

PARASITOIDES DEL GUSANO COGOLLERO, *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN MAIZ, EN TURRIALBA COSTA RICA^{1*}

Parasitoids of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize at Turrialba, Costa Rica

Ricardo A. Marengo** Joseph L. Saunders***

ABSTRACT

Parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) were identified and quantified in the humid tropics of Costa Rica. Parasitoids killed 65% of the larvae collected during the study. Parasitoids levels for the primary species were *Chelonus insularis* Cresson 45%, *Eiphosoma vitticole* Cresson 13% and *Pristomerus spinator* (F.) 5%. Species with rates less than 1% were *Cotesia marginiventris* (Cresson), *Ophion* sp., *Archytas marmoratus* (Townsend), *Chelonus cautus* (Cresson), and *Homolobus truncator* (Say). The relationship between host and parasitoids was density dependent when the larvae population of *S. frugiperda* was less or equal to 4,000/ha. High levels of parasitism were observed at 18 days after seedling emergence (85%), or at densities of 11,000 larvae/ha (76%).

INTRODUCCION

El gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), es una plaga importante del maíz y de otros cultivos en las regiones cálidas del continente americano (Peairs y Saunders 1979, Sparks 1979). En los EE.UU *S. frugiperda* puede ocasionar pérdidas anuales superiores a los \$ 300 millones de dólares (Gross y Pair 1986). En la región del pacífico de Nicaragua, las plantaciones de maíz pueden ser destruidas en las primeras semanas de emergidas si no se protegen con aplicaciones frecuentes de insecticidas.

Se han estudiado diversas tácticas para combatir con eficiencia esta plaga, la cual ha desarrollado resistencia a varios insecticidas comúnmente utilizados para su control (Pitre 1986). Tácticas como el control biológico mediante parasitoides. Ashley (1979) registró 53 especies de parasitoides, entre los cuales *Chelonus insularis* Cresson sobresale en Norte y Centroamérica (Ashley 1986). En Brasil, *Chelonus* sp. y *Archytas* spp. fueron los parasitoides más frecuentes (Patel y Habib 1984, Valicente 1989). Riggan *et al.* (1992) observaron que *Cotesia marginiventris* (Cresson) es un parasitoide abundante de esta plaga. El objetivo de este estudio fue identificar los insectos parasitoides de *S. frugiperda* y cuantificar su impacto en la reducción de las poblaciones de esta plaga en una localidad del trópico húmedo de Costa Rica.

RESUMEN

Se identificó y cuantificó la importancia de parasitoides del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) en un sitio del trópico húmedo de Costa Rica. El parasitismo total eliminó el 65% de las larvas colectadas. Por especies los niveles de parasitismo fueron: *Chelonus insularis* Cresson (45%), *Eiphosoma vitticole* Cresson (13%) y *Pristomerus spinator* (F.) 5%. Se observaron tasas inferiores al 1% en *Cotesia marginiventris* (Cresson), *Ophion* sp., *Archytas marmoratus* (Townsend), *Chelonus cautus* (Cresson), *Homolobus truncator* (Say). La relación entre la plaga y sus parasitoides fue denso-dependiente, a valores menores o iguales a 4,000 larvas/ha. Se observaron altos niveles de parasitismo (85%) a los 18 días después de emergencia de las plantas o en densidades de 11,000 larvas/ha (76%).

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la estación experimental "La Montaña" del CATIE, en Turrialba, Costa Rica, en la zona de vida clasificada como un bosque húmedo premontano (Holdridge 1978). El sitio se localiza a 602 msnm, 09°53' N, 83° 38'O. La radiación solar media anual fue de 138 kcal/cm², la temperatura promedio anual de 22.3°C y la precipitación anual media de 2,636 mm.

Para determinar la incidencia de larvas de gusano cogollero y de sus parasitoides se realizaron nueve ciclos de siembra, en parcelas adyacentes, con intervalos de tres semanas, aproximadamente. En cada ciclo, se sembró una parcela de 3,200 m² maíz cv Tuxpeño con 70,000 plantas/ha y una distancia entre surcos de 1 m. La primera parcela se sembró el 25 de octubre de 1984 y la última el 18 de abril de 1985. Nunca se aplicaron insecticidas (foliar o al suelo) y las malezas se controlaron manualmente. En las siembras de la estación seca (entre febrero y abril), se aplicó una lámina de agua de 30 mm (aspersión) por semana.

En cada parcela, se muestreó la población de larvas semanalmente. El primer muestreo se realizó a los 4 DDE el último a los 53 DDE (días desde de la emergencia) de las plantas. Se arrancaron las plantas de 40 m de surco, escogiendo aleatoriamente cuatro submuestras de 10 m, las cuales fueron inspeccionadas. Se separó una muestra de 40 larvas, cuando fue posible, para su cría en el laboratorio, donde se mantuvieron individualmente en vasos plásticos (30 mL) con tapa de cartón con una dieta artificial (Leppla *et al.* 1979). Los parasitoides emergidos se preservaron en alcohol al 70%. La identificación de los parasitoides se realizó en el Systematic Entomology Laboratory, USDA, EE.UU.

¹Recibido: 23/03/93. Aprobado: 08/08/93

*Parte de la tese de Maestría del primer autor - Dpto. de Producción Vegetal, CATIE-UCR.

**Dirección actual: INPA, Avenida André Araujo 2936, Manaus, AM; rmarengo@inpa.gov.br

***CATIE, Área de Fito-protección. Turrialba Costa Rica.

Para clasificar el estadio de desarrollo de cada larva, al ser recolectada y al morir, se utilizó la escala de Ashley *et al.* (1982), basada en el diámetro de la cápsula cefálica: 1° estadio (0.3-0.4 mm), 2° (0.5-0.6 mm), 3° (0.7-0.9 mm), 4° (1.0-1.6 mm), 5° (1.7-2.2 mm) y 6° (2.3-3.0 mm). Las larvas del 5° y 6° estadio se incluyeron en el 4°, debido a la escasez de estas últimas.

En el laboratorio los valores promedio fueron de 24°C, 57%

RESULTADOS Y DISCUSION

La incidencia de larvas de gusano cogollero fue influenciada por la época de siembra y por la edad de las plantas de maíz ($P \leq 0.01$) (Cuadro 1). La densidad de larvas fue máxima (39,300/ha) en el primer ciclo de siembra, a los 11 DDE y mínima (< 100 /ha) en el último, a los 53 DDE. En promedio, la densidad fue mayor ($\approx 17,000$ /ha) en plantas de 11 a 18 DDE y menor ($< 1,500$ /ha) en aquellas con 53 DDE (Fig. 1). Las larvas de 1° y 2° estadios fueron más abundantes en plantas con 11 a 18 DDE y las del 3° y 4° en plantas con 25 a 39 DDE. En plantas con más de 39 DDE, la densidad del 3° a 6° estadios fue inferior de 5,000/ha. A los 53 DDE, en apenas el 20% de los muestreos se detectaron larvas. El nivel de infestación crítica en maíz oscila entre 12 y 15% de plantas atacadas (Andrews 1980, Pitre 1986), superior a las poblaciones de larvas observadas después de los 32 DDE ($< 10,000$ larvas/ha).

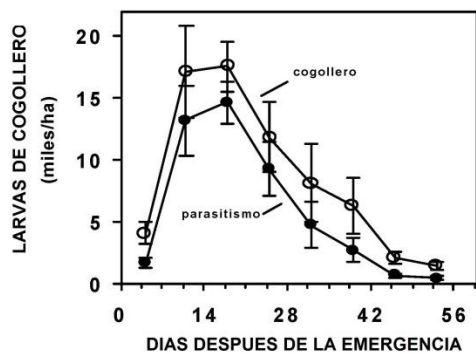


Fig. 1. Incidencia de larvas de *S. frugiperda* (círculo vacío) y parasitismo total (círculo lleno) en función de la edad de plantas de maíz. Las barras verticales indican el error estándar. Turrialba, Costa Rica.

