



El Colegio de la Frontera Sur



EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE TRAMPAS CON
FEROMONA PARA LA CAPTURA DE *Heliothis virescens* (F.)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN TABACO

TESIS

Presentada como requisito parcial para optar al grado de Maestro en Ciencias,

por

Felipe Tafuya Rangel

1998

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE TRAMPAS CON FEROMONA
PARA LA CAPTURA DE *Heliothis virescens* (F.)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN TABACO

Felipe Tafoya Rangel , Leopoldo Cruz-López , Juan F.
Barrera y Ricardo Magallanes Cedeño*

El Colegio de la Frontera Sur. Apdo. Postal 36, 30700 Tapachula, Chiapas, México

* Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas. Apdo. Postal 34, Tapachula, Chiapas,
México

RESUMEN. Adultos del gusano de la yema, *Heliothis virescens* (Fabricius), fueron muestreados usando trampas cebadas con feromona sexual para determinar la relación entre capturas de machos de este insecto y la infestación por larvas sobre plantas de tabaco durante dos ciclos agrícolas de 1997 en Chiapas, México. Generalmente se observaron incrementos en las capturas de machos seguidos por incrementos en la abundancia de larvas, mas no se encontró una asociación consistente entre ambas. Se concluye que la toma de decisiones de control sigue dependiendo de la determinación en campo, mediante muestreos, de los niveles de infestación por larvas. Los factores climáticos no resultaron determinantes en la captura en trampas de machos de gusano de la yema.

PALABRAS CLAVE: *Heliothis virescens*, trampas con feromona, tabaco, monitoreo.

ABSTRACT. Adults of tobacco budworm moths, *Heliothis virescens* (Fabricius), were sampled using traps baited with female sex pheromone to determine the relationship between male captures of this insect and larval infestation on tobacco plants during two growing seasons in 1997 in Chiapas, Mexico. It was generally observed that increases in capture rates were usually followed by increases in larval abundance, although no consistent relationship was detected between the two variables. We draw the conclusion that control decisions should continue to be based on field observations of the levels of larval infestation. The weather conditions did not significantly affect the number of male tobacco budworm captured in the pheromone traps.

KEY WORDS: *Heliothis virescens*, pheromone traps, tobacco, monitoring.

INTRODUCCION

El tabaco, *Nicotiana tabacum* (L.) es la planta no comestible más cultivada en el mundo (Akehurst, 1968); en muchos países es un cultivo de enorme importancia económica pues asegura altas tasas de ganancias. En Chiapas, México, la región del Soconusco se ha caracterizado por una creciente presencia de este cultivo a partir de 1980, donde durante los últimos ciclos agrícolas la superficie cultivada pasó de 450 a 1000 hectáreas, y la producción de 900 a 2,000 toneladas,

lo que en números relativos representó un incremento en superficie y la producción de 122% (Villafuerte, 1992; SAGAR, 1996).

El gusano de la yema, *Heliothis virescens*(F.), está reportado como una de las especies de mayor importancia económica en el cultivo de tabaco (Akehurst, 1968). En Chiapas se ha registrado una reducción del rendimiento de 7 g de peso seco por planta cuando la densidad de gusano de la yema alcanza una larva por planta. El control de *H. virescens* en tabaco se lleva a cabo predominantemente mediante el uso de insecticidas. Los frecuentes casos de resistencia a estos productos en este insecto, sin embargo, conducen al uso de mayores dosis ó al incremento en la frecuencia de su aplicación. El éxito de cualquier programa de manejo de insectos plaga depende de una estimación rápida y exacta de la densidad de la especie y su asociación con daño causado al cultivo en espacios específicos (Legg and Chiang, 1984). Una forma ecológicamente aceptable que puede contribuir a abordar el problema del gusano de la yema en el cultivo del tabaco, es la aplicación de la ecología química y el uso de semioquímicos. La identificación y síntesis de la feromona sexual del gusano de la yema se ha constituido en una manera efectiva y rápida de capturar machos adultos de esta especie para estudios poblacionales en gran escala (Tumilson et al., 1975; Klun, et al., 1980). A través de las capturas en trampas con feromona ha sido posible estimar las

infestaciones en campo y el relativo daño potencial (Leonard et al., 1989).

