

FLUCTUACION POBLACIONAL DE *Keiferia lycopersicella* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) y EFICIENCIA DE TRAMPEO DE ADULTOS CON FEROMONA SEXUAL*

Douglas Cubillo**
Luko Hilje**
Victor M. Cartin***

ABSTRACT

Four commercial tomato plots in Grecia, Alajuela, Costa Rica were studied from February to July, 1992 to determine population fluctuation of *K. lycopersicella* and the efficiency of three traps for capturing adults. Adult captures were greater in the Pherocon 1C trap, followed by the plastic gallon jug and funnels. Relative variation (RV) for the traps was less than 26.1%, and the trap with the greatest relative net precision (RNP) was the funnel trap, followed by the plastic jug and the Pherocon 1C. Traps placed in the direction of the wind captured more insects. The number of adults and larvae on leaves increased with the crop's development, especially during fructification. A relationship between adults and larvae on leaves was found one week later; this was also found between larvae and fruit damage at this time. Rain reduced the number of larvae on leaves as well as adult capture.

RESUMEN

Se utilizaron cuatro parcelas comerciales de tomate de mesa en Grecia, Alajuela, Costa Rica, de febrero a julio de 1992, para determinar la fluctuación poblacional de *K. lycopersicella* y la eficiencia de tres tipos de trampas para capturar adultos. Las capturas de adultos fueron mayores en la trampa Pherocon 1C, seguidas por el galón plástico y el embudo. La variación relativa de las trampas fue inferior al 26.1% y la trampa de embudo fue la de mayor precisión relativa neta (PRN), seguida por el galón plástico y la Pherocon 1C. Las trampas ubicadas en dirección del viento lograron capturas mayores. Los machos capturados con feromona y la cantidad de larvas en el follaje aumentaron con el desarrollo del cultivo, especialmente durante la fructificación. Se encontró relación entre adultos y larvas en el follaje una semana después de su captura, y también, entre larvas y daño de frutos una semana después del muestreo de larvas. La lluvia redujo la cantidad de larvas en el follaje y la captura de adultos.

INTRODUCCION

Una de las fuentes de riesgo más importantes para el productor de tomate son las plagas que pueden ocasionar pérdidas en la cantidad y calidad de frutos y reducir los ingresos. Los costos del combate de insectos plagas en el Valle Central Occidental, en Costa Rica, son del 12% y 22% de los costos de producción durante la estación seca y la lluviosa, respectivamente (CATIE 1990).

Durante la estación seca los mayores problemas son la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), el gusano alfiler *Keiferia lycopersicella* (Walsingham) y el gusano del fruto *Heliothis zea* (Evo y Hilje 1993, Calvo *et al.* 1994).

Las larvas del gusano alfiler, *Keiferia lycopersicella* se alimentan de todas las partes de la planta, excepto la raíz (Wolfenbarger 1974). Su importancia económica se debe principalmente al daño del fruto, causado por el 3º y 4º estadios larvales (Poe *et al.* 1975), al que perforan y favorecen la entrada de patógenos, provocando grandes pérdidas por pudrición de frutos (King y Saunders 1984).

Van Steenwyk *et al.* (1983) indican que las aplicaciones de insecticidas para el manejo de este insecto, se pueden reducir usando su feromona sexual. Ellos hallaron una relación significativa entre el número promedio de polillas /trampa/ noche y el promedio porcentual de daño del fruto dos semanas después; además, una relación altamente significativa entre el número promedio de larvas en el follaje, por metro de hilera, y el número promedio de frutos dañados una semana después.

El objetivo de esta investigación fue estudiar la fluctuación poblacional de los adultos de *K. lycopersicella* durante la época en que provoca más daño (febrero a junio) y correlacionarla con la fenología

Recibido: 01/06/95. Aprobado: 08/08/95

*Parte de la tesis de maestría del primer autor. Sistema de Estudios de Posgrado. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

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

***Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

del cultivo, abundancia de larvas y de parasitoides. Además, determinar la eficiencia de tres tipos de trampas con feromona sexual para atraer a los machos.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en cuatro fincas, ubicadas en las localidades de Bodegas y Santa Gertrudis Norte, cantón de Grecia, provincia de Alajuela, en la zona de vida de bosque húmedo premontano (Tosi 1969). A 960 y 808 msnm, respectivamente. Temperatura promedio anual de 23 °C, y precipitación anual de 2.196 mm.

Los experimentos se efectuaron en fincas de agricultores, de 500 m² a 1 ha, por lo que el manejo del cultivo fue el tradicional de la zona, que consistió en siembra directa de tomate en asocio con café, recién trasplantado o podado. Se utilizaron las variedades de tomate de mesa Hayslip y Catalina (variante del Tropic). Distancia de siembra de 0.3 m entre plantas (dos plantas por hoyo) y 1.5 m entre surcos, para una densidad aproximada de 25000 plantas/ha. La fertilización consistió de una fórmula completa (10-30-10) al momento de la siembra, más fertilizantes foliares combinados con insecticidas (carbofurán, cartap, acefato, tiocyclam hidrogenoxalato, cipermetrina y deltametrina, entre otros) y fungicidas (ferbam, maneb, mancozeb, clorotalonil, metalaxil y propineb). Los plaguicidas se aplicaron en forma rutinaria, hasta dos aplicaciones por semana durante todo el ciclo del cultivo.

Captura de adultos. Se capturaron machos con tres tipos de trampas: recipiente plástico de un galón (GP) (Rodríguez *et al.* 1988), embudo plástico modificado (EP) y el modelo Pherocon 1C (PH) (Trece Inc., Salinas, California) (Fig. 1).