No hubo correlación ($P > 0.05$) entre la presencia de larvas y las variables climáticas registradas. Así, las reducciones observadas en las poblaciones de larvas, a partir de los 18 DDE (Fig. 1 y 2), se atribuyeron al efecto de los parasitoides y depredadores, canibalismo y a la preferencia de las hembras para ovipositar en las plantas de maíz jóvenes, en las parcelas adyacentes. Esta preferencia fue documentada por Ashley *et al.* (1982) y Mitchell *et al.* (1984).

HR y el foto-período de 12 horas. Los datos de precipitación, temperatura, humedad relativa y radiación solar se tomaron de la estación meteorológica del CATIE en "La Montaña" a 100 m de las parcelas experimentales. Se realizó un análisis de varianza comparando las medias mediante una DMS (Diferencia Mínima Significativa) con $P = 0.05$. Se correlacionó la incidencia de larvas con las variables climáticas y con el parasitismo total.

De 1,518 larvas y 90 masas de huevos recolectadas, el 25% alcanzó el estado adulto, el 10% murió por causas no identificadas y el 65% fue atacado por ocho especies de parasitoides. Los niveles de parasitismo promedio en las tres especies predominantes (Hymenoptera) fueron *Chelonus insularis* (Braconidae) 45%, *Eiphosoma vitticole* (Ichneumonidae) 13% y *Pristomerus spinator* (Ichneumonidae) 5% (Cuadro 2). Los niveles de las otras especies fueron *Cotesia marginiventris* (Braconidae) 0.7%, *Ophion* sp (Ichneumonidae) 0.2%, *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae) 0.2%, *Chelonus cautus* (Braconidae) 0.1% y *Homolobus truncator* (= *Zele mellea* Say) (Braconidae) 0.07%. El nemátodo *Hexameris* sp. que apareció únicamente en la estación lluviosa, parasitó el 0.8% de las larvas capturadas. Los niveles de parasitismo total observadas en este estudio, fueron similares a los obtenidos por Mitchell *et al.* (1984).

Chelonus insularis causó su parasitismo máximo (100%), en el 7° ciclo en larvas recolectadas a los 25 DDE, *E. vitticole* eliminó un máximo de 40% de las larvas recolectadas, en el 3° ciclo, a los 53 DDE. *Pristomerus spinator* ocasionó su parasitismo máximo (33%), en el 6° ciclo, a los 46 DDE (Cuadro 3).

En promedio, el parasitismo total máximo (85%) se observó en las larvas capturadas de plantas con 18 DDE y el mínimo (38%) en aquellas obtenidas a los 53 DDE (Fig. 3). Las larvas del 1° y 2° estadio fueron las más atacadas (85%). Esto se debió a la preferencia de *S. frugiperda* para ovipositar en plantas jóvenes y a que *C. insularis* ataca al hospedante en la fase de huevo (Luginbill 1928).

Eiphosoma vitticole prefiere ovipositar en larvas del 1° y 2° estadio (Ashley *et al.* 1982), lo mismo parece ocurrir con *P. spinator*. En general, las larvas atacadas por *C. insularis* y *P. spinator* murieron en el 4° estadio, mientras que las parasitadas por *E. vitticole* lo hicieron en el 5°. Los altos niveles de parasitismo de *E. vitticole* coincidieron con los bajos niveles de *P. spinator* (Fig. 3), lo cual podría indicar competencia entre ellos.

La proporción de larvas parasitadas aumentó durante el estudio, siendo de 62% en el primer ciclo de siembra y de 94% en el último (Cuadro 2). El parasitismo por *C. insularis* se mantuvo casi constante durante el estudio, con excepción del 6° ciclo, que coincidió con parte de la estación seca. *Eiphosoma vitticole* y *P. spinator* fueron más abundantes en el último ciclo de siembra (Cuadro 2), lo cual podría deberse al aumento progresivo de su población.

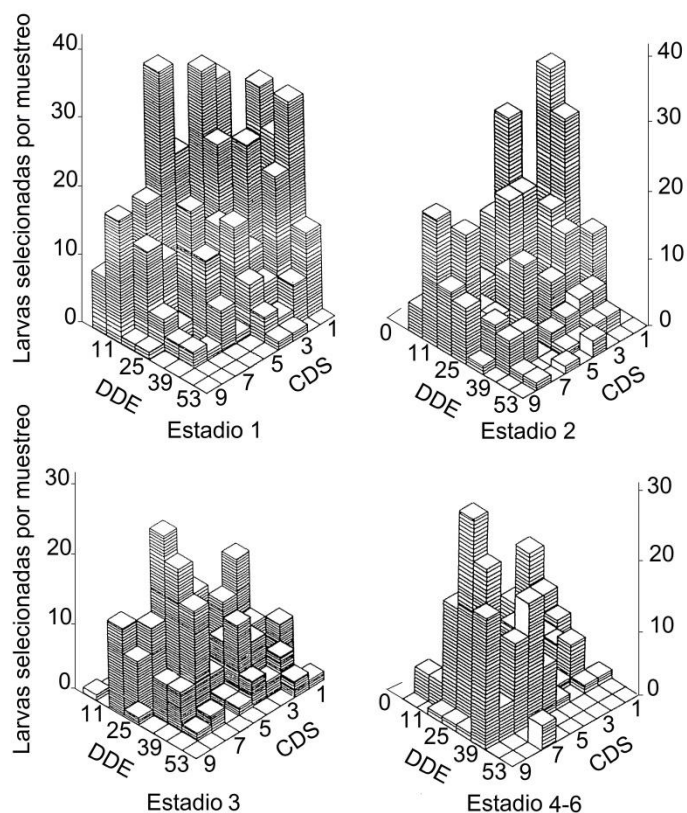


Fig. 2. Incidencia de larvas de *S. frugiperda* en maíz por estadios y ciclos de siembra (CDS), hasta 53 días después de la emergencia (DDE) de las plantas. Octubre de 1984 a junio de 1985. Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 1. Densidad de larvas (miles/ha) de *S. frugiperda* según el ciclo de siembra y la edad de las plantas. Turrialba, Costa Rica.

Ciclos de Siembra	DIAS DESDE LA EMERGENCIA (DDE)							
	4	11	18	25	32	39	46	53
	(miles/ha)							
1 (25/10/84)	5.2	39.3	25.7	23.4	31.6	24.0	5.0	3.7
2 (15/11/84)	10.0	30.8	24.3	19.1	2.0	6.7	3.2	2.2
3 (12/12/84)	4.0	10.8	16.2	14.0	8.7	4.0	2.5	2.0
4 (12/01/85)	3.5	20.1	24.9	3.9	8.2	6.0	2.5	1.5
5 (24/01/85)	1.8	16.0	12.2	5.0	1.7	2.5	1.0	1.0
6 (14/02/85)	0.7	14.5	14.2	15.0	8.2	4.5	0.7	1.0
7 (07/03/85)	5.6	9.5	9.2	2.0	1.2	2.2	1.7	0.1
8 (28/03/85)	2.2	5.0	18.0	21.7	11.0	6.5	1.5	1.0
9 (18/04/85)	3.2	8.5	13.2	2.5	0.5	0.1	<0.1	<0.1
DMS ($P \leq 0.05$)	3.0	12.2	6.6	9.4	10.5	7.6	1.6	1.2

FP: Fecha de siembra.

Cuadro 2. Promedios de larvas de *S. frugiperda* y de parasitismo total (PT) y por especies más frecuentes, por ciclos de siembra. Turrialba, Costa Rica.

CDS	Larvas (miles/ha)	PT (%)	Parasitoides más frecuentes (%)		
			C	E	P
1	19.7	61.5	45.8	13.2	1.8
2	12.3	71.5	49.4	16.8	2.9
3	7.8	72.6	46.8	20.6	3.7
4	8.8	69.5	49.9	12.8	4.9
5	5.2	59.6	42.6	9.7	1.9
6	7.4	56.6	36.4	9.6	10.0
7	3.9	75.8	61.4	2.7	9.0
8	8.4	79.5	52.3	13.4	8.5
9	3.5	94.2	51.3	31.4	11.8
media	8.6	65.4	45.2	12.9	5.0
DMS (P ≤ 0.05)	3.7	10	9.5	4.9	3.2

C: *Chelonus insularis*, E = *Eiphosoma vitticole* y P = *Pristomerus spinator*

Cuadro 3. Parasitismo total (PT) y por parasitoides más frecuentes, expresado porcentualmente por ciclos de siembra y edad de las plantas. Turrialba, Costa Rica.

DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA																																	
		4				11				18				25				32				39				46				53			
Ci- clo	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P					
	(p o r c e n t a j e s)																																
1	47	40	7	0	95	74	21	0	100	68	25	8	50	44	6	0	44	32	9	3	16	11	3	0	39	17	17	0	8	0	0	0	
2	57	50	7	0	87	52	32	3	83	61	17	6	62	49	5	3	55	44	11	0	31	23	0	0	33	17	8	0	63	25	13	0	
3	56	50	6	0	79	61	18	0	77	50	24	3	80	49	20	11	72	60	12	0	41	12	29	0	50	0	38	13	40	0	40	0	
4	13	13	0	0	52	46	6	0	88	53	25	9	67	67	0	0	86	62	7	7	77	59	5	9	36	9	18	0	80	60	20	0	
5	27	9	18	0	60	40	17	3	64	51	5	0	76	51	6	6	75	38	0	0	63	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	41	22	16	0	74	42	18	13	83	56	3	25	30	27	3	0	39	39	0	0	33	0	0	33	0	0	0	0	
7	38	38	0	0	90	66	0	24	79	70	6	3	100	100	0	0	75	75	0	0	63	63	0	0	67	17	17	17	0	0	0	0	
8	44	44	0	0	87	73	7	7	90	77	8	5	84	49	19	16	81	57	16	8	50	21	21	0	40	20	0	0	75	75	0	0	
9	86	43	21	21	100	65	30	7	97	44	39	14	100	70	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DMS (P ≤ 0.05)	28	21	9	8	22	19	12	8	12	13	12	5	18	19	9	9	30	25	6	4	26	27	12	3	23	10	14	13	38	32	15	0	

PT = C+ P+ E + especies menos frecuentes. C, *Chelonus insularis*; E, *Eiphosoma vitticole*; P, *Pristomerus spinator*. (Discrepancia entre total de mortalidad por parasitismo y la suma de los tres principales parasitoides, se debe a la inclusión de un porcentaje causado por especies de menor importancia o a redondeo de cifras).

Cuadro 4. Coeficientes de correlación entre la densidad de larvas de gusano cogollero el parasitismo total, a varias densidades de larvas.

Larvas (miles/ha)	Coefficiente de correlación (<i>r</i>)	Significancia
0 a 1,500	0.66	*
0 a 2,000	0.72	**
0 a 3,000	0.70	**
0 a 4,000	0.43	**
2,100 a 30,000	0.30	*
3,100 a 30,000	0.30	*
4,100 a 30,000	0.21	ns

* Significativo al nivel de 5% de probabilidad; ** Significativo al nivel de 1% de probabilidad; ns: No significativo

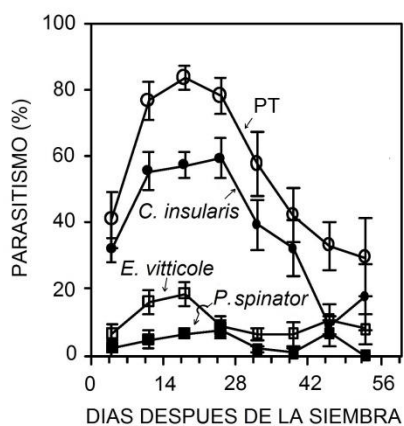


Fig. 3. Parasitismo total (PT) y por parasitoides en larvas de *S. frugiperda*, en función de la edad de plantas de maíz. Las barras indican el error Estándar. Turrialba, Costa Rica.

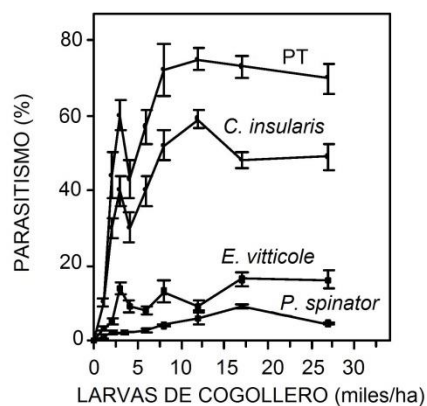


Fig. 4 Parasitismo total (PT) y por parasitoides en larvas de *S. frugiperda* en función de la densidad de larvas. Las barras indican el error estándar. Turrialba, Costa Rica.

La proporción de larvas parasitadas estuvo correlacionada con la densidad de larvas. El mayor coeficiente de correlación ($r = 0.7^{***}$) se observó cuando la densidad de larvas fue igual o inferior de 3,000/ha. Los valores no significativos ($P > 0.05$) se observaron cuando la densidad fue superior a las 4,000 larvas/ha (Cuadro 4), lo que revela que hubo una relación denso-dependiente a densidades inferiores a 4,000 larvas/ha. Este tipo de relación fue observado también por Ashley *et al.* (1982) y Mitchell *et al.* (1984), pero no mencionan el ámbito de las densidades analizadas.

El parasitismo total (PT) máximo (76%) ocurrió con densidades de 11,000 larvas/ha (Fig. 4), y a densidades superiores tendió a decrecer. Los aumentos en los niveles de parasitismo observados entre 0 y 11,000 larvas/ha se debieron principalmente al aumento en la proporción de larvas parasitadas por *C. insularis* y, en menor grado, por *E. vitticole* (Fig. 4). Suponiendo que existe una relación directa entre la densidad de larvas y las masas de huevos; entre 0 y 11,000/ha, la proporción de larvas parasitadas por *C. insularis* aumentó, debido probablemente a aumentos en la eficiencia del parasitoide para localizar su hospedante al aumentar la densidad de éste. Cuando la densidad del hospedante superó las 11,000 larvas/ha, la eficiencia de *C. insularis* pudo ser disminuida debido a cambios en el comportamiento del hospedante (e.g. cambios en el sitio de oviposición y/o número de huevos por masa de huevos).

CONCLUSIONES

En los primeros 39 DDE, la densidad de larvas se redujo hasta niveles inferiores al umbral económico establecido para esta plaga. Dicha reducción se atribuye parcialmente al efecto de los parasitoides, que eliminaron el 65% del total de larvas. *Chelonus insularis* fue el parasitoide más abundante, en todas las épocas de siembra, eliminando el 45% del total de las larvas capturadas.

La relación entre hospedante y parasitismo fue denso-dependiente cuando la densidad de larvas fue inferior de 4,000/ha; a densidades mayores, la denso-dependencia fue menos evidente. Los niveles de parasitismo fueron máximos cuando la densidad de larvas fue de 11,000/ha, o cuando estas fueron recolectadas de plantas con menos de tres semanas de emergidas.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y al CATIE, que posibilitaron la realización de este trabajo. Al Dr. T.R. Ashley por el suministro de materiales y la identificación de los insectos. A los Drs. K.L. Andrews y J.R. Quezada, por las sugerencias presentadas. A los Drs. N.E. Woodley y P.M. Marsh, quienes colaboraron en la identificación de los insectos.