La presente investigación tuvo como objetivos determinar: i) la confiabilidad de distintas densidades de trampas con feromona para estimar fluctuaciones en la densidad poblacional de machos del gusano de la yema, y ii) la relación entre las capturas en trampas de machos de gusano de la yema y las infestaciones por larvas en lotes comerciales de tabaco.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del experimento. Esta investigación fue conducida durante el ciclo agrícola primavera (de marzo a junio) y el ciclo agrícola verano (de julio a septiembre) de 1997, en lotes comerciales de tabaco ubicados en los municipios de Frontera Hidalgo (Centro Internacional de Investigación y Capacitación Agropecuaria, CIICA) y Tapachula (Agroindustrias La Moderna), Chiapas. En cada ciclo agrícola se estableció un experimento con seis tratamientos consistente en diferentes arreglos de trampas cebadas con feromona sexual. Los tratamientos a probar fueron 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 y 6.0 trampas ha⁻¹. En total se usaron 15 trampas y diez hectáreas de terreno. La densidad estimada fue de 20,000 plantas de tabaco, variedad Jaltepec, por hectárea.

Descripción de las trampas. Las trampas usadas fueron tipo cono similares al modelo Scentry® (Figura 1). Un diseño similar fue descrito por Hartstack et al. (1979).

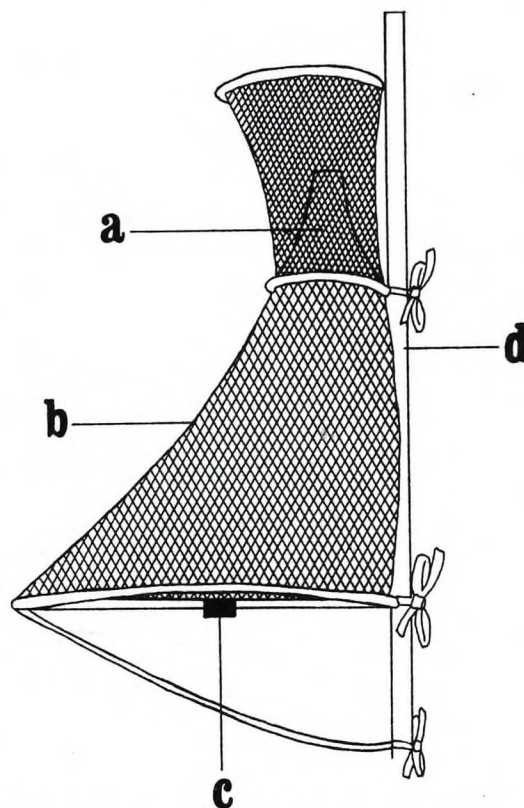


Figura 1. Trampa de cono para adultos de gusano de la yema (*Heliothis virescens*). Componentes: a) cilindro colector; b) cono invertido de malla; c) dispensador de feromona; d) soporte.

Las trampas fueron colocadas 30 cm por arriba del terreno al momento del transplante y la altura se modificó de acuerdo al incremento en altura del cultivo de forma que la parte inferior de la trampa mantuvo los 30 cm de diferencia sobre las plantas. Las trampas fueron cebadas con dispensores comerciales de la feromona sexual sintética de la hembra del gusano de la yema (Tumlinson et al., 1975), consistente ésta en dos sustancias químicas, (Z)-11-hexadecenol y (Z)-9-tetradecenol, en una proporción de 16:1. La feromona estuvo dispuesta en dispensores de plástico laminado Hercon® de 1.27

cm² con 40 mg del producto. Los cebos fueron reemplazados cada dos semanas. Los machos capturados en las trampas se contaron diariamente. Las trampas se mantuvieron operando hasta la cosecha de la planta.

Muestreos de larvas. Los conteos de larvas del gusano de la yema se realizaron examinando 125 plantas por hectárea distribuidas en cinco sitios de muestreo. Plantas diferentes fueron examinadas en las distintas fechas de muestreo y las larvas no fueron removidas de las plantas. Cada larva encontrada se clasificó según su longitud en pequeña (hasta 1 cm), mediana (1-2 cm) o grande (> 2 cm). Los muestreos se realizaron semanalmente desde el transplante hasta que la planta fue cosechada.

