

UNIVERSIDAD DE PANAMA  
VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO



MAESTRIA EN ENTOMOLOGIA

DINAMICA POBLACIONAL Y SINCRONIA BIOLOGICA DE *Keiferia lycopersicella* Walsingham EN  
EL CULTIVO DE TOMATE VARIEDAD ENTERO GRANDE EN LOS SANTOS, PANAMA,  
DURANTE 1999.

POR

FILADELFO GUEVARA CHAVEZ

PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA

2000

DINAMICA POBLACIONAL Y SINCRONIA BIOLOGICA DE *Keiferia lycopersicella*  
Walsingham EN EL CULTIVO DE TOMATE VARIEDAD ENTERO GRANDE EN  
LOS SANTOS, PANAMA, DURANTE 1999.

TESIS

Sometida para optar al título de Maestro en Ciencias con especialización en  
Entomología Agrícola.

VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO

Permiso para su publicación y reproducción total o parcial debe ser obtenido  
en la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado.

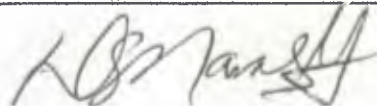
APROBADO:



Asesor



Jurado



Jurado

## AGRADECIMIENTO

A Dios Principal fuente de Fe, Inspiración y Conocimiento.

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) por el financiamiento brindado, para realización de los estudios de Maestría.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) y a sus autoridades correspondientes por darme la oportunidad de la superación académica y personal, así como por el apoyo económico a mi familia durante el tiempo que han durado los estudios de especialización.

A la Facultad de Agronomía (FAUSAC) y sus autoridades por permitirme ausentarme de mis labores y por dejarme ser parte de su equipo de trabajo, cuya vinculación me ha brindado la oportunidad de regresar y contribuir significativamente en la parte en la más he empezado a aprender.

A los miembros de La Subárea de Protección de Plantas de la FAUSAC por hacerme parte integral de su equipo de trabajo lo que me ha permitido tener ese afán de superación

A la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado por el apoyo brindado en la realización de la presente Investigación de tesis.

Al Programa Centroamericano de Maestría en Entomología, por aceptarme dentro de sus cuadros a realizar mis estudios de Maestría, por permitirme participar en ellos y darme su voto de confianza en el quehacer de sus actividades.

Al Dr. Cheslavo Korytkowski por aceptar ser mi asesor de tesis, por su confianza, por dejarme su puerta siempre abierta en los momentos en que más se necesitan y por su dedicación y esmero puesta de manifiesto en la relación enseñanza-aprendizaje.

A los miembros del Jurado, Profesores Diego Navas y Dr. Héctor Barrios por las sugerencias efectuadas en la mejoras del trabajo final.

A la Compañía Panameña de Alimentos Nestlé por permitirme el uso de sus instalaciones y a su Personal de Investigación y Campo, Ing. Candelario Cedeño y al Sr. Raúl Alonzo por su desinteresada colaboración en la realización de la presente investigación.

A mis compañeros de Estudios en la Maestría, Bolívar Jaén, Ricardo Carrasco, Cynthia Costa, Janeth Pardo; por su amistad y especialmente a Helmer Esquivel y Julio Hernández por su amistad, compañerismo y por su tolerancia hacia mi persona.

Al personal Docente y de Investigación de la Maestría en Entomología por su amistad puesta de manifiesta durante el tiempo de duración de la Maestría.

Al personal de campo que contribuyó en el registro de datos de la investigación y a todas las personas que hicieron posible que mi estancia en este Hermoso País, fuera agradable.

## DEDICATORIA

A mis Padres: Alberto Guevara (Q.E.P.D) y Juana Chávez por ser los principales impulsores de esa búsqueda incansable de conocimiento y de superación personal.

A mi Esposa: Liseth Yondrea por su apoyo incondicional luego de esa ausencia necesaria, y a mis hijos con todo mi humilde respeto, Adda Saraí, Julio José Ernesto.

A los agricultores del mundo que necesitan que se les tienda una mano, por ellos y para ellos, el conocimiento generado a través de la presente investigación y que sirva como estímulo para lograr una convivencia pacífica con los recursos que el campo nos provee para lograr nuestra permanencia en el Planeta.

## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	1
CAPITULO I. INTRODUCCION .....	2
CAPITULO II. REVISION DE LITERATURA .....	3
1. Origen y descripción botánica del tomate.....	3
2. Hábito de crecimiento determinado. ....	4
3. Fenología del cultivo: .....	5
4. Influencia de la temperatura en la formación y cuaje de los frutos de tomate .....	6
5. El cultivo comercial de tomate .....	6
6. Riesgos del cultivo: .....	8
7. El enrollador de la hoja de tomate: .....	9
7.1. <i>Keiferia lycopersicella</i> Walsingham (Lepidoptera : Gelechiidae: Gelechiinae )	9
7.1.1. Nombre común: .....	9
7.1.2. Origen y distribución geográfica: .....	9
7.1.3. Hospederos .....	9
7.1.4. Fenología y descripción del insecto .....	10
7.1.4.1. Huevos .....	10
7.1.4.2. Larvas .....	10
7.1.4.3. Pupas .....	10
7.1.4.4. Adultos .....	10
7.1.5. Taxonomía .....	11
8. Importancia agrícola .....	11
8.1. Daño .....	12
8.2. Condición de plaga .....	12
8.3. Comportamiento y ecología .....	12
8.4. Enemigos naturales .....	13
9. Influencia de la temperatura en el desarrollo .....	14
10. Métodos de control .....	14
10.1. Control preventivo .....	15
10.2. Decisión del control químico .....	15
10.3. El uso de trampas con feromonas .....	17

11. Las feromonas -----	20
11.1 Feromonas sexuales -----	20
11.2. Las feromonas en el control de plagas -----	21
11.3. Las feromonas en el seguimiento de las poblaciones -----	22
11.4. Feromonas sexuales de <i>Keiferia lycopersicella</i> -----	22
 CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS -----	 23
1. Descripción y ubicación del área de estudio -----	23
2. Sobre el distrito de los Santos -----	24
3. Estimación de la fenología del cultivo y de la sincronía biológica -----	25
4. Estimación de la dinámica poblacional -----	28
5. Estimación de la fenología del insecto -----	29
6. Identificación del insecto -----	29
7. Análisis de la información -----	30
8. Relación entre insectos capturados y el clima -----	32
9. Manejo de los cultivos establecidos -----	32
9.1. El cultivo en época seca -----	32
9.2 El cultivo en época húmeda -----	33
 CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION -----	 34
1. Fenología del cultivo -----	34
1.1. El cultivo en época seca -----	37
1.2. El cultivo en época húmeda -----	38
2. Estimación de la dinámica poblacional -----	40
2.1 Monitoreo de adultos de <i>Keiferia lycopersicella</i> en época seca -----	40
2.2 Monitoreo de adultos de <i>Keiferia lycopersicella</i> en época húmeda-----	44
2.3 Dinámica poblacional de adultos de <i>K. lycopersicella</i> en dos ciclos de cultivo	47
2.4 Monitoreo de estadios biológicos <i>Keiferia lycopersicella</i> -----	49
3. Estimación de la sincronía biológica -----	52
4. Asociación de constantes térmicas entre la fenología de la planta de tomate y el insecto	55
4.1. Del cultivo de tomate var. Entero Grande -----	55
4.2. De las poblaciones de adultos de <i>Keiferia lycopersicella</i> -----	56