LITERATURA CITADA

- ANDREWS, K.L. 1980. The whorlworm, *Spodoptera frugiperda* in Central América and neighboring areas. Fla. Entomol. 63:456-407.
- ASHLEY, T.R. 1979. Classification and distribution of fall armyworm parasites Fla. Entomol. 62:114-123.
- ASHLEY, T.R. 1986. Geographical distributions and parasitization levels for parasitoids of the fall armyworm. *Spodoptera frugiperda*. Fla. Entomol. 69:516-524.
- ASHLEY, T.R.; WADDIL, V.H.; MITCHELL, E.R. y RYE, J. 1982. Impact of native parasites on the fall armyworm. *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in South Florida and release of the exotic parasite, *Eiphosoma vitticole* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Environ. Entomol. 11:833-837.
- GROSS, H.R. y PAIR, S.D. 1986. The fall armyworm: status and expectations of biological control with parasitoids and

- predators. Fla. Entomol. 69:502-515.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José. Costa Rica, IICA 216 p.
- LEPPLA, N.C.; VAIL, P.V. y RYE, I.R. 1979. Mass rearing and handling techniques for the cabbage looper. In. Proceedings, FAO/IAEA Training course on use of radioisotopes and radiation in entomology. University of Florida, Gainesville. pp 59- 75.
- LUGINBILL P1928 The fall armyworm. USDA Techn. Bull. 34, 92 p.
- MITCHELL, E.R.; WADDILL, V.H. y ASHLEY, T.R. 1984. Population dynamics of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and its larval parasites on whorl stage corn in pheromone-permeated field environments. Environ. Entomol. 13:1618-1623.
- PATEL, P.N. y HABIB, M.E.M. 1984. Levantamento e eficiência de insetos parasitos de *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Rev. Agric. (Brasil) 59:229-237.
- PEAIRS, F.B. y SAUNDERS, J.L. 1979. The fall armyworm. *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) a review. Ceiba (Honduras) 23:93-113.
- PITRE, H.N. 1986. Chemical control of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) an update. Fla. Entomol. 69:570-578.
- RIGGIN, T.M.; WISEMAN, B.R.; ISENHOUR, D.J. y ESPELIE, K.E. 1992. Incidence of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids on resistant and susceptible corn genotypes. Environ. Entomol. 21:888-895.
- SPARKS, A. N. 1979. A review of the biology of the fall armyworm. Fla. Entomol., 62: 82-87.
- VALICENTE, F.H. 1989. Levantamento dos inimigos naturais de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. Anais Soc. Entomol. Bras. 18:119-130.

Parasitoids of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae) in maize at Turrialba, Costa Rica

INTRODUCTION

The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), is a major pest of maize and other crops in the warm regions of the American continent (Peairs and Saunders 1979, Sparks 1979). In the US, *S. frugiperda* can cause annual losses above US\$ 300 million (Gross and Pair 1986). In the Pacific region of Nicaragua, maize crop can be destroyed in the first weeks after emergence if not protected with insecticide applications.

Various approaches have been studied to effectively control the fall armyworm, which has developed resistance to several insecticides commonly used for its control (Pitre 1986). Some approaches include the use of parasitoids in biological control. Ashley (1979) recorded 53 parasitoid species, including *Chelonus insularis* Cresson, which stands out in North and Central America (Ashley 1986). In Brazil, *Chelonus* sp. and *Archytas* spp. were the most frequent parasitoids (Patel and Habib 1984, Valicente 1989). Riggins *et al.* (1992) observed that *Cotesia marginiventris* (Cresson) is an abundant parasitoid of fall armyworm. The aim of this study was to identify parasitoids of *S. frugiperda* and quantify their impact on reducing the populations of this pest in a locality of the humid tropic of Costa Rica.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted at the experimental station "La Montaña", CATIE – Turrialba, Costa Rica. In the area, the life zone is classified as premontane wet forest (Holdridge 1978). The study area is located at 602 m above sea level, 09°53'N, 83°38'W. The average annual solar radiation was 138 kcal/cm², mean annual temperature 22.3°C, and mean annual rainfall is 2,636 mm.

To determine the incidence of fall armyworm larvae and their parasitoids, we carried out nine crop cycles (planting cycles), which were performed in adjacent plots at intervals of about three weeks. In each crop cycle we planted a 3200-m²-plot of maize cv. Tuxpeño with 70,000 plants/ha and rows 1-m apart. The first plot was planted on October 25, 1984 and the last on April 18, 1985. No foliar or systemic soil insecticides were applied, and the weeds were controlled manually. The pots planted in the dry season (February to April) were sprinkler-irrigated with 30 mm of water per week.

In each plot, the larval population of fall armyworm was sampled weekly. The first sampling was performed at 4 days after emergence (DDE) and the last at 53 DDE. In four samples of 10 m (40 m of row per plot) randomly selected the plants were harvested and examined to determine the presence of fall armyworm larvae. A sample of 40 larvae (or less if fewer were found) was taken to the laboratory. There, each larva was placed in a plastic cup (30 mL, cover with a thin cardboard lid) and reared individually on an artificial diet (Leppa *et al.* 1979). The parasitoids obtained were preserved in 70% alcohol. Parasitoid identification was made at the Systematic Entomology Laboratory, USDA, USA.

To assess the stage of development of larvae, the head capsules were measured at the time collection and death by using the scale of Ashley *et al.* (1982), as follows: first instar (0.3-0.4 mm), second (0.5-0.6 mm), third (0.7-0.9 mm), fourth (1.0-1.6 mm), fifth (1.7-2.2 mm), and sixth (2.3-3.0 mm). The larvae of the fifth and sixth instars were included in the group of the fourth instar, due to the small number of larvae at those instars.

In the laboratory mean values of ambient conditions were 24°C, 57% RH and a photoperiod of 12 hours. Precipitation, temperature, relative humidity, and solar radiation data were collected at the meteorological station "La Montaña", 100 m from the experimental plots. The data were subjected to analysis of variance, means were compared by DMS (Least Significant Difference, with P = 0.05). Occurrence of fall armyworm larvae and total parasitism were correlated with climate variables.

RESULTS AND DISCUSSION

The incidence of fall armyworm larvae was influenced by planting time and the age of maize plants (P ≤ 0.01) (Table 1). Larval density was maximum (39,300/ha) in the first planting cycle, at 11 DDE and minimum (<100/ha) in the last one, at 53 DDE. On average, larval density was greatest (≈ 17,000/ha) in maize plants at 11-18 DDE and least (<1,500/ha) at 53 DDE (Fig. 1). Larvae of first and second instars were more abundant in the sampling conducted at 11-18 DDE, and those of the third and fourth stages in those carried out at 25-39 DDE. In plants above 39 DDE, the larval density of the third to sixth stage was less than 5,000/ha. At 53 DDE, fall armyworm larvae were recorded only in 20% of the harvested plants. The critical threshold level of fall armyworm infestation in maize is between 12 and 15% of attacked plants (Andrews 1980, Pitre 1986), higher than the populations of larvae observed after 32 DDE (< 10,000 larvae/ha).

There was no correlation (P > 0.05) between the occurrence of larvae and climate variables. Thus, the reduction in larval population after 18 DDE (Fig. 1 and 2) was attributed to the effect of parasitoids, predators, and cannibalism, and to the preference of the fall armyworm moths to lay their eggs on the young maize plants growing in adjacent plots. This preference was documented by Ashley *et al.* (1982) and Mitchell *et al.* (1984).

Out of the 1,518 larvae and 90 egg masses collected, 25% reached the adult stage, 10% died of undetermined causes and 65% were attacked by eight species of parasitoids. Mean parasitism caused by the three dominant parasitoid species (Hymenoptera) were *Chelonus insularis* (Braconidae) 45%, *Eiphosoma vitticole* (Ichneumonidae) 13%, and *Pristomerus spinator* (Ichneumonidae) 5% (Table 2). Other less abundant parasitoids were: *Cotesia marginiventris* (Braconidae) 0.7%, *Ophion* sp (Ichneumonidae) 0.2%, *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae) 0.2%, *Chelonus cautus* (Braconidae) 0.1% and *Homolobus truncator* (= *Zele mellea* Say) (Braconidae) 0.07%. The nematode *Hexameris* sp. which appeared only in the rainy season parasitized 0.8% of captured larvae. Total parasitism observed in this study was similar to that obtained by Mitchell *et al.* (1984).

Chelonus insularis caused the maximum parasitism (100%) in the seventh planting cycle in larvae collected at 25 DAE, *Eiphosoma vitticole* killed up to 40% of larvae collected in the third cycle at 53 DDE, and *P. spinator* reached its maximum parasitism level (33%) in the sixth planting cycle, at 46 DDE (Table 3).