Fueron surtidas con la feromona sexual Pherocon TPW 3142 (Zoecon Corp., Palo Alto, California). Para facilitar la captura, en la GP se utilizó agua con detergente, para disminuir la tensión superficial y talco simple en la EP.

Se utilizaron en total 14 GP, 14 EP y 4 PH, y se colocaron a la segunda semana después de la siembra (sds) alrededor de cada parcela; estuvieron a 5 m del borde de las parcelas, separadas por 15-20 m, dispuestas aleatoriamente. La altura de la trampa se ajustó según el desarrollo del dosel. Se revisaron semanalmente hasta la última cosecha. La feromona se cambió cada

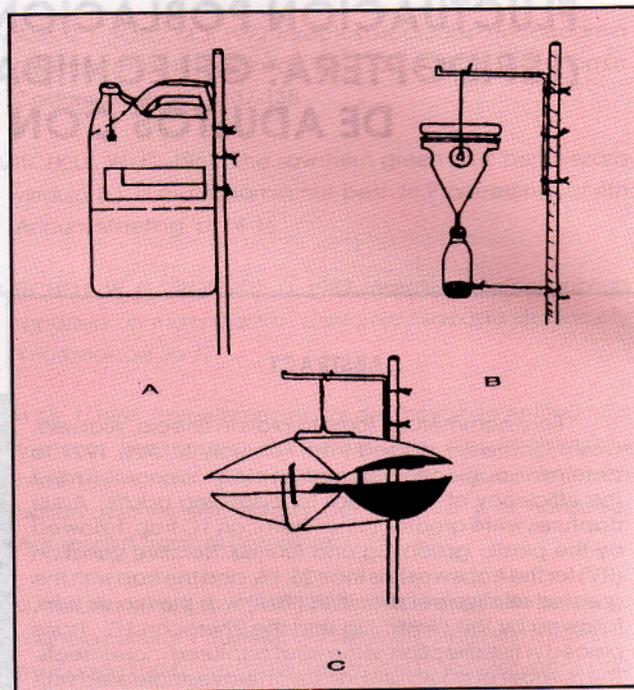


Fig. 1. Tipo de trampas con feromona sexual para capturar machos de *K. lycopersicella*. Grecia. Estación seca, 1992. A: Galón plástico, B: Embudo plástico y C: Pherocon 1C.

30 días. Las PH se reemplazaron según la firmeza del cartón y la cantidad de polvo adherido a la cara de la trampa con pegamento.

Se realizó un análisis de varianza (Proc GLM, SAS Institute, 1989) con la prueba de comparación múltiple de Duncan, para diferenciar los promedios de captura por trampa, la captura total por parcelas, fechas de capturas y ubicación de las trampas en las parcelas. Se calcularon los índices de: **variación relativa** ($VR = (\text{Error estándar de la media/promedio}) * 100$) y **precisión relativa neta** ($PRN = 100 / (VR * \text{tiempo promedio de revisión de trampas})$), para determinar la eficiencia y precisión de cada una de las trampas, respectivamente (Pedigo *et al.* 1972, Wellik *et al.* 1979).

Muestreo de larvas. A partir de las dos sds, se muestreó semanalmente 10 plantas de tomate por parcela. Se utilizó como la unidad de muestreo el brote principal (meristemo apical) y las cuatro hojas inmediatas a éste. Se empleó el método de muestreo sistemático, que consistió en la inspección de una planta en cada punto de muestreo, definido por espaciamientos equidistantes de 6 a 12 m (o de 10 a 15 pasos), iniciándose cada semana en un punto diferente de la parcela. Se recolectaron larvas en el follaje y se

llevaron al laboratorio en cajas de petri, con papel filtro humedecido con hojas frescas de tomate, para que las larvas pudieran empupar. En este estado se determinó la proporción de sexos. Se les permitió alcanzar el estado adulto, para determinar la emergencia de parasitoides.

Daño en los frutos. Al iniciarse la fructificación, se contaron semanalmente los frutos con diámetro no menor a 2.5 cm, en 10 plantas seleccionadas aleatoriamente y se determinó la cantidad de frutos dañados por semana y por parcela.

Fenología del cultivo. Se seleccionaron aleatoriamente diez plantas, a partir de las dos sds. Se observaron semanalmente los siguientes aspectos y eventos: altura, número de nudos, número de inflorescencias, botones, flores cerradas, flores abiertas, frutos pequeños (< 2.5 cm de diámetro) y frutos medianos (< 2.5 cm de diámetro). Se consideraron como botones las estructuras que no mostraban la corola; como flores cerradas, las que presentaban corola bien definida, pero sin abrirse; y como flores abiertas, las que presentaron la corola totalmente desarrollada. La altura de la planta se determinó desde la base hasta la parte más alta de la planta (meristemo apical). El número de nudos se contó desde la base de la planta hasta el meristemo terminal apical más alto.

Se efectuó un análisis de correlación para establecer si existía asociación entre la cantidad de adultos capturados en trampas, y la cantidad de larvas y el daño en los frutos, así: a) se relacionó la captura con las larvas una y dos semanas después de cada captura; b) se relacionó la captura con el daño de frutos una y dos semanas después de cada captura, y c) se relacionó la cantidad de larvas con el daño en frutos una semana después. Se asociaron estos resultados con los eventos fenológicos del cultivo y las variables climáticas (temperatura y precipitación). Estas se obtuvieron de las estaciones climatológicas del Recinto Occidental de Tacares (Universidad de Costa Rica) y de la Dirección de Investigación y Extensión en Caña de Azúcar (DIECA), en Bodegas y Santa Gertrudis Norte, respectivamente.