5. Fenología e identificación del insecto -----	58
6. Relación entre factores climáticos y la cantidad de adultos capturados -----	61
CAPITULO V. CONCLUSIONES -----	64
CAPITULO VI. RECOMENDACIONES -----	66
CAPITULO VII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA -----	67
ANEXO -----	69

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA. 1.	Ubicación del área de estudio en el Distrito de Los Santos, Península Azuero, Panamá. -----	24
FIGURA. 2.	Selección y marcado de los puntos de muestreo en el cultivo de tomate var. Entero Grande. Los Santos, Panamá, 1999. -----	27
FIGURA. 3.	Muestreo y registro de datos en el cultivo de tomate var. Entero Grande. var. Entero Grande, Los Santos, Panamá. 1999. -----	27
FIGURA 4.	Ubicación de las trampas tipo Delta situadas por encima de los terminales de las plantas de tomate var. Entero Grande, Panamá, 1999.-----	28
FIGURA. 5.	Infestación artificial en el Laboratorio de la Maestría en Entomología. Universidad de Panamá. 2000. -----	31
FIGURA 6.	Altura promedio de la planta de tomate var. Entero Grande en en época seca, y en época húmeda. Panamá, 1999. -----	34
FIGURA 7.	Número de ramas promedio por la planta de tomate var. Entero Grande en época seca y en época húmeda. Panamá, 1999 -----	35
FIGURA 8.	Número de hojas promedio por rama por planta de tomate var. Entero Grande en época seca y en época húmeda. Panamá, 1999. -----	35
FIGURA 9.	Número de flores promedio por la planta de tomate var. Entero Grande en época seca y en época húmeda . Panamá. 1999. -----	36
FIGURA 10.	Número promedio de frutos por planta de tomate var. Entero Grande en época seca y en época húmeda. Panamá, 1999-----	36

FIGURA 11.	Dinámica poblacional de <i>Keiferia lycopersicella</i> Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande, en Los Santos, Panamá, entre febrero y mayo. 1999.-----	42
FIGURA 12.	Dinámica poblacional de <i>Keiferia lycopersicella</i> Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande en Los Santos, Panamá, entre junio y octubre. 1999.-----	46
FIGURA. 13.	Dinámica poblacional de adultos de <i>Keiferia lycopersicella</i> Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande en Los Santos, Panamá durante 1999. -	48
FIGURA 14.	Comportamiento de las larvas de <i>Keiferia lycopersicella</i> Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande en Los Santos, Panamá, entre junio y octubre de 1999.-----	50
FIGURA 15.	Dinámica poblacional de larvas y adultos de <i>Keiferia lycopersicella</i> Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande en Los Santos, Panamá, entre junio y octubre de 1999 .-----	51
FIGURA 16.	Genitalia del macho de <i>Keiferia lycopersicella</i> Wals. asociada al cultivo de tomate var. Entero Grande. Los Santos, Panamá. 1999.-----	60

## INDICE DE CUADROS

CUADRO I. Variables consideradas en la caracterización del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) var. Entero Grande, en la Villa de los Santos. Panamá, 1999. -----	21
CUADRO II. Datos fenológicos del tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) var. Entero Grande cultivado en época seca, entre febrero y mayo de 1999. Los Santos, Panamá. -----	30
CUADRO III. Datos fenológicos del tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) var. Entero Grande cultivado en época húmeda o lluviosa, entre junio y agosto de 1999. Los Santos, Panamá -----	32
CUADRO IV. Capturas de adultos de <i>Keiferia lycopersicella</i> Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande en época seca. Los Santos, Panamá. 1999. -----	34
CUADRO V. Capturas de adultos de <i>Keiferia lycopersicella</i> Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande en época húmeda. Los Santos, Panamá. 1999. -----	36
CUADRO VI. Cantidad de Larvas de <i>Keiferia lycopersicella</i> Wals en 25 plantas sujetas a muestreo, durante los meses de junio a septiembre de 1999. Los Santos, Panamá. -----	40
CUADRO VII. Registros climáticos y de capturas de adultos de <i>Keiferia lycopersicella</i> Wals. La Villa de Los Santos, Panamá, 1999. -----	51

## RESUMEN

En el Distrito de los Santos, durante 1999, se mantuvo el monitoreo de las poblaciones de adultos de *Keiferia lycopersicella* Wais, en dos temporadas de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Müller) var. Entero Grande a través del uso de trampas tipo deita con atrayente sexual (feromona), determinándose que esta especie permanece en la zona de cultivo y sobrevive en residuos de cultivo que el agricultor abandona una vez terminada la campaña normal de cultivo, en las que sus poblaciones tienden a incrementarse, principalmente en los meses de mayo y septiembre. Se determinó además que los periodos iniciales de infestación en el cultivo establecido en época seca, se da entre los 40 a los 50 días después del trasplante, lo que correspondió a la etapa de plena floración, y a los 64 días, en la etapa de fructificación; mientras que en época húmeda, se dio al inicio de la floración, esto fue entre los 18 y 36 días, como consecuencia de la existencia de cultivo en forma escalonada y a los 66 días que coincidió con la etapa de fructificación y maduración de frutos. Se determinó que los factores climáticos no tuvieron ninguna relación entre la cantidad de adultos capturados, por lo menos en estas condiciones de temperatura entre 22 y 36 grados centígrados, con una precipitación acumulada en época seca entre 29.5 y 673 mm en época húmeda; y con humedades relativas entre 74 y 94 %. En lo que respecta a la fenología del cultivo, se determinó que ambos periodos de floración fueron coincidentes: tanto en época seca y húmeda se dieron entre los 35 y 36 días después del trasplante. Sin embargo, los ciclos de cultivo fueron diferentes en el tiempo de duración de los mismos: en época seca fue 120 días y con un periodo de cosecha de hasta 30 días, mientras que en época húmeda el ciclo de cultivo se concluyó a los 81 días. En lo que respecta a la fenología del insecto en el laboratorio, se determinó que el promedio de días que la larva (estadios I - IV) necesitó para llegar a adulto fue entre 16 a 19 días a una temperatura media de 25.17 °C ( $\pm 0.94$ ). Con una proporción de sexos de 55.10 % hembras y 44.90 % machos (22 individuos), es decir, una relación de machos a hembras de 1: 1.2.