On average, the maximum total parasitism (85%) was observed in larvae captured from maize plants at 18 DDE and the minimum (38%) from plants at 53 DDE (Fig. 3). Fall armyworm larvae of the first and second stage were the most attacked (85%). This was due to the preference of *S. frugiperda* to lay eggs on young plants and because *C. insularis* (the most abundant parasitoid) attacks the host at the egg stage (Luginbill 1928).

Eiphosoma vitticole prefer to lay eggs in larvae at the first and second stage (Ashley et al. 1982), the same seems to occur with *P. spinator*. In general, the larvae attacked by *C. insularis* and *P. spinator* died at the fourth stage, whereas those parasitized by *E. vitticole* died at the fifth instar. High levels of parasitism by *E. vitticole* coincided with low levels of *P. spinator* (Fig. 3), which may indicate competition between them.

The proportion of parasitized larvae increased during the study, with 62% of parasitism in the first planting cycle, and 94% in the last one (Table 2). Parasitism caused by *C. insularis* remained almost constant during the study, except at the sixth plant cycle, on which the maize growth period partly coincided with the dry season. *Eiphosoma vitticole* and *P. spinator* were more abundant in the last planting cycle (Table 2), which could be due to the progressive increase of its population.

The proportion of parasitized larvae was correlated with the density of larvae. The highest correlation coefficient ($r = 0.7^{**}$) was observed when larval density was equal or less than 3,000/ha. Non-significant values ($P > 0.05$) were observed when the density was higher than 4,000 larvae/ha (Table 4), indicating that there was a density dependent relationship below 4,000 larvae/ha. This relationship was also observed by Ashley et al. (1982) and Mitchell et al. (1984), but they do not mention the evaluated densities.

The total maximum parasitism –PT (76%) occurred at densities of 11,000 larvae/ha (Fig. 4), and at higher densities PT tended to decrease. Increases in levels of parasitism observed between 0 and 11,000 larvae/ha were mainly due to the increase in the proportion of larvae parasitized by *C. insularis*, and in a lesser extent also to the parasitism caused by *E. vitticole* (Fig. 4). Assuming that there is a direct relationship between larval densities and egg masses, between 0 and 11,000/ha, the proportion of larvae parasitized by *C. insularis* probably increased, due to increase in the efficiency of the parasitoid to locate its host as larval density increased. When host density exceeded 11,000 larvae/ha, efficiency *C. insularis* could decrease due to changes in behavior of the host (e.g. changes in laying site or changes in the number of eggs per egg mass).

CONCLUSIONS

In the first 39 days after emergence, larval density was reduced to below the critical economic threshold for fall armyworm. This reduction is at least partially attributed to the effect of parasitoids, which killed 65% of larvae. *Chelonus insularis* was the most abundant parasitoid in all planting cycles, killing 45% of the captured larvae. The host-parasitoid relationship was density-dependent when larval density was less than 4,000/ha; at higher densities, the density dependence was less evident. Parasitism levels

were highest when larval density was 11,000/ha, or when fall armyworm larvae were collected from plants with less than three weeks after emergence.

ACKNOWLEDGEMENTS

International Fund for Agricultural Development (IFAD) and CATIE for supporting this research. To Dr. T.R. Ashley for the supply of materials and identification of insects. To Dr. K.L. Andrews and J.R. Quezada for the suggestions. We also thank Dr. N.E. Woodley and P.M. Marsh, who help us to identify the insects.

LITERATURE CITED (please see the Spanish version)

Figure and tables legends.

Table 1. Density of larvae (in thousands per hectare) of *S. frugiperda* in relation to the planting cycle and age of maize plants. Turrialba, Costa Rica.

Table 2. Mean of *S. frugiperda* larvae, total parasitism (PT), and the most abundant parasitoid species in relation to planting cycles. Turrialba, Costa Rica.

Table 3. Total parasitism (PT) and parasitism by the most abundant parasitoids (in percentage) in relation to planting cycles and age of plants. Turrialba, Costa Rica. PT = total parasitism (C + E + P + less common species); C: *Chelonus insularis*; E: *Eiphosoma vitticole*; P: *Pristomerus spinator* (Discrepancy between total mortality by parasitism and the sum of the three primary parasitoids is due to the counting of percentages caused by minor species or rounding).

Table 4. Correlation coefficients between fall armyworm larval density and total parasitism, at several larval densities.

Fig. 1. Occurrence of *S. frugiperda* larvae (empty circle), and total parasitism (solid circle) as a function of the age of maize plants. Vertical bars indicate the standard error. Turrialba, Costa Rica.

Fig. 2. Occurrence of *S. frugiperda* larvae as a function of maize planting cycles (CDS), up to 53 days after emergence (DAE) of plants. October 1984 to June 1985. Turrialba, Costa Rica.

Fig. 3. Total parasitism (PT) and parasitism by the primary parasitoids in larvae of *S. frugiperda*, in relation to the age of maize plants. The bars indicate the standard error. Turrialba, Costa Rica.

Fig. 4. Total parasitism (PT) and parasitism by the primary parasitoids in relation to the density of *S. frugiperda* larvae. The bars indicate the standard error. Turrialba, Costa Rica.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Estrategia esencial
para la conservación de los recursos naturales, la salud y la producción agrícola sostenible

MARZO, 1993

No. 27



Milgñtea melanoleuca Hampson (Lepidoptera: Pyralidae) barrenador de la cápsula del achote (*Bixa orellana* L.) Pág. 54

Programa
Agricultura Tropical Sostenible.



Centro Agronómico
Tropical de Investigación y Enseñanza

Turrialba, Costa Rica

PARASITOIDES DEL GUSANO COGOLLERO, *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN MAIZ, EN TURRIALBA COSTA RICA*

Ricardo A. Marengo**
Joseph L. Saunders***

ABSTRACT

Parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) were identified and quantified in the humid tropics of Costa Rica. Parasitoids killed 65% of the larvae collected during the study. Parasitization levels for the primary parasites were *Chelonus insularis* Cresson 45%, *Elphasoma vitticola* Cresson 13% and *Pristimerus spinator* (F.) 5%. Species with rates less than 1% were: *Cotesia marginiventris* (Cresson), *Opius* sp., *Archytas marmoratus* (Townsend), *Chelonus caesus* (Cresson), *Homalobus truncator* (Say). The relationship between host and parasitoids was density dependent when the larvae population of *S. frugiperda* was less or equal to 4000/ha. High levels of parasitism were observed at 18 days after seedling emergence (85%), or at densities of 11000 larvae/ha (76%).

RESUMEN

Se identificó y cuantificó la importancia de parasitoides del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), en un sitio del trópico húmedo de Costa Rica. El parasitismo total eliminó el 65% de las larvas colectadas. Por especies o niveles de parasitismo fueron: *Chelonus insularis* Cresson (45%), *Elphasoma vitticola* Cresson (13%) y *Pristimerus spinator* (F.) 5%. Se observaron tasas inferiores al 1% en: *Cotesia marginiventris* (Cresson), *Opius* sp., *Archytas marmoratus* (Townsend), *Chelonus caesus* (Cresson) y *Homalobus truncator* (Say). La relación entre la plaga y sus parasitoides fue densidad-dependiente, o valores menores o iguales a 4000 larvas/ha. Se observaron altos niveles de parasitismo (85%) a los 18 días después de emergencia de las plantas, o en densidades de 11 000 larvas/ha (76%).

INTRODUCCION

El gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), es una plaga importante del maíz y de otros cultivos en las regiones cálidas del continente americano (Pears y Saunders 1979, Sparks 1979). En los EE.UU. *S. frugiperda* puede ocasionar pérdidas anuales superiores a los \$300 millones de dólares (Gross y Pair 1986). En la región del pacífico de Nicaragua, las plantaciones de maíz pueden ser destruidas en las primeras semanas de emergencia si no se protegen con aplicaciones frecuentes de insecticidas.