RESULTADOS

Eficacia de las trampas. La trampa Pherocon 1C (PH) capturó el mayor número de adultos por semana, cuyo promedio (2.54) fue diferente ($P < 0.01$), seguida por el galón plástico (GP) y el embudo plástico (EP), con promedios de captura de 2.01 y 1.25, respectivamente (Cuadro 1), que no difirieron entre sí. Asimismo, hubo diferencias tanto entre las capturas en las parcelas como en las fechas de evaluación ($P < 0.01$).

CUADRO 1. Promedios semanales de machos de *K. lycopersicella* en trampas con feromonas, e índices comparativos, en tomate. Grecia, Alajuela. Estación seca, 1992.

TIPO DE TRAMPA	PROMEDIO	VR **	PRN **
Pherocon 1C	2.54 a *	11.53	0.009
Galón plástico	2.01 b	26.13	0.010
Embudo plástico	1.25 b	23.92	0.012

* Valores con la misma letras no difieren estadísticamente (Prueba Duncan, $\alpha \leq 0.05$).
 ** VR= Variación relativa. PRN= Precisión relativa neta.

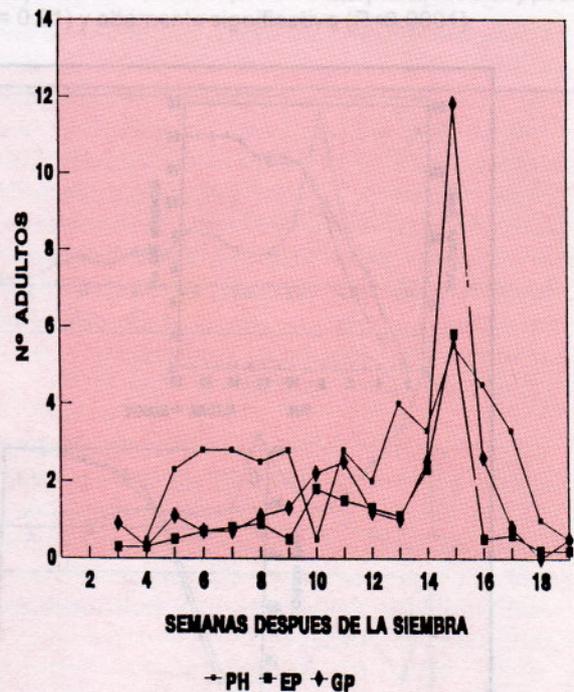


Fig. 2. Número promedio de machos de *K. lycopersicella*, capturados semanalmente en tres tipos de trampas. Grecia. Estación seca, 1992.

Las capturas de adultos variaron en el tiempo (Fig. 2). La trampa PH mostró los mayores promedios de captura, exceptuando la 15 sds, cuando la GP tuvo la máxima captura. Hubo diferencias ($P < 0.05$) en las capturas semanales en todas las parcelas. La 15 sds presentó el mayor promedio, seguida por las 14, 16 y 11 sds; las más bajas se presentaron en las 3, 19, 4 y 18 sds (Fig. 2).

La variación relativa (VR) en el número de adultos capturados fue menor al 25%. Al incluir el tiempo necesario que implica la revisión de cada una de las trampas, como costo, la mayor precisión relativa neta (PRN) lo presentó la EP, seguida por la GP y PH (Cuadro 1). El costo de cada trampa fue: GP, ¢80; EP, ¢167 y PH, ¢180.

La parcela con mayores capturas de adultos fue la de Bodegas II, seguida por Santa Gertrudis I, Bodegas I y Santa Gertrudis II. Las capturas en Bodegas II fue mayor ($P < 0.05$) que las demás (Cuadro 2).

Aunque las trampas situadas al oeste, en la dirección opuesta al viento, capturaron mayor número de adultos, no hubo diferencias ($P > 0.05$) entre las capturas de trampas en dirección al viento (predominantemente de este a oeste) y de las otras ubicadas perpendicularmente al mismo (norte a sur) (Cuadro 3).

CUADRO 2. Número de machos capturados de *K. lycopersicella* en trampas con feromona, en cuatro parcelas de tomate. Grecia, Alajuela. Estación seca, 1992.

PARCELA	NUMERO PROMEDIO/PARCELA
Bodegas II	11.3 a *
Santa Gertrudis I	1.3 bc
Bodegas I	1.1 bc
Santa Gertrudis II	0.6 c

* Valores con la misma letras no difieren estadísticamente (Prueba Duncan, $\alpha \leq 0.05$).