## SUMMARY

In Los Santos district of Panama during 1999 a survey of adults of *Keiferia lycopersicella* Wais, was conducted in two tomato var. Entero Grande, growing seasons using deita traps lured with sexual feromone. It was determined that the insect persists in the field in crop residues abandoned after harvest when the population tends to increase mostly in May and September. The initial infestation during the dry season took place 40 to 50 days after transplant at flowering stage, and at 64 days at fruiting stage. During the rainy season infestation began early in the flowering stage within 18 and 36 days after transplant due to the presence of tomatoes growing in the area. Fruit infestation began 66 days after transplant. Apparently, weather conditions did not affect the number of adults caught at temperatures ranging between 22 and 36°C, and accumulated rainfall of 29.5 mm in the dry and 673 mm in the wet season, the relative humidity being 74 and 94 % respectively. As to the phenology of the tomato plant studied thru the two growing seasons, there was practically no difference; blooming took place 35 and 36 days after transplant; but the length of the growing cycle was different: longer for the dry season (120 days) and 30 days of harvest, while in the wet season the period from planting to the last day of harvest lasted 81 days. In the laboratory at a mean temperature of 25.17°C it took the larvae 16 to 19 days to reach the adult stage. The sex ratio determined from 49 pupae was 1:1.2 (male:female).

CAPITULO I  
INTRODUCCION

## INTRODUCCION

El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) es una actividad que se ve afectada por una gran cantidad de insectos plaga, entre los que se puede citar al enrollador de la hoja *Keiferia lycopersicella* Walsingham (Lepidoptera: Gelechiidae) que año con año causa pérdidas en la mayoría de las áreas sembradas de tomate, principalmente en la Provincia de Los Santos que cubre 86% de la producción con aproximadamente 480 productores. Durante el ciclo de cultivo se aplica gran número de plaguicidas para controlar a este insecto, sin que a la fecha se obtengan resultados satisfactorios, lo que ha provocado gran preocupación entre los productores de este importante cultivo. El daño a la planta la ocasiona la larva que se alimenta de la hoja provocando minas y enrollamientos a las mismas o bien formando manchas de color marrón y en ataques severos barrena el fruto e inclusive el tallo, por lo que el insecto constituye un serio problema en períodos secos, pudiendo en algunos casos destruir totalmente la capacidad productiva, por lo que el productor realiza aplicaciones calendarizadas sin ningún criterio técnico.

Para determinar el momento oportuno de aplicación de una determinada medida de control contra este insecto plaga, se efectuó un monitoreo del adulto, mediante el uso de trampas con feromona y un muestreo de las plantas establecidas consecutivamente en dos campañas de cultivo en los campos experimentales de la Compañía Panameña de Alimentos (NESTLE); una en la estación normal de cultivo, estación seca comprendida entre los meses de enero a mayo, y otra durante la estación húmeda o lluviosa, comprendida entre los meses de junio a octubre, de 1999. Además de la dinámica poblacional de este insecto y su sincronía biológica con el cultivo, se efectuó una prueba de correlación múltiple entre los factores climáticos (temperatura, precipitación y humedad relativa) y la cantidad de adultos capturados en las trampas. También se efectuó una caracterización de la variedad de tomate (fenología del cultivo), normalmente para uso industrial, y finalmente en el laboratorio se determinó la fenología y la identificación del insecto colectado durante los muestreos. Las hipótesis que se habían planteado fueron que *K. lycopersicella* presentaba fluctuaciones poblacionales mayores solo en época de producción del cultivo; que los períodos iniciales de infestación se daban a cinco días de iniciada la floración y que los factores climáticos no influían significativamente en la densidad poblacional de este insecto durante el cultivo.

CAPITULO II  
REVISION DE LITERATURA

## REVISION DE LITERATURA

### 1. ORIGEN Y DESCRIPCION BOTANICA DEL TOMATE

El tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill, es una planta originaria de América, habiéndosele encontrado diversidad de especies nativas y silvestres, así como especies domesticadas. De acuerdo a las clasificaciones y a un reacomodamiento taxonómico se evidencia la existencia de otras especies de tomate como: *L. peruvianum* y *L. lycopersicon* y otras que pertenecen a la familia Solanaceae. Específicamente originario de la zona andina (Perú, Bolivia, Ecuador), aunque la zona de domesticación fue el sur de México y norte de Guatemala, donde existe el mayor grado de diferenciación varietal de la planta. Los nativos le cultivaban antes de la llegada de los conquistadores a América. Sin embargo, es solo a partir del siglo XIX cuando adquiere gran importancia económica a nivel mundial, hasta llegar a ser, junto con la papa (*Solanum tuberosum* L), la hortaliza mas difundida y predominante en el mundo (CATIE, 1990; Villela , 1993).

El tomate cultivado actualmente (*Lycopersicon esculentum*) probablemente se deriva de un ancestro que aún se encuentra en forma silvestre en los trópicos de Centro América y que se conoce como “tomatillo” (*L. esculentum* var. *cerasiforme*). Ambos pertenecen a la familia de las solanáceas (Solanaceae), que incluye otras plantas comestibles domesticadas, [chile o ají (*Capsicum annum* L)], [papa (*S. tuberosum* L)], [berenjena (*S. melogena* L.)], poco domesticadas [miltomate (*Lycopersicon puberolum*)], no domesticada pero de uso tradicional [hierbamora o macuy (*Solanum nigra*)], y otras sin ningún uso actual. La familia es de fácil reconocimiento en el campo por ciertas características botánicas. Típicamente sus miembros contienen alcaloides (por ejemplo en tomate tomatina y tomatidina) en concentraciones variables, dependiendo de la especie y de la parte de la planta que se trate [CATIE, (*sup. cit.*)].

La planta de tomate posee tallos herbáceos y ramificados. Sus hojas son compuestas imparapinadas, de forma alargada y alternas, conformadas por siete a nueve foliolos con bordes, dentados. Las hojas compuestas alcanzan longitudes de 10 a 40 cm. La planta de tomate puede alcanzar diferentes alturas pero depende de su hábito de crecimiento, estas alturas oscilan entre 0.4 a 2.5 m. [Vilella, (*op. cit.*)].

La inflorescencia de tomate está compuesta por un racimo floral, consta de una sucesión de ejes, cada uno de los cuales contiene un botón floral. La flor posee un pedúnculo con cáliz gamosépalo, con cinco a 10 lóculos. La corola es gamopétala de color amarillo con cinco o más lóculos. El androceo presenta cinco o más estambres los cuales están adheridos a la corola, las anteras están unidas en su base y las mismas forman un tubo. El gineceo presenta de dos a 30 carpelos que dan origen a los lóculos del fruto. Su constitución es pistilar, con un ovario súpero, estilo liso y estigma de forma achatada [CATIE, (*op. cit.*)].