Se han estudiado diversas tácticas para combatir con eficiencia esta plaga, la cual ha desarrollado resistencia a varios insecticidas comúnmente utilizados para su control (Pitre 1986). Tácticas como el control biológico mediante parasitoides. Ashley (1979) registró 53 especies de parasitoides, entre los cuales *Chelonus insularis* Cresson sobresale en Norte y Centroamérica (Ashley 1986). En Brasil, *Chelonus* sp. y *Archytas* spp. fueron los parasitoides más frecuentes (Patel y Habib 1984, Vallente 1989). Riggin et al (1992) observaron que *Cotesia marginiventris* (Cresson) es un parasitoide abundante de esta plaga. El objetivo de este estudio fue identificar los insectos parasitoides de *S. frugiperda* y cuantificar su impacto en la reducción de las poblaciones de esta plaga en una localidad del trópico húmedo de Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la estación experimental "La Montaña" del CATIE, en Turrialba, Costa Rica, en la zona de vida clasificada como un bosque tropical muy húmedo premontano (Holdridge 1978). El sitio se localiza a 602 msnm, 9°53' N y 83°38' O. La radiación solar media anual fue de 138 kcal/cm², la temperatura promedio anual de 22.3°C y la precipitación anual media de 2636 mm.

Para determinar la incidencia de larvas de gusano cogollero y de sus parasitoides se realizaron nueve ciclos de siembra, en parcelas adyacentes, con intervalos de tres semanas, aproximadamente. En cada ciclo, se sembró una parcela de 3200 m² maíz cv. Tuxpeño con 70 000 plantas/ha y una distancia entre surcos de 1 m. La primera parcela se sembró el 25 de octubre de 1984 y la última el 18 de abril de 1985. Nunca se aplicaron insecticidas y las malezas se controlaron manualmente. En las siembras de la estación seca (entre febrero y abril), se aplicó una lámina de agua de 30 mm por semana.

En cada parcela, se muestreó la población de larvas semanalmente. El primer muestreo se realizó a las 4 dde y el último a los 53 dde (días desde de la emergencia) de las plantas. Se arrancaron las plantas de 40 m de surco, escogiendo aleatoriamente cuatro submuestras de 10 m, las cuales fueron inspeccionadas. Se separó una muestra de 40 larvas, cuando fue posible, para su cría en el laboratorio, donde se mantuvieron individualmente en vasos plásticos

Recibido: 23/03/93. Aprobado: 08/08/93

*Parte de la tesis de Maestría del primer autor, Dpto. de Producción Vegetal, CATIE-UCR.

**Dirección actual: INPA, Manaus -AM, Brasil. E-mail: rmarengo@inpa.gov.br

***CATIE, Área de Fitoprotección, Turrialba, Costa Rica

(30 ml) con tapa de cartón con una dieta artificial (Leppa et al. 1979). Los parasitoides emergidos se preservaron en alcohol al 70%. La identificación de los parasitoides se realizó en el Systematic Entomology Laboratory, USDA, EE.UU.

Para clasificar el estadio de desarrollo de cada larva, al ser recolectada y al morir, se utilizó la escala de Ashley et al. (1982), basada en el diámetro de la cápsula cefálica: 1º (0.3-0.4 mm), 2º (0.5-0.6), 3º (0.7-0.9), 4º (1.0-1.6), 5º (1.7-2.2) y 6º (2.3-3.0). Las larvas del 5º y 6º estadio se incluyeron en el 4º, debido a la escasez de estas últimas.

En el laboratorio los valores promedio fueron de 24°C, 57% HR y el fotoperíodo de 12 horas. En el campo, los datos de precipitación se tomaron en las parcelas y los de temperatura, humedad relativa, radiación y brillo solar, de la estación meteorológica a 2 km del campo experimental.

Se realizó un análisis de varianza comparando las medias mediante una DMS (Diferencia Mínima Significativa) con $P < 0.05$. Se correlacionó la incidencia de larvas con las variables climáticas y con el parasitismo total.

RESULTADOS Y DISCUSION

La incidencia de larvas de gusano cogollero fue influenciada por la época de siembra y por la edad de las plantas de maíz ($P \leq 0.01$) (Cuadro 1). La densidad de larvas fue máxima (39 300/ha) en el primer ciclo de siembra, a los 11 dde y mínima (<100/ha) en el último, a los 53 dde. En promedio, la densidad fue mayor ($\approx 17 000$ /ha) en plantas de 11 a 18 dde y menor (1500/ha) en aquellas con 53 dde (Fig. 1). Las larvas de 1º y 2º estadios fueron más abundantes en plantas con 11 a 18 dde y las del 3º y 4º en plantas con 25 a 39 dde. En plantas con más de 39 dde, la densidad del 3º a 6º estadios fue inferior de 5000/ha. A los 53 dde, en apenas el 20% de los muestreos se detectaron larvas. El nivel de infestación crítica en maíz oscila entre 12 y 15% de plantas atacadas (Andrews 1980, Pitre 1986), superior a las poblaciones de larvas observadas después de los 32 dde (≈ 10000 larvas/ha).

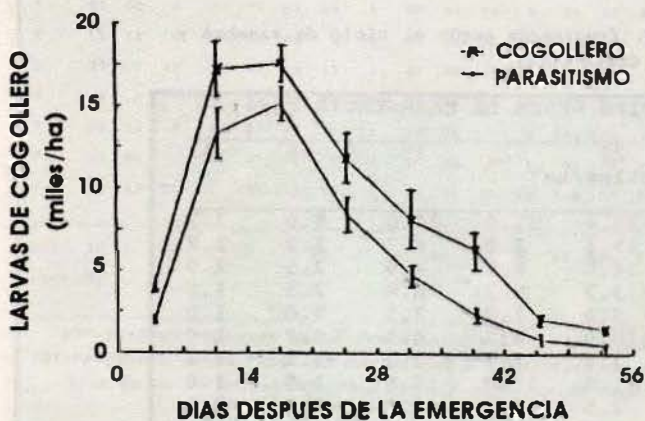


Fig. 1. Incidencia de larvas de *S. frugiperda* y parasitismo total, en función de la edad de plantas de maíz. Las barras verticales indican el error estándar. Turrialba, Costa Rica.

No hubo correlación ($P > 0.05$) entre la presencia de larvas y las variables climáticas registradas. Así, las reducciones observadas en las poblaciones de larvas, a partir de los 18 dde (Fig. 1 y 2), se atribuyeron al efecto de los parasitoides y depredadores, canibalismo y a la preferencia de las hembras para ovipositor en las plantas de maíz jóvenes, en las parcelas adyacentes. Esta preferencia fue documentada por (Ashley et al. 1982 y Mitchell et al. 1984).

De 1518 larvas y 90 masas de huevos recolectadas, el 25% alcanzó el estado adulto, el 10% murió por causas no identificadas y el 65% fue atacado por ocho especies de parasitoides. Los niveles de parasitismo promedio en las tres especies predominantes (Hymenoptera) fueron: *Checonus insularis* (Braconidae) 45%, *Elphidoma vitticole* (Ichneumonidae) 13% y *Pristomerus spinator* (Ichneumonidae) 5% (Cuadro 2). Los niveles de las otras especies fueron: *Cotesia marginiventris* (Braconidae) 0.7%, *Ophion* sp (Ichneumonidae) 0.2%, *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae) 0.2%, *Chelonus caesus* (Braconidae) 0.1% y *Homalobus truncator* (= *Zele mellea* Soy) (Braconidae) 0.07%. El nemátodo, *Hexameris* sp. que apareció únicamente en la estación lluviosa, parasitó el 0.8% de las larvas capturadas. Los niveles de parasitismo total observados en este estudio, fueron similares a las obtenidas por Mitchell et al. (1984).

C. insularis, causó su parasitismo máximo (100%), en el 7º ciclo en larvas recolectadas a los 25 dde, *E. vitticole* eliminó un máximo de 40% de las larvas recolectadas, en el 3º ciclo, a los 53 dde. *P. spinator* ocasionó su parasitismo máximo (33%), en el 6º ciclo, a los 46 dde (Cuadro 3).

En promedio, el parasitismo total máximo (85%) se observó en las larvas capturadas de plantas con 18 dde y el mínimo (38%) en aquellas obtenidas a los 53 dde (Fig. 3). Los larvas del 1º y 2º estadio fueron las más atacadas (85%). Esto se debió a la preferencia de *S. frugiperda* para ovipositor en plantas jóvenes y a que *C. insularis* ataca al hospedante en la fase de huevo (Luginbill 1928).