Prácticas agronómicas y registro de factores ambientales. Los lotes experimentales se manejaron agronómicamente de manera comercial. La práctica del "capado" o remoción del meristemo apical de la planta se realizó a las seis semanas del transplante. El manejo de predios experimentales incluyó aplicaciones semanales de insecticidas para control de diversas especies, incluido el gusano de la yema, desde el inicio de la temporada (21 de marzo y 5 de julio para cada ciclo agrícola respectivamente). También se registraron diariamente datos de factores ambientales tales como temperatura, humedad relativa, precipitación y fase lunar.

Análisis estadísticos. Los datos de captura diaria de machos así como los de larvas por planta, se agruparon semanalmente en cada uno de los tratamientos para las dos temporadas. Para averiguar si alguna densidad de trampa establecía mejor la relación lineal entre el promedio de captura de adultos de gusano de la yema y los promedios de larvas por planta se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson por semana.

Se aplicaron análisis de varianza y la prueba de rango múltiple de Duncan para determinar la diferencia entre los promedios de captura en trampas para cada tratamiento. También se calcularon los coeficientes de correlación para determinar el grado de asociación entre el promedio de capturas y la temperatura, precipitación pluvial, humedad relativa y fase lunar en la temporada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ciclo agrícola primavera 97

Fluctuación poblacional del gusano de la yema. Los tratamientos de 0.5, 0.25, 4.0 y 6.0 trampas ha^{-1} fueron los de mayor captura total con 80, 116, 129 y 90 machos respectivamente, en comparación a los tratamientos de 1.0 y 2.0 trampas ha^{-1} donde se obtuvieron capturas de tres y cinco

machos respectivamente. El análisis de varianza para el promedio semanal de machos por trampa diferenció a los tratamientos en cuatro grupos, lo que indica una diferencia en capturas según el número de trampas instaladas (Cuadro 1).

Cuadro 1
Promedio semanal de machos de *Heliothis virescens* capturados a distintas densidades de trampas. Ciclo agrícola Primavera 1997. Lote CIICA, Frontera Hidalgo, Chiapas.

Tratamiento	Promedio \pm EE*	
0.25	1.29 \pm 0.38	c
0.5	1.87 \pm 0.40	ab
1.0	0.04 \pm 0.02	d
2.0	0.06 \pm 0.03	d
4.0	1.98 \pm 0.36	a
6.0	1.25 \pm 0.20	b

* Promedio \pm error estandar de la media; promedios con igual letra no difieren significativamente al 5% de probabilidad basado en la Prueba de Rango de Duncan.

Las primeras infestaciones ocurrieron cuando la planta tenía 26.5 días de transplantada, con un promedio de 18.5 \pm 2.9 cm de altura y 8.46 \pm 0.81 hojas. El nivel de captura de machos fue menor en las primeras cuatro semanas de instaladas las trampas (de finales de marzo a principios de abril) (Figura 2).