El fruto es una baya de color variable, pudiendo ser verde, amarillo, rosado y rojo. Existen diferentes formas de frutos, la superficie de los mismos es lisa, presentando en algunos casos lobulaciones hundidas formadas por surcos longitudinales. El tamaño y el peso del fruto de tomate es variable según el material genético (variedad o híbrido) y alcanza diámetros variables [CATIE, (*op. cit.*)].

Los hábitos de crecimiento de la planta de tomate pueden ser de dos maneras: Crecimiento determinado e indeterminado.

## 2. HABITO DE CRECIMIENTO DETERMINADO

Las plantas de tomate de hábitos de crecimiento determinado, son tipo arbolito o arbustivo. Que presentan un porte bajo, son compactos y la producción de frutos se concentra en un período relativamente corto. Las plantas crecen, florecen y fructifican en etapas bien definidas o marcadas.

Este tipo de tomate tiene inflorescencias apicales en las cuales una vez que ocurrió la polinización, el crecimiento de la planta queda determinado o interrumpido. Los tomates que se utilizan para la industrialización de pasta son por lo general de este hábito [CATIE, (*op. cit.*)].

En las plantas de hábito de crecimiento determinado, sus yemas terminales no producen frutos pero detienen el crecimiento del tallo. Existen variaciones en las plantas de tomate con este hábito de crecimiento, que pueden ser altos o pequeños, lo que tiene que ver con la densidad de plantas por hectárea a establecer, de esa cuenta se tiene que después que se ha preparado el terreno, se define el sistema de siembra a emplear, ya que de esto depende la distancia entre surcos y otros factores a considerar para el manejo del cultivo pero básicamente se consideran a surco sencillo y a surco doble [CATIE, (*op. cit.*)].

### 3. FENOLOGIA DEL CULTIVO

La diversidad de microclimas en los que se cultiva el tomate hace difícil una generalización de la fenología del cultivo. Sin embargo, se considera necesario la presentación de los estadios de desarrollo y su duración para una de las condiciones comunes de las áreas tomateras de la región. El desarrollo y la fenología de una variedad de tomate de hábito determinado, creciendo en condiciones de trópico seco bajo riego; la plántula de tomate se mantiene en semillero por 20 a 25 días. Luego del trasplante, el tomate continúa en su etapa vegetativa por 30 a 35 días mas, y a los 50 ó 60 días (30 - 35 días después de la siembra) se inicia la floración.

La etapa reproductiva, floración y fructificación, se extiende por unos 32 a 40 días antes de la cosecha, la cual se inicia entre los 62 y 75 días después de la siembra. Bajo condiciones de buena nutrición y buena sanidad del cultivo, se realizan hasta seis o siete cortes, según la variedad, durante un período entre 20 a 25 días. El ciclo total del cultivo desde la siembra hasta el último corte, oscila entre los 82 y los 100 días [CATIE, (*op. cit.*)].

#### 4. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA FORMACION Y CUAJE DE LOS FRUTOS DE TOMATE

El cuaje deficiente de los frutos en el tomate, generalmente se presenta cuando las temperaturas máximas del día exceden los 38 °C, durante cinco a 10 días antes de la *anthesis*. Igualmente, es deficiente la fructificación, cuando ha ocurrido la *anthesis* y la temperatura es mayor de 38 °C, por espacio de dos a tres días después, debido a que el embrión es destruido después de la polinización. De manera similar ocurre cuando las temperaturas mínimas nocturnas son altas (mayor de 25 a 27 °C), pocos días antes o después de la *anthesis*, por lo que el porcentaje de frutos "cuajados" es bajo. La presencia de vientos calientes dificulta la polinización y el "cuaje". Las temperaturas bajas, menores de 10°C tienden a producir aborto en la flor provocando su caída [Villega, (*op. cit.*)].

La planta de tomate responde bien a temperaturas altas, siendo las mínimas para la germinación de semillas de 10 °C con una temperatura máxima de 35 °C y un óptimo entre 17 a 20°C . Una temperatura óptima de crecimiento está entre 12 y 30 °C con un promedio de 22°C. El crecimiento de las raíces se da a temperaturas superiores de 16°C (Advisory Committee on Vegetable Crops, 1997).

Con relación al fotoperíodo, la planta de tomate responde por lo general a una condición del día neutro, sin embargo, bajo condiciones de día largo, la planta tiende a florecer más precozmente, mientras que el día corto favorece el desarrollo vegetativo con floración tardía [Villega, (*op. cit.*)].

#### 5. EL CULTIVO COMERCIAL DE TOMATE

De la gran diversidad de hortalizas de follaje y frutos que se explotan a nivel centroamericano, el tomate es la más importante, tanto por la superficie dedicada a la siembra (21,000 ha/año) como por el valor de la producción que alcanza mas de US \$ 50 millones. Este cultivo genera una alta entrada de divisas, especialmente en Guatemala y Panamá, emplea gran cantidad de mano de obra y promueve una considerable actividad económica por el monto de insumos y horas/hombre dedicadas a su producción,

mercadeo, agroindustria. Asimismo tiene un considerable valor nutricional para la población centroamericana, siendo una fuente importante de vitaminas y minerales, con un consumo per cápita diario de 0.030 kg por habitante [CATIE, (*op. cit.*)].

A pesar de que las explotaciones tomateras son intensivas y tecnificadas, los rendimientos son bajos (12.75 ton/ha) en comparación con el norte de América y Europa, donde se obtiene un promedio de 25 ton/ha. Una de las causas de esta baja producción es la incidencia de plagas, que en ocasiones destruyen por completo el cultivo o reducen de manera sustancial el rendimiento, haciendo las explotaciones poco rentables. Sin embargo en los últimos cinco a diez años la producción de tomate en Panamá ha tenido un incremento sustancial de aproximadamente 32.5 ton/ha con un valor industrial bruto de US\$5.25 millones [CATIE, (*op. cit.*)].

El tomate es producido en centro América principalmente para consumo en fresco. En los últimos años, el uso de tomate en la industria ha aumentado considerablemente, lo que ha provocado un incremento en el área de siembra. La mayor parte de las 21,000 hectáreas cultivadas se siembran en Guatemala (9,600 hectáreas) y Honduras (3,500 hectáreas), lo que representa el 62% del total del área sembrada en Centro América [CATIE, (*op. cit.*)].

La siembra de tomate es estacional y responde a expectativas de precios por parte de los agricultores y a la disponibilidad de tierra con suficiente agua. Los rendimientos dependen del nivel tecnológico aplicado por los productores, de los factores climáticos y de la incidencia de plagas y enfermedades. Los precios del tomate son inestables debido específicamente a dos factores: a) variaciones en la oferta y b) lo percedero del producto. Durante las épocas de sobreproducción, el productor recibe bajos precios por su producto, por lo que en ciertas ocasiones, a veces lo deja perder. En épocas de baja producción, obtiene altos precios por su producto sin importar su calidad. Lo que causa grandes variaciones en el precio en periodos muy cortos [CATIE, (*op. cit.*)].