E. vitticole prefiere ovipositor en larvas del 1º y 2º estadio (Ashley et al. 1982), lo mismo parece ocurrir con *P. spinator*. En general, las larvas atacadas por *C. insularis* y *P. spinator* murieron en el 4º estadio, mientras que las parasitadas por *E. vitticole* lo hicieron en el 5º. Los altos niveles de parasitismo de *E. vitticole* coincidieron con los bajos niveles de *P. spinator* (Fig. 3), lo cual podría indicar competencia entre ellos.

La proporción de larvas parasitadas aumentó durante el estudio, siendo de 62% en el primer ciclo de siembra y de 94% en el último (Cuadro 2). El parasitismo por *C. insularis* se mantuvo casi constante durante el estudio, con excepción del 6º ciclo, que coincidió con parte de la estación seca. *E. vitticole* y *P. spinator* fueron los más importantes en el último ciclo de siembra (Cuadro 2), lo cual podría deberse al aumento progresivo de su población.

La proporción de larvas parasitadas estuvo correlacionado con la densidad de larvas. El mayor coeficiente de correlación ($r = 0.7^{**}$) se observó cuando la densidad de larvas fue inferior de 3000/ha. Los valores no significativos ($r > 0.05$) se observaron cuando la densidad fue superior a las 4000 larvas/ha (Cuadro 4), lo que revela que hubo una

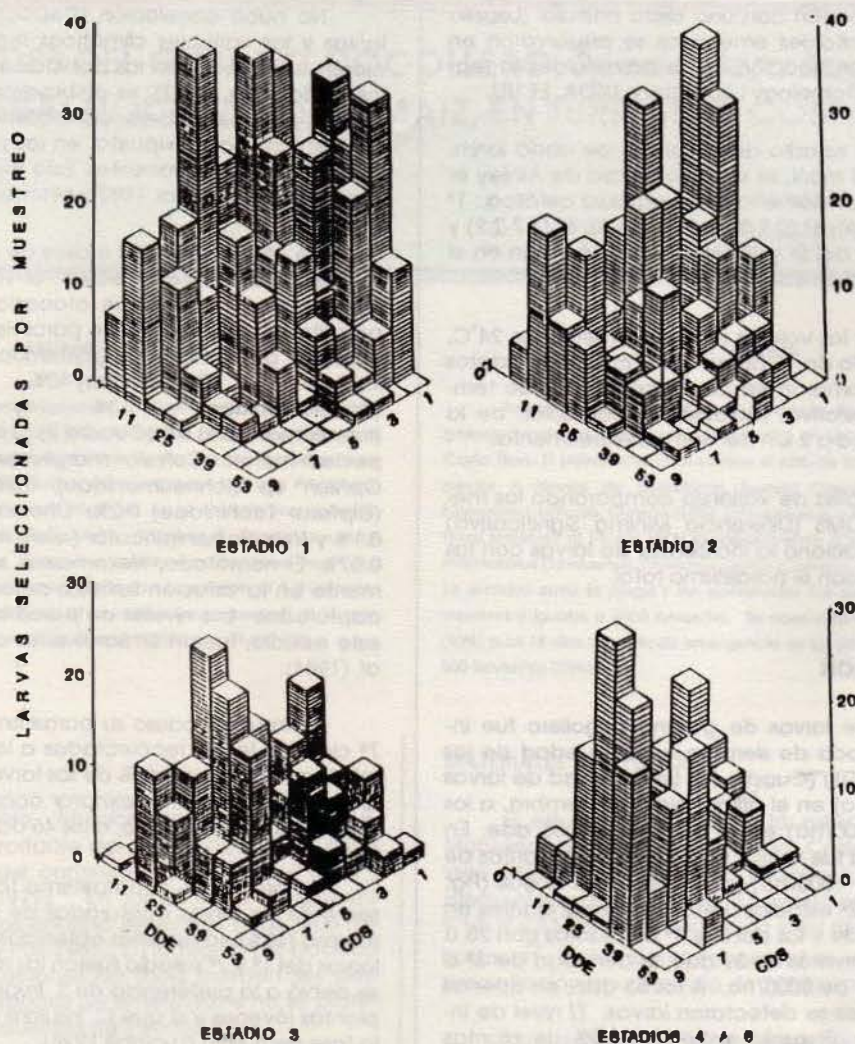


Fig. 2. Incidencia de larvas de *S. frugiperda* en maíz, por estadios y ciclos de siembra (CDS), hasta 53 días después de la emergencia (dde) de las plantas. Octubre de 1984 a junio de 1985. Turrialba, Costa Rica.

CUADRO 1. Densidad de larvas (miles/ha) de *S. frugiperda* según el ciclo de siembra y la edad de las plantas. Turrialba, Costa Rica.

Ciclo de siembra (FP)	DIAS DESDE LA EMERGENCIA (dde)							
	4	11	18	25	32	39	46	53
1 (25/10/84)	5.2	39.3	25.7	23.4	31.6	24.0	5.0	3.7
2 (15/11/84)	10.0	30.8	24.3	19.1	2.0	6.7	3.2	2.2
3 (12/12/84)	4.0	10.8	16.2	14.0	8.7	4.0	2.5	2.0
4 (12/01/85)	3.5	20.1	24.9	3.9	8.2	6.0	2.5	1.5
5 (24/01/85)	1.8	16.0	12.2	5.0	1.7	2.5	1.0	1.0
6 (14/02/85)	0.7	14.5	14.2	15.0	8.2	4.5	0.7	1.0
7 (07/03/85)	5.6	9.5	9.2	2.0	1.2	2.2	1.7	0.1
8 (28/03/85)	2.2	5.0	18.0	21.7	11.0	6.5	1.5	1.0
9 (18/04/85)	3.2	8.5	13.2	2.5	0.5	0.1	<0.1	<0.1
DMS (P 0.05)	3.0	12.2	6.6	9.4	10.5	7.6	1.6	1.2

FP= Fecha de siembra.

CUADRO 2. Promedios de larvas de *S. frugiperda* y de parasitismo total (PT) y por especies más frecuentes, por ciclos de siembra. Turrialba, Costa Rica.

CDS	Larvas (miles/ha)	PT (%)	PARASITOIDES MAS FRECUENTES (%)		
			C	E	P
1	19.7	61.5	45.8	13.2	1.8
2	12.3	71.5	49.4	16.8	2.9
3	7.8	72.6	46.8	20.6	3.7
4	8.8	69.5	49.9	12.8	4.9
5	5.2	59.6	42.6	9.7	1.9
6	7.4	56.6	36.4	9.6	10.0
7	3.9	75.8	61.4	2.7	9.0
8	8.4	79.5	52.3	13.4	8.5
9	3.5	94.2	51.3	31.4	11.8
media	8.6	65.4	45.2	12.9	5.0
DMS (P<0.05)	3.7	10.0	9.5	4.9	3.2

C= *C. insularis*, E= *E. vitticole* y P= *P. spinator*

CUADRO 3. Parasitismo total (PT) y por parasitoides más frecuentes, expresado porcentualmente por ciclos de siembra y edad de las plantas. Turrialba, Costa Rica.