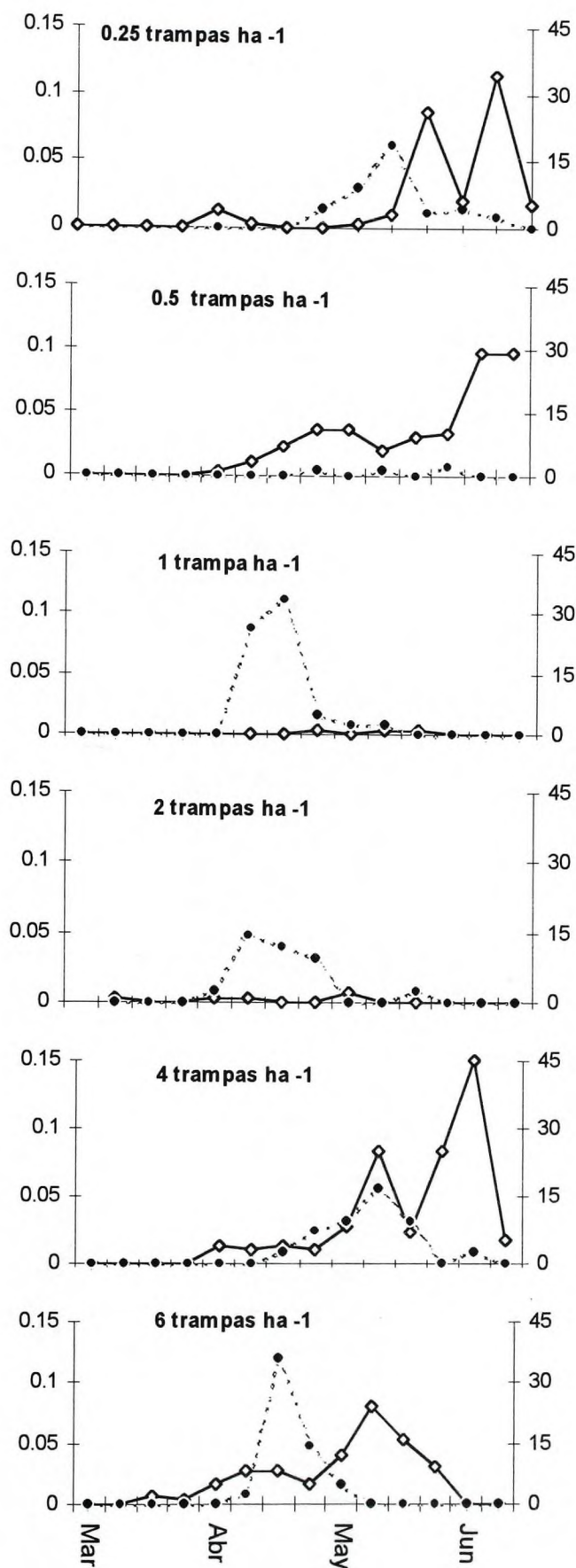


Figura 2. Relación entre machos capturados (línea sólida) e infestaciones por larvas (línea punteada) de *H. virescens* en tabaco con varios niveles de densidad de trampas por unidad de superficie. Ciclo agrícola primavera 1997. Lote CIICA, Frontera Hidalgo, Chiapas.

Este nivel moderado de capturas fue seguido de las mayores infestaciones causadas por las larvas en la temporada, las cuales se presentaron dos a tres semanas después (Fig. 2). Al ocurrir los mayores niveles de capturas a mediados de junio, se observó que las poblaciones de larvas decrecían. Al efecto de factores naturales y aplicación de insecticidas sobre las larvas, se agregó el efecto del "capado", práctica agronómica que resulta en la remoción de las larvas de gusano de la yema al eliminar el meristemo apical de la planta. Las larvas permanecieron sobre el cultivo un promedio de 4.7 ± 0.49 semanas y estuvieron completamente ausentes cuando la planta fue cosechada.

El factor abiótico con mayor relación con la fluctuación poblacional de captura de machos de gusano de la yema fue la humedad relativa con un coeficiente de 0.71 ($p=0.0038$). La variación y baja significancia de las correlaciones para el resto de los componentes ambientales, $r^2=0.25$ ($p=0.378$) para la temperatura y $r^2=0.14$ ($p=0.627$) para la precipitación pluvial, muestran una falta de relación entre los factores ambientales, incluida la fase lunar, y las capturas en trampas con feromona.

Relación entre las capturas de machos y las infestaciones por larvas. Generalmente los coeficientes de correlación resultaron ser mayores al asociar las capturas de machos en

trampas por semana específica, con los muestreos de larvas hechos tres semanas después (Cuadro 2). Sin embargo, en ningún caso la asociación resultó estadísticamente significativa. Lo mismo ocurrió cuando se agruparon los machos capturados en el total de trampas instaladas y los promedios de larvas por planta en el terreno conjunto. Kehat et al., (1982) tampoco encontraron correlación entre machos capturados en trampas cebadas con feromona y densidades larvales de *Helicoverpa armigera* (Hübner) en campos de algodón de Israel.

Cuadro 2

Coefficientes de correlación entre machos capturados en trampas e infestación de larvas de gusano de la yema. Ciclo agrícola primavera 1997 Lote del CIICA, Frontera Hidalgo, Chiapas.