Los productores de la región tienen acceso a una alta tecnología. Se hacen grandes inversiones en insumos e implementos. Estas inversiones, en combinación con las grandes fluctuaciones en los precios, representan altos riesgos para los productores de tomate.

## 6. RIESGOS DEL CULTIVO

Una de las fuentes de riesgo más importantes para el productor son las plagas, que pueden ocasionar pérdidas en el rendimiento y calidad del producto, reduciendo los ingresos del agricultor. Los principales problemas reportados en el cultivo son los insectos dañinos y las enfermedades. Con respecto a los insectos, se han reportado en Panamá, pérdidas entre 10 y 50% debido al “enrollador” de la hoja (*Keiferia lycopersicella*). Las reducciones en el rendimiento causados por el gusano del fruto (*Heliothis* spp.) son para Costa Rica y Panamá de un 10% y para Guatemala de entre 20 al 40% [Ramírez *et al.*, 1989; CATIE, (*op. cit.*); Cubillo *et al.*, 1995)].

La reducción en los rendimientos debido a las plagas afecta negativamente las ganancias del agricultor. Al combatir las plagas el productor espera recibir beneficios por su acción. Para garantizar esto, se deben controlar las plagas solamente cuando el costo de su control es menor que los beneficios esperados. Los productores de la región han respondido a las pérdidas en la producción debido a las plagas con una alta inversión de recursos en su combate.

En un trabajo realizado con productores de tomate en el Valle Central de Costa Rica, se determinó que los agricultores con expectativas de precios y rendimientos altos aumentan en 31% el uso de insecticidas respecto a los menos optimistas. La principal táctica de combate practicada por los agricultores de la región es el uso de los plaguicidas, aplicados en forma calendarizada. En el Valle Central de Costa Rica, en la época de invierno, los agricultores llegan a realizar hasta 24 aspersiones de plaguicidas [CATIE, (*op. cit.*)].

En la región centroamericana el gasto de plaguicidas para el control de insectos en enfermedades representa entre el 12 y el 22% de los costos directos de producción. Este gasto y el costo de su aplicación representa entre el 20 y el 30 % de los costos totales directos [Ramírez *et al.*, (*op. cit.*); CATIE, (*op. cit.*)].

## 7. EL ENROLLADOR DE LA HOJA DE TOMATE

7.1.. *Keiferia lycopersicella* Walsingham (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE : GELECHINAE)

7.1.1. NOMBRE COMUN : gusano alfiler ó gusano aguja.

7.1.2 ORIGEN Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA: sur de Estados Unidos, México, América Central, América del Sur y el Caribe (Saunders *et al.*, 1998).

Según Povolny [1985, En: Pouey y Pérez , (1994)], este insecto es de origen neotropical, en cuya región existen numerosas especies del mismo género y de donde aparentemente se dispersó en forma secundaria a regiones adyacentes (subtrópico americano). A pesar de las dificultades para precisar el área de la cual es autóctono, es muy probable circunscribirlo a la región comprendida entre el norte brasileño, Guayana, Venezuela, zonas de baja elevación en Colombia e islas del Caribe (Antillas menores). Povolny [1973, 1975, 1979, En: Pouey y Pérez (*sup. cit.*) y En: Zimmerman, (1978)] señala que dada su amplia distribución geográfica actual, se le considera una superespecie, que comprende dos o tres especies sibilinas las cuales se diferencian morfológicamente (hábitos y genitalia) y en adaptación a plantas hospederas.

7.1.3. HOSPEDEROS: solanáceas; tomate y papa (*Solanum tuberosum*), se reconocen también solanáceas silvestres y plantas ornamentales [King y Saunders, (1984); Saunders *et al.*, (*sup. cit.*) y Zimmerman, (*sup. cit.*)].

#### 7.1.4. FENOLOGIA Y DESCRIPCION DEL INSECTO

7.1.4.1. HUEVOS: depositados solos o en grupos pequeños en cualquiera de las superficies de la hoja, predominantemente en el envés, y en la parte superior de la planta. En forma de elipse, de color amarillo (anaranjado), de un tamaño aproximado de menos de un milímetro, muy difíciles de localizar. Eclosionan entre los cuatro a los seis días.

7.1.4.2 LARVA: pasa por cuatro estadios, verde pálido a rosado al principio, después grisáceos con manchas púrpura. En el último estadio llegan a medir entre seis a ocho milímetros cuando está completamente crecida. En los primeros estadios minan las hojas, formando galerías y posteriormente enrollan y pegan las hojas con seda para formar un refugio. En los últimos estadios perforan los frutos y ocasionalmente barrenan los tallos (usualmente por debajo del cáliz), en donde la larva deja un agujero característico de "alfiler" en la entrada de los mismos inmediatamente por debajo de la superficie de la fruta en la que forma túneles internos. El estado larval dura entre nueve a treinta días.

7.1.4.3. PUPA: el empupamiento se da en el suelo luego que la larva madura se deja caer a éste, teje un capullo cubierto por una capa superficial de tierra. La pupa también se forma algunas veces entre los refugios de las hojas enrolladas por la larva y a veces en los frutos.

7.1.4.4. ADULTO: una palomilla (polilla) de nueve a doce milímetros de color grisáceo. Son especialmente activos durante la noche, reposando en sitios sombreados de la planta durante el día. El apareamiento ocurre poco después de que los adultos emergen y las hembras depositan la mayor parte de sus huevos en los siguientes dos días. Elmore y Howland [1943, En: Zimmerman, (*op. cit.*)] indican que la cantidad de generaciones sucesivas en una año pueden ser de siete a ocho y que, sólo en los meses de verano pueden darse de cuatro a cinco.

7.1.5. TAXONOMIA: según Pouey y Pérez (*op. cit.*), el insecto fue descrito por Walsingham (1897), bajo el nombre genérico de *Eucatopus*, a partir de especímenes colectados en la isla caribeña de Saint Croix. En 1925, Meyrick lo incluyó en el género *Aristotelia* Hübner (Gaede, 1937). Posteriormente y por separado, Busck, (1928) lo describió como *Phthorimaea lycopersicella*, de especímenes minando hojas de tomate en Hawaii (Estados Unidos). Luego el mismo Busck instituyó el género *Keiferia* en 1939 (Povolny, 1973) citado por Pouey y Pérez, (*op. cit.*) y Zimmerman, (*op. cit.*) aparentemente utilizando *P. lycopersicella* como especie tipo. Este último género ha permanecido como válido, pero la autoría de la especie se le dejó a Walsingham, siguiendo la ley de prioridad. Zimmerman (*op. cit.*) también destaca que *Keiferia* es el grupo mas pequeño de las especies americanas de las que Busck separó de *Phthorimaea* principalmente por la característica de la genitalia del macho, que es delgado en vez de ancho en *Keiferia* y en forma de "lengua" en *Phthorimaea*, sin embargo Busck no describió ninguna forma de como distinguir entre las hembras de éstos.