Ciclo	DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA																															
	4				11				18				25				32				39				46				53			
	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P
	(porcentajes)																															
1	47	40	7	0	95	74	21	0	100	68	25	8	50	44	6	0	44	32	9	3	16	11	3	0	39	17	17	0	8	0	0	0
2	57	50	7	0	87	52	32	3	83	61	17	6	62	49	5	3	55	46	11	0	41	23	0	0	33	17	8	0	63	25	13	0
3	56	50	6	0	79	61	18	0	77	50	24	3	60	49	20	11	72	60	12	0	41	32	29	0	50	0	38	13	40	0	40	0
4	13	13	0	0	52	46	6	0	88	53	35	9	67	67	0	0	66	22	7	7	77	59	5	9	36	9	18	0	80	60	20	0
5	27	9	18	0	60	40	17	3	64	51	5	0	76	51	6	6	75	38	0	0	63	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	41	22	16	0	74	42	18	13	83	56	3	25	30	27	3	0	39	39	0	0	33	0	0	33	0	0	0	0
7	38	38	0	0	90	66	0	20	79	70	6	3	100	100	0	0	75	75	0	0	63	63	0	0	67	17	17	17	0	0	0	0
8	44	44	0	0	87	73	7	7	90	77	8	5	84	49	19	16	81	57	16	8	50	21	21	0	40	20	0	0	75	75	0	0
9	86	43	21	21	100	65	30	7	97	44	39	14	100	70	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DMS (P<0.05)	28	21	9	8	22	19	12	8	12	13	12	5	10	19	9	9	30	25	6	4	26	27	12	3	23	10	14	13	30	32	15	0

PT= (C+E+P+ especies menos frecuentes); C= *C. insularis*, E= *E. vitticole*, P= *P. spinator*
 (Discrepancia entre total de mortalidad por parasitismo y la suma de los tres principales parasitoides, se debe a la inclusión de un porcentaje causado por especies de menor importancia o a redondeo de cifras.)

CUADRO 4. Coeficientes de correlación entre la densidad de larvas de gusano cogollero y el parasitismo total, a varias densidades de larvas.

LARVAS (miles/ha)	COEFICIENTE DE CORRELACION (r)	SIGNIFICANCIA
0 a 1500	0.66	*
0 a 2000	0.72	**
0 a 3000	0.70	**
0 a 4000	0.43	**
2100 a 30000	0.30	*
3100 a 30000	0.30	*
4100 a 30000	0.21	ns

* Significativo al nivel del 5% de probabilidad
 ** Significativo al nivel del 1% de probabilidad
 ns No significativo

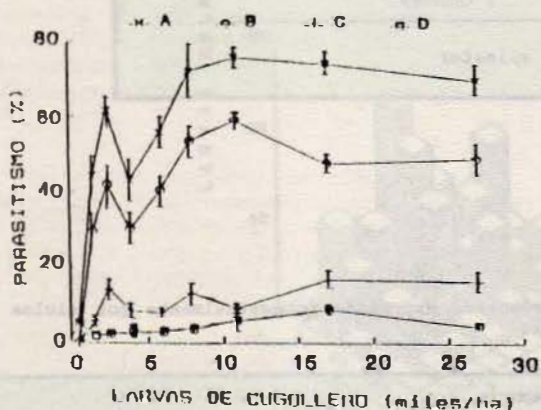


Fig. 3. Parasitismo total (PT) y por parasitoides en larvas de *S. frugiperda*, en función de la edad de plantas de maíz. Las barras verticales indican el error estándar. C= *C. insularis*, E= *E. vitticole* y P= *P. spinator*. Turrialba, Costa Rica.



Fig. 4. Parasitismo total (PT) y por parasitoides en larvas de *S. frugiperda*, en función de la densidad de larvas. Las barras verticales indican el error estándar. C= *C. insularis*, E= *E. vitticole* y P= *P. spinator*. Turrialba, Costa Rica.

relación denso-dependiente a densidades inferiores a 4000 larvas/ha. Este tipo de relación fue observado también por Ashley *et al.* (1982) y Mitchell *et al.* (1984), pero no mencionan el ámbito de las densidades analizadas.

El parasitismo total (PT) máximo (76%) ocurrió con densidades de 11 000 larvas/ha (Fig. 4), y a densidades superiores tendió a decrecer. Los aumentos en los niveles de parasitismo observados entre 0 y 11 000 larvas/ha se debieron principalmente al aumento en la proporción de larvas parasitadas por *C. insularis* y, en menor grado, por *E. vitticole* (Fig. 4). Suponiendo que existe una relación directa entre la densidad de larvas y las masas de huevos; entre 0 y 11 000 /ha, la proporción de larvas parasitadas por *C. insularis* aumentó, debido probablemente o aumentos en la eficiencia del parasitoides para localizar su hospedante al aumentar la densidad de éste. Cuando la densidad del hospedante superó las 11 000 larvas/ha, la eficiencia de *C. insularis* pudo ser disminuida debido o cambios en el comportamiento del hospedante (e.g. cambios en el sitio de oviposición y/o número de huevos por masa de huevos).

CONCLUSIONES

En los primeros 39 dde, la densidad de larvas se redujo hasta niveles inferiores al umbral económico establecido para esta plaga. Dicha reducción se atribuye parcialmente al efecto de los parasitoides, que eliminaron el 65% del total de larvas.

C. insularis fue el parasitoides más abundante, en todas las épocas de siembra, eliminando el 45% del total de las larvas capturadas.

La relación entre hospedante y parasitismo fue denso-dependiente cuando la densidad de larvas fue inferior de 4000/ha: a densidades mayores, la denso-dependencia fue menos evidente. Los niveles de parasitismo fueron máximos cuando la densidad de larvas fue de 11 000/ha o cuando estas fueran recolectadas de plantas con menos de tres semanas de emergidas □

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y al CATIE, que posibilitaron la realización de este trabajo. Al Dr. T.R. Ashley por el suministro de materiales y la identificación de los insectos. A los Drs. K.L. Andrews y J.R. Quezada, las sugerencias presentadas. A los Drs. N.E. Woodley y P.M. Marsh, quienes colaboraron en la identificación de los insectos.

LITERATURA CITADA

- ANDREWS, K.L. 1980. The wharfworm, *Spodoptera frugiperda*, in Central America and neighboring areas. *Ra. Entomol.* 63:456-467.
- ASHLEY, T.R. 1979. Classification and distribution of fall armyworm parasites. *Ra. Entomol.* 62:114-123.
- ASHLEY, T.R. 1986. Geographical distributions and parasitization levels for parasitoids of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Ra. Entomol.* 69:516-524.
- ASHLEY, T.R.; WADDILL, V.H.; MITCHELL, E.R. y RYE, J. 1982. Impact of native parasites on the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), in South Florida and release of the exotic parasite, *Ephialtes vitticola* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Environ. Entomol.* 11:833-837.
- GROSS, H.R.; y PAIR, S.D. 1986. The fall armyworm: status and spectations of biological control with parasitoids and predators. *Ra. Entomol.* 69:502-515.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- LEPPLA, N.C.; VAIL, P.V.; y RYE, I.R. 1979. Mass rearing and handling techniques for the cabbage looper. In: *Proceedings, FAO/IAEA. Training course on use of radioisotopes and radiation in entomology*. University of Florida, Gainesville, pp. 59-75.
- LEVY, R.; y HABECK, D.H. 1976. Descriptions of the larvae of *Spodoptera surra* and *Spodoptera latifascia* with a key to the mature *Spodoptera* larvae of the Eastern United States (Lepidoptera: Noctuidae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 69:585-588.
- LUGENBILL, P. 1920. The fall armyworm. *USDA. Techn. Bull.* 34.92 p.
- MITCHELL, E.R.; WADDILL, V.H. y ASHLEY, T.R. 1984. Population dynamics of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and its larval parasites on whole stage corn in pheromone-permeated field environments. *Environ. Entomol.* 13:1618-1623.
- PATEL, P.N. y HABIB, M.E.M. 1984. Levantamento e eficiência de insetos parasitas de *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). *Rev. Agric. (Brasil)* 59:229-237.
- PEAIRS, F.B. y SAUNDERS, J.L. 1979. The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith): a review. *Ceiba (Honduras)* 23:93-113.
- PIIRE, H.N. 1986. Chemical control of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): an update. *Ra. Entomol.* 69:570-578.
- RIGGIN, T.M.; WISEMAN, B.R.; ISENHOUR, D.J. y ESPELUE, K.E. 1992. Incidence of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids on resistant and susceptible corn genotypes. *Environ. Entomol.* 21:888-895.
- SPARKS, A.N. 1979. A review of the biology of the fall armyworm. *Ra. Entomol.* 62:82-87.
- VALICENTE, F.N. 1989. Levantamento dos inimigos naturais de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. *Anais. Soc. Entomol. Bras.* 18:119-130.