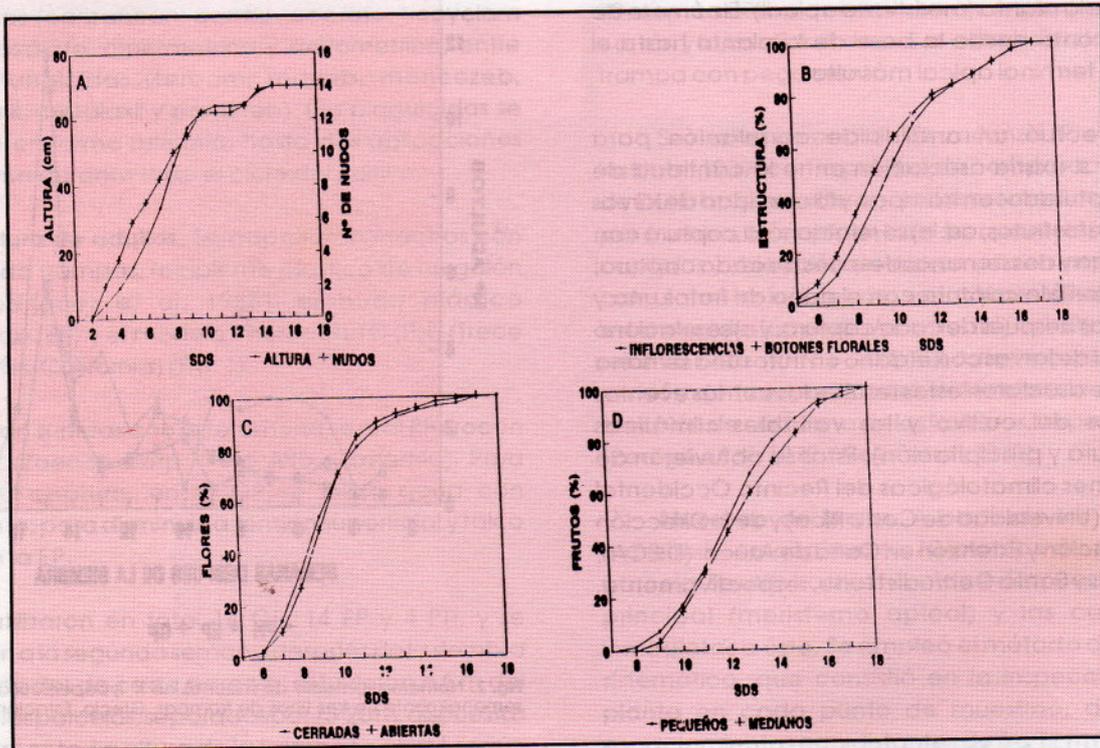


Fig. 3. Curvas de crecimiento de estructuras del cultivo de tomate, expresados como el porcentaje acumulado en la temporada del cultivo. Grecia, Alajuela. Estación seca, 1992. A: Altura y número de nudos. B: Inflorescencias y botones florales. C: flores cerradas y abiertas y D: Frutos pequeños y medianos.

CUADRO 3. Número de machos de *K. lycopersicella* capturados según la posición de las trampas, para todas las parcelas de tomate. Grecia, Alajuela, Estación seca, 1992.

CUADRANTE	Nº PROMEDIO	TOTAL	E.P.**
Oeste	38.9	15.4	a *
Sur	33.6	12.6	a
Este	29.3	9.8	a
Norte	28.9	13.8	a

*Valores con la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba Duncan, $\alpha \leq 0.05$).
 ** E.E.= Error estándar de la media.

Fenología del cultivo. El patrón de crecimiento (altura) que mostraron las var. Hayslip y Catalina, fue sigmoideo. Se promediaron ambas variedades, por presentar resultados semejantes. Se definieron tres etapas: inicialmente una fase lenta (2-5 sds), seguidas por una rápida (6-10 sds) y finalmente una lenta o estable (11-18 sds), con tasas de crecimiento de 5.1, 9.4 y 1.1 cm por semana, respectivamente (Fig. 3 A). El patrón de aumento de número de nudos fue diferente, caracterizándose por presentar dos etapas bien definidas, la primera con un rápido aumento casi lineal (2-10 sds) y una segunda lenta; presentaron tasas de 1.4 y 0.2, respectivamente (Fig. 3 A).

Las estructuras reproductivas (inflorescencias, botones, flores cerradas y abiertas, y frutos pequeños y medianos), mostraron crecimiento sigmoideo, con tres etapas de crecimiento. Las cuatro primeras mostraron una fase inicial lenta (5-7 sds), una rápida (8-11 sds) y una final con un crecimiento lento (12-17 sds) (Figs. 3 B, C). Los frutos presentaron una curva dividida en una fase lenta (7-9 sds), una acelerada (10-16 sds) y una lenta (16-18 sds) (Fig. 3 D).

Las etapas fenológicas del cultivo fueron: en la 5 sds presentaron las primeras inflorescencias, botones florales, flores cerradas y abiertas; en la 7 y 8 sds aparecieron los primeros frutos pequeños y medianos, respectivamente. En la 9, 10 y 12 sds se presentó el 50% de las flores cerradas y abiertas, las inflorescencias y de los frutos, respectivamente.

Abundancia de adultos y larvas. Las capturas de adultos en todas las parcelas aumentaron según el desarrollo

del cultivo. Las mayores capturas se observaron entre la 13 y 16 sds (Fig. 4 A), que coincidieron con las plantas con más del 50% de frutos medianos (Fig. 3 D). El número de las larvas se incrementó a partir de la 4 sds, con crecimiento acelerado hasta la última cosecha, concentrándose más de 25% de las larvas en esta fecha (máximo de 2.9 larvas/planta). En una de las parcelas, el pico máximo estuvo asociado con el daño de un 70% de frutos perforados y con aproximadamente 7.7 larvas/planta en esa misma semana. Sin embargo, en la 14 sds se observó una disminución de larvas, asociada con el inicio de las lluvias durante las dos semanas anteriores. Hubo casi 22 mm diarios de lluvia en promedio, que afectó la abundancia de larvas y su daño en las semanas subsiguientes (Figs. 4 B, C).