## 8. IMPORTANCIA AGRÍCOLA

Desde hace varias décadas, este insecto ha sido referido como problema entomológico en tomate (*Lycopersicon* spp.) y otras solanáceas cultivadas. Así, Morrill [1925, En: Pouey y Pérez, (*op. cit.*) y En: Zimmerman, (*op. cit.*)] lo cita como *Phthorimaea glochinella* Zeller, en la costa oeste de México; reconociendo después que se trataba de *P. lycopersicella* (Keifer 1937). Entre las primeras menciones para California, EE.UU. están las de Campbell y Elmore, (1931) así como las de Keifer [1936 y 1937, En: Pouey y Pérez, (*op. cit.*) y En: Zimmerman, (*op. cit.*)]. *Keiferia lycopersicella* adquirió apreciable importancia en las zonas tomateras de California (University of California, 1990), especialmente en el Valle Imperial (Batiste, 1970; Oatman, 1979) y de Florida (Schuster, 1977), [En: Pouey y Pérez, (*op. cit.*)]. En Colombia según Wyman, (1979) citado por Figueroa [1950, En: Pouey y Pérez, (*op. cit.*)], se le conoce desde 1950

En 1987 en Costa Rica, según Carballo y Quezada , [1989, En: Ramírez *et al.*, (*op. cit.*)] en la zona del Guayabo (Turrialba), *K. lycopersicella* ocasionó un promedio de 22 % de fruto dañado con un ámbito entre 9.5 y 35 %, y una pérdida de peso promedio del 18 % con un ámbito entre 10 al 30 % bajo condiciones de aplicación calendarizada de Metamidofós (Tamarón ®) cada 15 días. La variedad de tomate correspondió a Hayslip (Petoseed ®), sembradas en el mes de mayo, y evaluación de pérdidas a través de infestaciones artificiales.

8.1. DAÑO: las larvas minan las hojas reduciendo el área de fotosíntesis y favoreciendo la entrada de patógenos. También perfora la fruta causando su pudrición y pérdida de valor en el mercado. No obstante el daño de la larva en las hojas del tomate, el daño significativo es cuando la larva penetra al fruto; en ocasiones es común encontrar tanto a *Keiferia lycopersicella* y *Phthorimaea operculella* afectando el mismo fruto al mismo tiempo [Zimmerman, (*op. cit.*)].

8.2 CONDICION DE PLAGA: puede ser importante localmente en algunas áreas productoras de tomate con un historial de aplicación de plaguicidas, y está casi ausente en las siembras recientes y de subsistencia. Según Poe [1973, En: Wadill y Pohronezny, (1979)], indica que hasta antes de 1970, en el estado de La Florida (Estados Unidos), *Keiferia lycopersicella* no era considerada como plaga clave, ya que dicha condición la alcanzó en 1971. Generalmente las infestaciones de *K. lycopersicella* han sido combatidas con múltiples aplicaciones de plaguicidas, sin embargo Oatman [1970, En: McLaughling *et al.*, (1979)] demostró que en ausencia de aplicaciones de insecticidas, sus parasitoides pueden suprimir las poblaciones existentes de larvas, lo que de alguna manera sugiere que se incluya en cualquier otro componente de manejo de esta plaga, como por ejemplo el uso de feromonas, ya que estas no afectan a dichos enemigos naturales.

8.3. COMPORTAMIENTO Y ECOLOGIA: se piensa que *K. lycopersicella* es una plaga secundaria, cuyos brotes son provocados por el uso excesivo de productos químicos de alta toxicidad a sus enemigos naturales.

Otro factor que probablemente contribuye a su “status” de plaga es la disponibilidad de tomate durante todo el año, como consecuencia de la siembra escalonada, y la práctica de dejar frutos y plantas dispersos en el campo después de la cosecha, lo que actúa como “cría” de futuras generaciones de *K. lycopersicella* [CATIE, (*op. cit.*)].

8.4. ENEMIGOS NATURALES: algunos parasitoides reportados para Hawaii incluyen: *Apanteles dignus* Muesebeck, *Horogenes blackburni* (Cameron), *Panhormius pallidipes* (Ashmead). Así como un singular número de otras especies que lo atacan en América [Zimmerman, (*op. cit.*)].

En California (Estados Unidos), desde 1971 hasta 1977, se estudió la bionomía de *K. lycopersicella* Wals. en tomate para ensalada, se colectaron frutos con rangos de infestación larval entre 0.25% (1973) a 39.2 % (1977) y con promedios generales de 13.0 % durante el periodo que duró el estudio. Las poblaciones de larvas se incrementaron abruptamente a finales del mes de septiembre de 1976 y a mediados de octubre en 1977, alcanzándose picos poblacionales de hasta 171 larvas/horas-hombre (búsqueda) y de 345 larvas por metro de surco respectivamente. Los porcentajes de parasitoidismo estuvieron entre 1.6 % (1973) hasta 36.8 % (1972) con un promedio general de 23.0 % durante el tiempo que duró el estudio. Los parasitoides identificados fueron: *Apanteles dignus* Muesebeck (mas abundante, obtenido de larvas) y *A. scutellaris* Muesebeck; *Parahormius pallidipes* (Ashmead) y *Chelonus phthorimaeae* Gahan (Braconidae), y *Campoplex phthorimaeae* (Ichneumonidae) en ese mismo orden. Ya anteriormente en esa misma localidad (sureste de California), se habia efectuado un estudio ecológico de *Keiferia lycopersicella* entre 1963 y 1964 y además de los mencionados parasitoides, se tenían registrados, *Bracon gelechiae* Ashmead (Braconidae), *Chrysocharis* sp. y *Sympiesis stigmatipennis* (Eulophidae). En esas fechas (1963 - 64) las infestaciones de *Keiferia* en frutos se incrementaron al final de la campaña de cultivo hasta el 76.0% (1963) y 64.0% (1964). En ambos años, el parasitoidismo de larvas de *Keiferia* se incrementó hasta en ocho niveles progresivamente durante las campañas lográndose registrar hasta el 100% (Oatman, 1970, y Oatman *et al.*, 1979).

En Venezuela, durante 1988-1990 fue conducido un estudio de la dinámica poblacional de gelechidos y otros artrópodos fitófagos en parcelas de tomate usando la variedad Río Grande, sin insecticidas, con el fin de estimar los niveles de daño que causan y evaluar el efecto de los enemigos naturales en la regulación de sus poblaciones, y se determinó entre los parasitoides más comunes; *Goniozus* sp. (Bethyridae), *Chelonus (Microchelonus)* sp. y *Bracon* sp. (Braconidae), *Tetrastichus* spp., *Zagrammosoma* spp., un Eulophinae y un Elachertini (Eulophidae), respectivamente (Pouey *et al.*, 1997).