Densidad de trampas por hectárea	Semanas posteriores al transplante	Diferencia en densidad de larvas con respecto a capturas de machos			
		Misma semana	1 semana después	2 semanas después	3 semanas después
0.25	8-13	0.034	-0.120	-0.218	-0.281
0.5	8-12	0.049	0.036	-0.092	0.049
1.0	6-10	0.129	-0.209	-0.209	-0.249
2.0	5-11	0.027	0.262	0.262	-0.090
4.0	8-14	0.286	0.062	-0.250	-0.250
6.0	6-9	0.071	0.074	-0.037	-0.236

P>0.05

Los promedios de larvas variaron entre los tratamientos siendo mayor en los de 6.0 trampas ha⁻¹ (0.048 ± 0.02 larvas

planta⁻¹) y 1.0 trampa ha⁻¹ (0.046 ± 0.02 larvas planta⁻¹). El resto de los tratamientos obtuvieron capturas menores con 0.026 ± 0.007 larvas planta⁻¹ en 4.0 trampas ha⁻¹, 0.027 ± 0.008 larvas planta⁻¹ en 2.0 trampas ha⁻¹, 0.005 ± 0.001 larvas planta⁻¹ en 0.5 trampas ha⁻¹ y 0.023 ± 0.008 larvas planta⁻¹ en 0.25 trampas ha⁻¹. Correlaciones entre machos capturados y larvas de tamaño específico (pequeña, mediana ó grande) no incrementaron los valores de r^2 , tampoco hubo asociación cuando se analizaron los incrementos en captura de machos y abundancia de larvas en la temporada.

Ciclo agrícola verano 97

Fluctuación poblacional del gusano de la yema. El tratamiento de 4.0 trampas ha⁻¹ fue el de mayor captura con 43 machos a lo largo de la temporada, comparado con el resto de los tratamientos: 0.25 trampas ha⁻¹, 21; 0.5 trampas ha⁻¹, 19; 2.0 trampas ha⁻¹, 15; y 6.0 trampas ha⁻¹, 19 ejemplares. La densidad de 1.0 trampas ha⁻¹, no obtuvo capturas. Los promedios de machos capturados por trampa entre los distintos tratamientos, se diferenciaron en tres grupos mediante un análisis de varianza (cuadro 3). La variabilidad observada en la captura de palomillas por tratamiento y la falta de captura en el tratamiento de 1.0 trampas ha⁻¹, sugiere poca confiabilidad en el uso de este tipo de trampas para el monitoreo de adultos de gusano de la yema.

Cuadro 3

Promedio semanal de machos de *Heliothis virescens* capturados a distintas densidades de trampas. Ciclo agrícola Verano 1997. Lote de Agroindustrias La Moderna, Tapachula, Chiapas.

Tratamiento	Promedio \pm EE*	
0.25	0.41 \pm 0.99	ab
0.5	0.31 \pm 0.87	b
1.0	0.0 \pm 0.0	c
2.0	0.25 \pm 0.81	b
4.0	0.71 \pm 0.16	a
6.0	0.34 \pm 0.82	ab

* Promedio \pm error estandar de la media; promedios con igual letra no difieren significativamente al 5% de probabilidad basado en la Prueba de Rango de Duncan.

La presencia de larvas sobre el cultivo ocurrió a los 24.8 días desde el transplante (1.6 días antes que el ciclo anterior) cuando la planta tenía promedio de altura de 21.1 \pm 3.3 cm y 7.52 \pm 0.53 hojas (Figura 3). A diferencia del ciclo anterior, las capturas de machos en verano resultaron mayores al principio de la temporada (julio).