Durante el ciclo del cultivo de tomate se presentaron tres picos de adultos de la plaga; el primero (3-7 sds) asociado a los adultos provenientes de cultivos aledaños, el segundo a los 8-13 sds y el tercero a los 14-18 sds (Fig. 4 A). Las larvas mostraron cuatro picos, a las 3-6, 7-10, 11-14 y 15-18 sds. El daño presentó tres picos, a los 7-11, 12-16 y la 17 sds hasta finalizar el cultivo.

La correlación entre el número promedio de adultos capturados semanalmente y la cantidad de larvas en el follaje, una semana después de la captura, fue alta y positiva ($r = 0.81$) y altamente significativa ($P < 0.0001$).

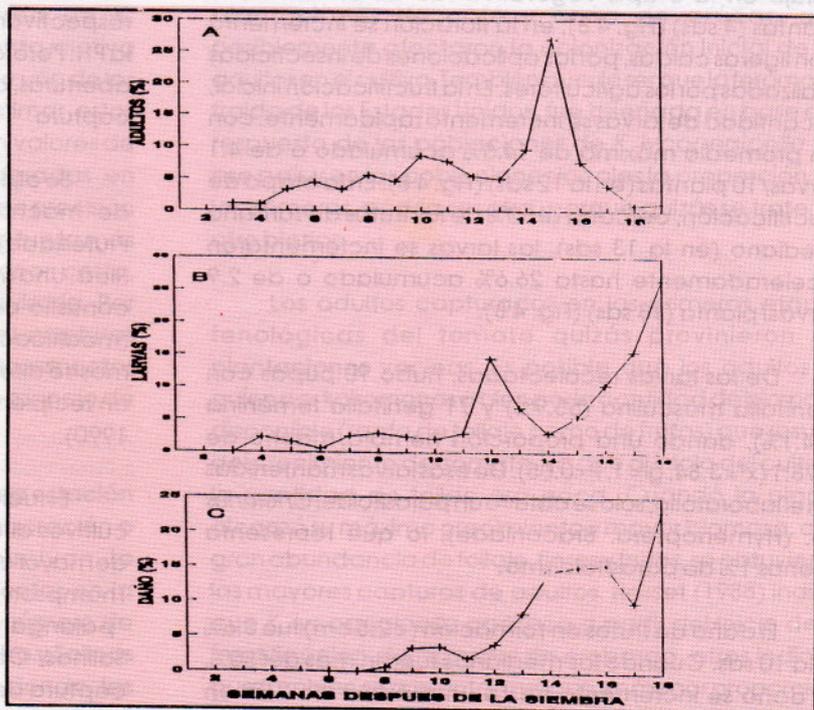


Fig. 4. Abundancia de machos (A) y larvas (B) de *K. lycopersicella* y daño en frutos (C), expresadas como el porcentaje del total en la temporada del cultivo. Grecia, Estación seca, 1992.

El daño de frutos de tamaño mayor a 2.5 cm de diámetro se inició en la 8 sds. El mayor promedio de daño por parcela fue de 28.3% y el promedio general semanal de 18% de frutos; tal daño fue bajo entre la 8 y 12 sds (0.8 a 4.03%, respectivamente), pero aumentó aceleradamente hasta un máximo de 23% en la 18 sds (Fig. 4 C).

Al asociar los adultos capturados en trampas de feromonas con el porcentaje de daño dos semanas después en los frutos, la correlación fue alta y positiva ($r=0.75$) y altamente significativa ($P<0.0001$).

Existió también una asociación positiva y fuerte entre la cantidad de larvas en el follaje y el porcentaje de daño de frutos (Fig. 4 B, C) una semana después del muestreo de las larvas ($r=0.72$) y altamente significativa ($P<0.0001$).

La captura de adultos fue baja en todas las fases fenológicas del cultivo; sin embargo, en la 14 y 15 sds aumentó, coincidiendo con la fase reproductiva del tomate (Fig. 3 B).

El número máximo de larvas encontrados en el follaje en la etapa vegetativa fue de 2.5 larvas/10 plantas (4 sds) (Fig. 4 B); en la floración se incrementó con ligeras caídas, por las aplicaciones de insecticidas realizadas por los agricultores. En la fructificación inicial, la cantidad de larvas se incrementó rápidamente, con un promedio máximo de 14.5% acumulado o de 4.1 larvas/10 plantas (en la 12 sds) (Fig. 4 B). En la etapa de fructificación, cercana al 50% de los frutos de tamaño mediano (en la 13 sds), las larvas se incrementaron aceleradamente hasta 26.6% acumulado o de 2.9 larvas/planta (18 sds) (Fig. 4 B).

De las larvas recolectadas, hubo 90 pupas con genitalia masculina (55.9%) y 71 genitalia femenina (44.1%), dando una proporción hembra/macho de 0.78:1 ($\chi^2=3.84$, $gl=1$, $P<0.05$). De esas larvas mantenidas en el laboratorio, solo se obtuvo un parasitoide, *Chelonus* sp. (Hymenoptera: Braconidae), lo que representa menos 1% de parasitoidismo.

El daño de frutos en formación (< 2.5 cm) fue 3.6% a la 10 sds. Cuando los medianos fueron más del 50%, el daño se incrementó hasta un máximo de 26% en todas las parcelas (en la 18 sds) (Fig. 4 C).