## 9. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL DESARROLLO

El tiempo de desarrollo de los huevos, de las larvas minadoras (I - II) y larva enrolladora de hojas (III - IV) y pupas fue evaluado a diferentes rangos de temperatura, siendo estas de ocho, 11, 14, 17, 20, 26, 32, 35, 38, 41 y 44 grados centígrados ( $\pm 0.5$  °C) y con un fotoperiodo de 12:12 horas ( $1.8 \times 10^3$  Lux). Se usó una humedad relativa entre 50 y 70 %, ajustada con ácido sulfúrico, según Hodgman, (1948) citado por Lin y Trumble, (1985). Se determinó por ejemplo que a 26 °C el tiempo de incubación de los huevos fue de 5.6 días, el de larva minadora (I - II) de 5.8 días, el de larva pegadora de hojas (larva III - IV) de 6.2 días, el estado de pupa fue de 8.4 días, haciendo un total desde huevo hasta la emergencia del adulto de 26 días. Las mayores mortalidades de huevos ocurrieron con las temperaturas de 11 °C, 38 °C y 41 °C [(Lin y Trumble (*op. cit*)].

Weiberg y Lange, (1980), indican que los requerimientos de temperatura desde la oviposición hasta la emergencia de los adultos se requieren de un promedio de 456 grados centígrados -días con un umbral mínimo de temperatura de 9.5 °C. Ahora bien, a nivel de laboratorio, utilizando 15 adultos, con una media de 25.5 °C y con fluctuaciones entre una máxima de 31.5 y una mínima de 19.5 °C, y con una humedad relativa promedio de 40% se alcanzaron  $458 \pm 16$  grados centígrados - días, con un rango entre 444 - 495 grados - días (°C).

El ciclo a 26 °C desde la oviposición hasta la emergencia del adulto se completó en  $29.8 \pm 1.7$  grados centígrados - días, siendo desde la oviposición hasta la eclosión del huevo de  $6.2 \pm 0.3$ , desde huevo hasta el inicio de la pupación de  $14 \pm 1.3$  , y de la oviposición hasta la pupación de  $20.2 \pm 1.6$  grados centígrados - días

## 10. METODOS DE CONTROL

Esta plaga insectil es difícil de controlar con insecticidas, como consecuencia de su hábito de protegerse en galerías, hojas enrolladas o frutos, donde el producto difícilmente llega. Un problema relacionado es que el uso de productos efectivos contra *K. lycopersicella*, como Metomil, a menudo provoca brotes incontrolables de *Liriomyza sativae*. Por lo que se recomienda estudiar la relación entre la densidad de *K. lycopersicella* y el rendimiento de tomate [CATIE, (*op. cit.*)].

10.1. CONTROL PREVENTIVO: la recomendación preventiva para *K. lycopersicella* es no dejar frutos en el campo y de eliminar los restos del cultivo (plantas, rastrojos y frutos) después de la última cosecha, enterrándolos o quemándolos. Lo mejor sería dejar en cada zona un lapso mayor que la duración de una generación sin cultivar el tomate, para introducir un “cuello de botella” contra la población de la plaga. La higiene en los campos de cultivo y la limpieza de los recipientes usados para la fruta [Saunders *et al.*, (*op.cit.*)].

10.2. DECISION DEL CONTROL QUIMICO: el control químico es eficaz durante los estadios que minan las hojas. Para sincronizar las medidas de control, es necesario la revisión periódica para buscar galerías en las hojas y en las áreas con una historia de la plaga. La recomendación de de aplicación se da cuando se encuentran de una a dos minas en la primera hoja en 10 plantas revisadas [Saunders *et al.*, (*op. cit.*)]. Poe y Everett, (1974), citados por Ramírez *et al.*, (*op. cit.*) indican que debido al hábito de las larvas de moverse a nuevo follaje y frutos, es esencial utilizar un insecticida con suficiente poder residual para obtener fruto libre de daño, o bien que éstos se apliquen repetidamente.

Mencionan que aunque *Bacillus thuringiensis* es poco adecuado para el control de esta plaga, su uso en mezcla con insecticidas químicos proporciona una mayor residualidad, con lo cual se intercepta la larva cuando esta abandona una mina para establecerse en otra, ya que es este momento en el que la larva es más vulnerable.

Como respuesta curativa a brotes de *K. lycopersicella* se recomienda la mezcla de *Bacillus thuringiensis* con una dosis media de un producto químico. La dosis media es subletal para los parasitoides preservándolos y así manteniendo el control de *Liriomyza*, mientras que potencia la acción del *Bacillus thuringiensis*, volviéndolo más efectivo contra *K. lycopersicella*. Ya que se piensa que las aplicaciones dirigidas a *K. lycopersicella* provocan los brotes de *L. sativae* [Wadill y Pohronezny, (*op. cit.*)].

Steenwyk *et al.*, (1983), encontraron una alta correlación entre el número de minas por metro de hilera muestreado y el porcentaje de fruto dañado, con un coeficiente de correlación de 0.95, y en la que a través de una ecuación de regresión encontraron que por cada tres larvas por metro de la semana previa, resultará en un fruto dañado, en la semana siguiente. Ramírez *et al.*, (*op.cit*) encontraron una relación según ellos significativa ( $r^2 = 0.63, 0.66$  y  $0.66$ ) entre la infestación de *K. lycopersicella* en la primera hoja, primeras dos y primeras tres hojas, de dos guías de cada planta muestreada con el porcentaje de fruto dañado, lo que permite predecir el rendimiento de tomate y la pérdida de peso en base al número de minas que se presentan en las tres hojas superiores. Estos últimos investigadores determinaron los umbrales económicos de *K. lycopersicella* considerando tres precios de tomate en el mercado, considerándolos entre 0.1 y 0.22 minas por planta cuando se evaluó la primera hoja de la planta, entre 0.2 y 0.41 minas por planta cuando se evaluaron las dos primeras hojas y 0.28 y 0.56 minas por planta cuando se evaluaron las tres primeras hojas de la planta.

En Guatemala se ha utilizado con éxito el inhibidor de quitina Tephlubenzuron, que interfiere con el desarrollo normal de las larvas, impidiéndoles empupar.

10.3. EL USO DE TRAMPAS CON FEROMONAS : otro método que ha sido propuesto para el manejo de *K. lycopersicella* es el uso de feromonas de disrupción (interrupción) para interferir con el acoplamiento de los adultos, suprimiendo así la tasa de incremento de la población. Al inudar el campo con fibras que contienen la feromona antes de la llegada de la plaga, se previene la reproducción posterior. El producto funciona únicamente cuando la parcela está aislada por un mínimo de 1,500 m de la parcela más cercana que no está tratada, para evitar la invasión de hembras ya fertilizadas. También se enfatiza la necesidad de aplicar la feromona antes de la llegada de la plaga, toda vez que una infestación es difícil de controlar, método que se utiliza en la actualidad en ciertas áreas de California (Scentry, 1987).