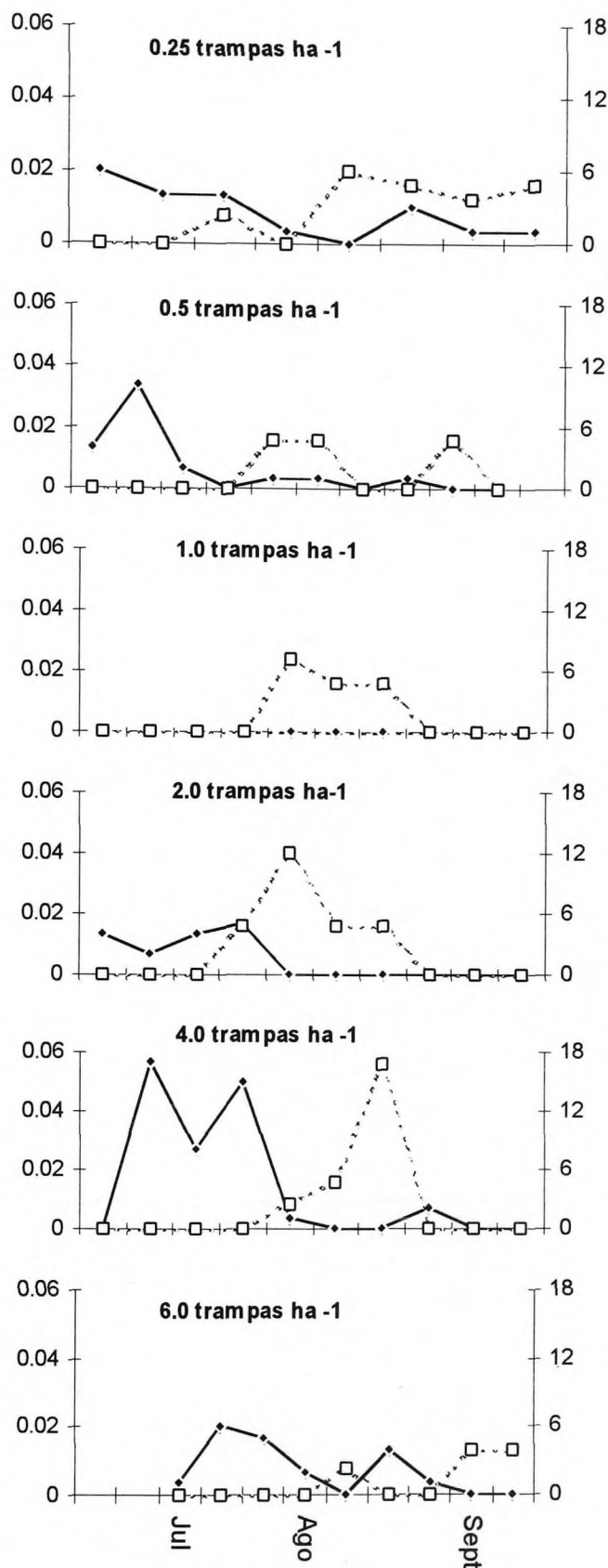


Figura 3. Relación entre machos capturados (línea sólida) e infestaciones por larvas (línea punteada) de *H. virescens* en tabaco con varios niveles de densidad de trampas por unidad de superficie. Ciclo agrícola verano 1997. Lote Agroindustrias La Moderna, Tapachula, Chiapas.

Probablemente los machos capturados al inicio de la temporada migraron hacia el tabaco a partir de distintos cultivos aledaños. El promedio de permanencia de las larvas sobre el cultivo fue de 3.3 ± 0.49 semanas, más corto que el ciclo agrícola anterior. La abundancia de larvas resultaron ser excepcionalmente bajas en ambos ciclos agrícolas, no representando en ningún tratamiento riesgo para el cultivo.

En este ciclo agrícola, la precipitación fue el factor abiótico con más fuerza de relación lineal con la captura de machos con un coeficiente de -0.90 ($p=0.0008$). Los valores de r^2 para la temperatura (0.63 ; $p=0.065$) y la humedad relativa (-0.041 ; $p=0.915$), contrastan con lo obtenido en el ciclo primavera. Por lo anterior, se presume que los factores climáticos no tienen un efecto consistente sobre las capturas en trampas en lotes comerciales.

Relación entre las capturas de machos y las infestaciones por larvas. La mayoría de los coeficientes de correlación fueron mayores al asociar capturas de machos en trampas para una semana específica, con muestreos de larvas hechos tres semanas después. Sin embargo, entre ellos el único tratamiento estadísticamente significativo (0.717 ; $p=0.019$) fué 4.0 trampas ha^{-1} (Cuadro 4).

Cuadro 4

Coefficientes de correlación entre machos capturados en trampas e infestación de larvas de gusano de la yema. Ciclo agrícola verano 1997 Lote de Agroindustrias La Moderna, Tapachula, Chiapas.