La temperatura durante este trabajo fue relativamente uniforme (entre 22 y 23°C), mientras que la precipitación pluvial varió. Desde la siembra hasta la 8 sds (20-26 de abril) no llovió; pero a partir de 9 sds (27 de abril-3 de mayo) se iniciaron las lluvias, con picos de precipitación para la zona de Santa Gertrudis en la 10 y 14 sds (4-10 de mayo y 1-7 de junio, respectivamente) y para Tacares, en 12, 14 y 17 sds (18-24 de mayo, 1-7 de junio y 22-28 de junio, respectivamente). Después de los picos de altas precipitaciones pluviales los adultos se redujeron, como también las larvas en el follaje.

DISCUSION

Captura de machos en trampas. Con la trampa Pherocon 1C (PH) se logró la mayor captura de machos de *K. lycopersicella*. Ello coincide con datos de Wyman (1979), quien explica que dicha trampa provee fácil acceso a su interior y libera el atrayente en todas las direcciones, lo que permite que el olor de la feromona llegue a una mayor cantidad de machos.

Las trampas de embudo plástico (EP) y galón plástico (GP) solo tienen tres y dos entradas, de diámetros de 5 cm y de 10-15 cm de ancho por largo, respectivamente, que las hacen menos eficientes que la PH. Pero la trampa GP puede ser modificada con más aberturas, que podrían contribuir para tener una mayor captura.

Se obtuvieron resultados semejantes en la captura de machos de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) en el cultivo de repollo en Alajuela, Costa Rica. Una mayor captura se logró con una trampa que consistió de un cartón adhesivo con techo metálico (modificación de la PH). Sin embargo, la trampa PH, no mostró diferencias significativas con respecto a la GP y un recipiente plástico transparente de 2 l (Mora *et al.* 1990).

Estudios con otros lepidópteros (Tortricidae) en cultivos diferentes, confirman que la trampa PH fue la de mayor captura (David y Horsburg 1989). Sin embargo, Thompson *et al.* (1987) encontraron que la trampa de "palangana" plástica aérea (con agua) (Trece Inc., Salinas, California), fue más eficaz que la PH, en la captura de machos de *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae).

A pesar de que la trampa PH demostró eficiencia en la captura de los adultos de *K. lycopersicella*, presentó problemas por la acumulación de polvo sobre la superficie adhesiva, causando posiblemente reducciones en su eficiencia. Otros aspectos que limitan la trampa PH son el alto costo y que puede ser dañada por el viento y resecamiento del pegamento, en áreas secas y calientes (Rocha y Salinas 1987). La lluvia y el riego aéreo, también deterioran el cartón de la trampa. La trampa PH presentó una capacidad de captura limitada por tener un área adhesiva reducida (Kennedy 1975), con capturas inferiores a los 400 individuos de la palomilla de la papa por semana, comparada con otras trampas (Rocha y Salinas 1987).

Según Rocha y Salinas (1987) las trampas con agua ("carreta y múltiple"), capturaron más adultos de palomilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) en el cultivo de papa en México. Ambas hechas con recipientes plásticos, una en forma de cilindro y otra de palangana rectangular. La eficiencia de captura de las trampas con agua fue seguida por la trampa de embudo con una bolsa plástica adherida al cono (con insecticida) y por la PH.

En cuanto a la precisión de estas trampas para ser empleadas en programas de muestreo de *K. lycopersicella*, la PH, por presentar una varianza relativa (VR) menor a 25% se podría considerar como uno de los instrumentos de mayor precisión para estimar estos adultos. Sin embargo, las GP y EP mostraron valores de VR también aceptables para ser consideradas en programas de muestreo extensivo. El índice de precisión relativa neta (PRN) de la GP demuestra que fue la más eficaz; lo anterior se relaciona con el menor costo, expresado en el tiempo necesario para revisarla. Por tanto, la GP podría aceptarse, por lograr capturas regulares y ser de fácil adquisición y bajo costo, aspectos importantes en los programas extensivos de manejo de la plaga.

La captura de GP se podría mejorar en la estación seca, agregando el agua perdida por evaporación o sustancias como el glicol, que disminuyan la evaporación. Las trampas se podrían orientar en la dirección del viento, para capturar mayor número de machos y aumentar más su eficiencia. Rocha y Salinas (1987) encontraron resultados similares, donde las trampas con mayores capturas fueron las expuestas a la dirección predominante del viento. Hubo reducción en la eficiencia de las trampas adhesivas tipo "Delta"

con feromona en *Cydia nigricana* (Lepidoptera: Tortricidae), cuando la orientación de las trampas fue opuesta a la dirección del viento (Lewis y Macaulay 1976). Esto se explica porque los insectos se orientan en vuelo hacia la fuente de feromona por dos mecanismos: influencia química (quimiotaxis) y del viento (anemotaxis). Este último es el principal mecanismo que estimula la orientación del insecto hacia la feromona, contra el viento (Birch y Haynes 1990).

Fluctuación poblacional de adultos y larvas. La abundancia de adultos capturados en trampas con feromonas fue baja (capturas máximas de 2.07 polillas en promedio/trampa/semana), en comparación con las capturas de otros lugares como California (EE.UU.) y Sinaloa (México), donde se atraparon hasta 74-100 y 83 adultos/trampa/noche, respectivamente, en trampas PH (Van Steenwyk *et al.* 1983, Alvarado y Rivera 1990).

Las bajas capturas se podrían asociar con los tamaños relativamente pequeños de las parcelas de tomate (0.05-1.0 ha) y a que las parcelas estudiadas en su sistema de cultivo estaban asociadas con café (de poda total o en su primer o segundo año de establecimiento). Adicionalmente, los tomates estaban inmersos dentro de áreas grandes de plantaciones de café y caña de azúcar, que posiblemente afectaron la colonización inicial de los adultos en el cultivo. También puede ser que la feromona traída de los Estados Unidos, fue diseñada en base a la respuesta de las poblaciones de *K. lycopersicella* de ese país y en las poblaciones locales la proporción de los isómeros, podría ser otra, porque quizás se trate de otro biotipo.

