hammond. 1995.** Host effects on developmental and reproductive columns in the fall armyworm strains (Lepidoptera: Noctuidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 88: 748-755.
- Pashley D. P.; M. McMichael and J. F. Silvain. 2004.** Multilocus genetic analysis of host use, introgression, and speciation in host strains of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Genetics 97: 1034-1044.
- Pogue, M. G. 2002.** A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). Memoir. Am. Entomol. Soc. 43. [En línea]. Disponible en <http://www.sel.barc.usda.gov/lep/spodoptera/spodoptera.html> (consultado 01 agosto 2008).
- Quisenberry, S. S. 1991.** Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) host strain reproductive compatibility. Fla. Entomol. 74: 194-199.
- Ravi, K. C.; K. S. Mohan; T. M. Manjunath; G. Head; B. V. Patil; D. P. Angeline 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 refuge for *Bacillus thuringiensis* Cotton. Environ. Entomol. 34 (1): 59-69.
- Roca, C. 2002.** Manejo de resistencia de insectos en maíces *Bt*. En: Vaquero, P. (ed.), Guía Dekalb del cultivo de maíz, Monsanto Argentina S.A., Buenos Aires, Argentina, pp. 136-140.
- Satorre, E. H.; R. L. Benech Arnold; G. A. Slafer; E. B. de la Fuente; D. J. Miralles; M. E. Otegui y R. Savin. 2003.** Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. Facultad de Agronomía (UBA), Buenos Aires, Argentina.
- Virla, E.; M. V. Colomo; C. Berta y L. Valverde. 1999.** El complejo de parasitoides del "gusano cogollero" del maíz, *Spodoptera frugiperda*, en la República Argentina. Neotrópica 45: 3-12.
- Willink, E.; V. M. Osoreo y M. A. Costilla. 1993.** Daños, pérdidas y niveles de daño económico por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 70 (1-2): 49-52.
- Wu, K.; Y. Guo and S. Gao. 2002.** Evaluation of natural refuge function for *H. armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) within *Bacillus thuringiensis* transgenic cotton growing areas in North China. J. Econ. Entomol. 95: 832-837.