Densidad de trampas por hectárea	Semanas posteriores al transplante	Diferencia en densidad de larvas con respecto a capturas de machos			
		Misma semana	1 semana después	2 semanas después	3 semanas después
0.25	6-11	-0.592	-0.623	0.062	-0.031
0.5	5-9	-0.273	-0.273	-0.273	0.540
1.0	5-7	¥	¥	¥	¥
2.0	4-7	-0.209	0.532	0.565	0.629
4.0	5-7	-0.317	-0.196	0.015	0.717*
6.0	7-11	0.660	-0.395	0.302	0.254

* significativo a $P < 0.05$; (¥): sin capturas

Al asociar los promedios de capturas de machos en las 15 trampas instaladas y los promedios de larvas por planta en el total de diez hectáreas de terreno, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.22 ($p=0.509$) para la primera semana; 0.466 ($p=0.148$) para la segunda semana y de 0.94 ($p=0.0001$) para la tercera semana siendo éste último coeficiente altamente significativo.

Los promedios de larvas por planta fueron mayores para los tratamientos de 2.0 y 4.0 trampas ha^{-1} con 0.022 ± 0.006 y 0.026 ± 0.014 larvas planta $^{-1}$ respectivamente. El resto de los tratamientos obtuvo: 0.014 ± 0.002 larvas planta $^{-1}$ en 0.25 trampas ha^{-1} ; 0.016 ± 0.0 larvas planta $^{-1}$ en 0.5 trampas ha^{-1} ;

0.018 ± 0.002 larvas planta⁻¹ en 1.0 trampas ha⁻¹ y 0.011 ± 0.001 larvas planta⁻¹ para 6.0 trampas ha¹.

CONCLUSIONES

Las trampas cebadas con feromona sexual resultaron ser una herramienta que permitió la detección temprana de *H. virescens* en el cultivo de tabaco en los tratamientos donde ocurrieron capturas. Estas trampas lograron detectar a los machos hasta con tres semanas de anticipación con respecto a las infestaciones por larvas. La gran variabilidad observada en las capturas de machos entre tratamientos no permitió predecir la infestación por larvas a partir de estas capturas, de tal forma que las decisiones sobre aplicación de medidas de control siguen dependiendo de los muestreos de las larvas sobre el terreno.

No obstante, las capturas de adultos por medio de trampas cebadas con feromona sexual complementarían la información obtenida a través del muestreo de larvas, resultando en un mejor entendimiento de la fluctuación poblacional del gusano de la yema en las condiciones del Soconusco.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Centro Internacional de Investigación y Capacitación Agropecuaria (CIICA) A.C., y a Agroindustrias La Moderna S.A. de C.V., por el apoyo brindado en la realización de esta investigación. Al M. en C. Javier Valle Mora, estadístico de El Colegio de la Frontera Sur, por su asistencia en el análisis de los datos. Y se agradece a CONACYT por la beca otorgada a FTR durante sus estudios de posgrado.

LITERATURA CITADA

- Akehurst B., C. 1968. El Tabaco. Ed. Labor, Barcelona. 682 p.
- Hartstack, A.W., J.A. Witz, D.R. Buck. 1979. Moth traps for the tobacco budworm. *J. Econ. Entomol.* 72: 519-522.
- Kehat, M., S. Gothilf, E. Dunkelblum, and S. Greenberg. 1982. Sex pheromone traps as a means of improving control programs for the cotton bollworm, *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Environ. Entomol.* 11:727-729.
- Klun, J.A., B.A. Bierl-Leonhardt, J.R. Plimmer, A.N. Sparks, M. Primiani, O.L. Chapman, A. Lepone, and A.H. Lee. 1980. Sex pheromone chemistry of the female tobacco budworm moth, *Heliothis virescens*. *J. Chem. Ecol.* 6: 177-183.

Legg, D.E., and H.C. Chiang. 1984. European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) infestations: relating captures in pheromone and blacklight traps in southern Minnesota cornfields. *J. Econ. Entomol.* 77: 1445-1448.

Leonard, B.R., J.B. Graves, G.E. Burris, A.M. Pavloff, and G. Church. 1989. *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) captures in pheromone traps: species composition and relationship to oviposition in cotton. *J. Econ. Entomol.* 82: 574-579.

SAGAR. 1996. Coordinación de programación, informática y estadística. Distrito Agrícola Tapachula.

Tumilson, J.H., D.E. Hendricks, E.R. Mitchell, R.E. Doolittle, and M.M. Brennan. 1975. Isolation, identification, and synthesis of the pheromone of the tobacco budworm. *J. Chem. Ecol.* 1: 203-214.

Villafuerte S., D. 1992. Desarrollo económico y diferenciación productiva del Soconusco. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Chiapas, México. 122 p.