Los adultos capturados en las primeras etapas fenológicas del tomate quizás provinieron de plantaciones vecinas. Es posible que los adultos se guíen por kairomonas o bien por la cantidad de biomasa disponible (tanto de follaje como de frutos) que resulta del crecimiento del tomate, ya que al inicio del cultivo, la cantidad de tejido era poca. Cuando la planta alcanzó su máximo crecimiento y mayor biomasa, con gran abundancia de follaje, flores y frutos, se obtuvieron las mayores capturas de adultos. Rosset (1988) indica que *K. lycopersicella* aparece a partir del inicio de la fructificación del tomate; sin embargo, otros indican que también se presenta, aunque en menor proporción, durante el desarrollo vegetativo (CATIE 1990). En este trabajo las larvas aparecieron desde la 4 sds (Fig. 4) en el follaje y se incrementaron durante la fructificación del cultivo (Figs. 3, 4).

La cantidad de adultos capturados disminuyó al iniciarse la senescencia del cultivo, quizás por emigración hacia parcelas cercanas en desarrollo. Hasegawa (1982) también observó que las capturas del insecto en trampas con feromonas declinaron al acercarse el final del cultivo.

Durante el ciclo del cultivo las larvas mostraron una tendencia análoga a los adultos. Sus picos máximos se presentan aproximadamente 1-2 semanas después del máximo de captura de adultos. El tiempo promedio transcurrido de la oviposición a la eclosión del huevo fue de 5.6-6.2 días, con un máximo de 11.4 días, a 26°C (Lin y Trumble 1985); dicha temperatura fue cercana al promedio semanal de la zona en estudio.

La correlación alta y positiva entre adultos capturados y frutos dañados, dos semanas después del pico de captura, se explica por el tiempo aproximado necesario para el desarrollo de la larva. De la oviposición hasta la penetración en el fruto transcurren 11.4-17.6 días a 26°C (Lin y Trumble 1985); corresponden a 5.6 (huevo), 5.8 (L1-L2) y 6.2 días (L3-L4). La relación positiva y significativa entre cantidad de larvas en el follaje y el daño de frutos una semana después del muestreo de las larvas, también se explica con el tiempo requerido para que éstas perforen los frutos, que es de 5.8-12 días, a 26°C (Lin y Trumble 1985) o 9.5 días (Poe 1973); así, el intervalo que tardan en pasar de minar el follaje a perforar los frutos es de aproximadamente una semana (Elmore y Howland 1943, Van Steenwyk *et al.* 1983).

De las larvas recolectadas en el campo, llevadas hasta pupas, la proporción de sexos fue cercana a 1:1. Elmore y Howland (1943) indicaron valores de que 1.21:1 (hembras:machos). En trampas de luz, Hasegawa (1982) capturó más machos que hembras. Si la proporción de sexos se mantiene cerca de la unidad, esto sugiere que las trampas de feromonas para captura de machos podrían estimar con buena precisión la cantidad de hembras emergidas dentro del cultivo y posiblemente de las que emigren de otros campos.

El único parasitoide de larvas encontrado en las larvas recolectadas en el campo fue *Chelonus* sp., en apenas 1%, lo que quizás se explica por la gran cantidad de insecticidas (casi dos aplicaciones por semana después de alcanzarse la floración y fructificación) que aplican los agricultores de la zona.

La cantidad de larvas en el follaje así como el daño en frutos, aumentó hasta cerca de la senescencia del cultivo; principalmente, debido a la disminución de insecticidas, por el poco valor económico de los frutos que queda en el campo, ya que en este período del cultivo se ha cosechado la mayor parte de la producción comercial de tomate; además queda poco follaje, lo que hace que *K. lycopersicella* dañe directamente los frutos.

En cuanto a las condiciones climáticas, la temperatura no fue un factor limitante al desarrollo del insecto, por ser siempre superior al umbral térmico, de 11°C (Lin y Trumble 1985, University of California 1990). La lluvia quizás fue un factor importante en la reducción de la abundancia de huevos y de larvas pequeñas, por el efecto causado por el impacto directo de las gotas. Peña (1983) documentó que el riego aéreo redujo en 50% el daño de larvas, comparados con el riego por gravedad. Este no afectaría a las larvas protegidas en minas o en el interior de los frutos.

AGRADECIMIENTOS

Al **Convenio Costarricense-Alemán de Sanidad Vegetal**, y particularmente al Dr. Ulrich Röttger, por el financiamiento de gran parte del trabajo de tesis. Al Ing. Nelson Kopper (**MAG, Grecia**) por su apoyo logístico. A MSc. Carlos Masís (**Cyanamid de Costa Rica S.A.**) y MSc. Carlos L. Rogríquez V. (**Productos Especiales Del Monte, Costa Rica**), por su asesoría. Al Ing. Freddy Fernandez V. (**SANDOZ, Costa Rica**), por facilitar las trampas de captura, Pherocon 1C. A los agricultores en cuyos campos se efectuó el trabajo.

LITERATURA CITADA

- ALVARADO, B.; RIVERA, E. 1990. Tomato pinworm (Lepidoptera: Gelechiidae): An increasing pest on tomatoes in Sinaloa, México. Fla. Entomol. 73(4):677-680.
- BIRCH, M.C.; HAYNES, K.F. 1990. Feromonas de insectos. Trad. por X. Bellés. Oikos-tau. España, 95 p.
- CALVO, G; BARRANTES, L.; HILJE, L.; SEGURA, L.; RAMIREZ, O.; KOPPER, N.; RAMIREZ, A.; CAMPOS, J.L. 1994. Un esquema comprensivo y funcional para el manejo integrado de plagas del tomate en Costa Rica. In Lecturas sobre manejo integrado de plagas. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No.237. 73 p.

- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No.151. 138 p.
- DAVID, P.J.; HORSBURGH, R.L. 1989. Effects of pheromone trap design, placement and pheromone dispenser and load on male *Platynota flavedana* and *P. idaeusalis* (Lepidoptera: Tortricidae) catches in Virginia apple orchards. *Environ. Entomol.* 18: 145-149.
- ELMORE, J.C.; HOWLAND, A.F. 1943. Life history and control of the tomato pinworm. USDA Tech. Bull. 841. 30 p.
- EVO, F.P.; HILJE, L. 1993. Importancia del género *Heliothis* (Lepidoptera: Noctuidae) dentro del complejo de gusanos del fruto del tomate en Grecia, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (C.R.)* 27:35-41.
- HASEGAWA, R.M. 1982. Population dynamics and diel periodicity of adult flight activity of the tomato pinworm, *Keiferia lycopersicella* (Walsingham). M.S. Thesis. Riverside, University of California. 66 p.
- KENNEDY, G.G. 1975. Trap design and other factors influencing capture of male potato tuberworm moths by virgin female baited traps. *J. Econ. Entomol.* 68:305-308.
- KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos alimenticios anuales en América Central. London, Overseas Development Administration. 182 p.
- LEWIS, T.; MACAULAY, E.D. 1976. Design and elevation of sex attractant traps for pea moth, *Cydia nigricana* (Streh.) and the effect of plume shape on catches. *Ecol. Entomol.* 1:175-187.
- LIN, S.Y.H.; TRUMBRE, J.T. 1985. Influence of temperature and tomato maturity on development and survival of *Keiferia lycopersicella* (Lep.: Gelechiidae). *Environ. Entomol.* 14:855-858.
- MORA, N.; RODRIGUEZ V., C.L.; LEPIZ, C.S. 1990. Evaluación de trampas de feromona sexual en la captura de machos de *Plutella xylostella* L. (Lep.: Plutellidae) en repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*). *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 16:23-27.
- PEDIGO, L. P.; LENTZ, G.L.; STONE, J.D.; COX, D.F. 1972. Green cloverworm populations in Iowa soybean with special reference to sampling procedure. *J. Econ. Entomol.* 65:414-421.
- PEÑA, J.E. 1983. Tomato pinworm, *Keiferia lycopersicella* (Walsingham) population dynamics and assesment of plant injury in southern Florida. Ph.D. Thesis. Gainesville, Fla., EE.UU., University of Florida. 265 p.
- POE, S.L. 1973. The tomato pinworm in Florida. Agricultural Research and Education Center, IFAS, University of Florida. Bradenton, Florida. Research Report GC1973-2. 4 p.
- POE, S.L.; CRILL, J.P.; EVERETT, P.H. 1975. Tomato pinworm population management in semitropical agriculture. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 88:160-165.
- RODRIGUEZ V., C.L.; MURILLO, R.; LEPIZ, C. 1988. Fluctuación de las capturas de las polillas de la papa *Scrobipalopsis solanivora* Povolny y *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep.: Gelechiidae) en Cartago, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 7:1-12.
- ROCHA, R.; SALINAS, J.G. 1987. Diseño de trampas con feromona sexual para capturar adultos de palomilla de la papa. *Revista Chapingo (México)* 56-57:39-43.
- ROSSET, P. 1988. El manejo de insectos en tomate: algunas consideraciones sobre la experiencia en Centroamérica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 7:1-12.
- SAS INSTITUTE. 1989. SAS use's guide: statistics. SAS Institute, Cary, N.C.
- THOMPSON, D.C.; CAPINERA, J.L.; PILCHER, S.D. 1987. Comparison of an aerial-pan pheromone trap with traditional trapping techniques for the European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). *Environ. Entomol.* 16:154-158.
- TOSI, J.A. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica según la clasificación de zonas de vida del mundo de L. R. Holdridge. San José, C.R., Centro Científico Tropical. Esc. 1:750 000. Color.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA. 1990. Integrated pest management for tomatoes. 3 ed. Div. of Agric. & Nat. Res., Public. 3274. Oakland, Calif. USA. p. 32-59.
- VAN STEENWYK, R.A.; OATMAN, E.R.; WYMAN, J.A. 1983. Density treatment level for tomato pinworm (Lepidoptera: Gelechiidae) based on pheromone trap catches. *J. Econ. Entomol.* 76:440-445.
- WELLIK, M.J.; SLOSSER, J.E.; KIRBY, R.D. 1979. Evaluation of procedures for sampling *Heliothis zea* y *Keiferia lycopersicella* on tomatoes. *J. Econ. Entomol.* 72:777-780.
- WOLFENBARGER, D.O. 1974. Small pest cause big trouble for tomato growers. *Sunshine State Agric. Res. Rep.* 19:14-15.
- WYMAN, J.A. 1979. Effect of trap design and sex attractant release rates on tomato pinworm catches. *J. Econ. Entomol.* 72:865-868.