Steenwyk y Oatman, (1983), evaluaron feromonas disruptivas o de interrupción del apareamiento mediante trampas cebadas con feromonas y fibras cóncavas dispensadoras de feromonas y lo correlacionaron con las subsecuentes infestaciones en el follaje y en el fruto, en el sureste de California durante 1980 y 1981. En un estudio en 1980, usaron tres aplicaciones de feromonas en concentraciones de 2.5, 10 y 40 g/ha, y dos patrones de distribución (1.0 x 1.67 m y 2 x 3.33 m), el número de machos capturados con las trampas cebadas con feromonas fue significativamente reducida por todas las concentraciones de feromonas y sus patrones de distribución, en consecuencia, observaron una disminución en el número de adultos capturados cuando se incrementaban las concentraciones de las fibras dispensadoras; no se observó diferencia significativa en los adultos capturados, ni en las infestaciones del follaje o del fruto. En 1981, una sola aplicación de feromona en concentración de 10 g/ha y un solo patrón de dispersión (1.0 x 1.67 m) redujo significativamente el número de adultos capturados y las infestaciones en hojas y frutos. La variedad de tomate empleada en los cultivos fue la Peto Seed ® VF 7718.

En California y México se utilizaron trampas con feromona , en número de dos por parcela de tomate cultivada, para el monitoreo de *K. lycopersicella*, con el propósito de sincronizar las aplicaciones de plaguicidas con la presencia de la plaga, utilizando como umbral de acción una captura de 10 adultos/trampa/noche.

Sin embargo esto no funcionó cuando se probó en el estado de La Florida (Estados Unidos), por falta de una correlación entre la captura de adultos y la población subsecuente de larvas. Otro método para determinar el umbral de acción es el de inspeccionar varias secciones de surco de un metro de largo, registrando el número de larvas encontradas en las minas. Las secciones de surco se deben inspeccionar al azar y el umbral de acción es de cinco a diez larvas por metro de surco. Dichos umbrales fueron validados en Guatemala con buenos resultados y se necesita por lo tanto, probarlos en el resto de los países de la región [CATIE, (*op. cit.*)].

Steenwyk y sus colaboradores (*op. cit.*), bajo las condiciones de California (Estados Unidos), evaluaron trampas con feromonas para la atracción de adultos de *K. lycopersicella* y las compararon con el método tradicional de control químico y determinaron que un promedio de captura de 10 adultos/trampa/por noche es un buen indicativo para empezar el programa de aplicaciones del control químico que se aplican con 1.0 y 1.5 semanas de intervalos entre las aplicaciones. Dicha capturas resultan convenientes y deben considerarse, porque reducen entre dos y tres aplicaciones cuando se calendarizan en todo el período de crecimiento del cultivo. Estos investigadores determinaron que hay cierta relación estadística entre la actividad del vuelo de este insecto con los niveles de apareamiento de infestación de larvas en el follaje una semana después; y el promedio de adultos capturados por trampa por noche y el promedio de frutos infestados dos semanas después.

Sorensen , (1994), señala que para el manejo de las poblaciones de *Keiferia* es importante que sus poblaciones sean monitoreadas usando trampas con feromonas sexuales (trampas tipo aladas (Pherocon wings traps ®) usando tres por acre (3,046 m<sup>2</sup>). Las cuales son activas por tres a cuatro semanas, al término del cual deberá sustituirse (la feromona) y los tratamientos con insecticidas pueden iniciarse cuando éstas tengan cinco ó mas adultos. La cantidad de feromona de disrupción de apareamientos pueden usarse en número de 200 por acre (3,046 m<sup>2</sup>), utilizando plásticos laminados (sobre "clips") o bien espirales de plástico o anillos, lo que ha sido probado para la confusión de machos e interrumpirles el apareamiento, considerando que una sola aplicación es efectiva por cerca de 60 días, lo que impide el movimiento de

hembras no grávidas hacia campos adyacentes. Es importante comenzar la interrupción de los apareamientos al inicio de la plantación, cuando las plantas han sido recién plantadas, pero esta técnica no es efectiva, bajo condiciones de invernaderos o bien cuando los campos adyacentes reportan presencia de adultos.

En Sinaloa (México), durante seis años, Alvarado y Rivera, (1990); entre 1981 hasta 1987, mantuvieron el monitoreo de *K. lycopersicella* utilizando trampas con feromonas para registrar la dinámica poblacional de este insecto durante todo el año, tanto en épocas sin cultivo (1982-1983, 1985-1986 y 1986-1987). Como en épocas normales de cultivo, lugar en el que se establecen tres campañas por año. El monitoreo se efectuó colocando las trampas a lo largo de los canales de riego, y otras en distintos lugares. El número de trampas colocadas varió dependiendo del tamaño de las parcelas, por ejemplo utilizaron una trampa / cinco hectáreas, colocadas en las cercanías de los bosques que circundan los campos de cultivo (a una distancia aproximada de 10 metros de ellos), las capturas efectuadas fueron removidas semanalmente. La feromona y las trampas fueron cambiadas entre tres y seis semanas. La investigación tenía el propósito de ser un componente en el manejo de las poblaciones del insecto plaga, ya que el control que se efectuaba estaba supeditado al uso de fenvalerato y permetrina entre 10 y 25 aplicaciones por campaña de cultivo. En este estudio se determinó que *Keiferia* aún sin la presencia de cultivos en los campos monitoreados, se mantuvo en actividad durante todos los años monitoreados y se registraron algunas explosiones poblacionales (abril y mayo 1985-86) de entre 70 y 83 adultos/trampa/noche. Estos investigadores atribuyeron esas altas infestaciones a los campos adyacentes abandonados que los productores dejaron al terminar la campaña normal de cultivo, localizados entre cinco y 1,300 metros.

En Costa Rica, Cubillo *et. al.* (1995), evaluaron tres tipos de trampa para la captura de *K. lycopersicella* en el cultivo de tomate, en dos variedades siendo estas la Hayslip y la Catalina, los tipos de trampa (tipo alada) con feromonas (Pherocon ® TPW 3142); un recipiente plástico con agua y jabón (de un galón) y un embudo plástico modificado. La cantidad de trampas utilizadas respectivamente fue de cuatro, 14 y 14 respectivamente. Entre los resultados obtenidos destaca que la mayor cantidad de adultos

atrapados por semana fue la trampa del tipo alado, con un promedio de 2.54, seguido por el tipo de galón plástico (2.01) y del tipo de embudo plástico (1.25)., éstas dos últimas no fueron estadísticamente diferentes entre sí.

## 11. LAS FEROMONAS

El término feromona fue utilizado por primera vez por Karlson y Luscher, [1959, En: Andrews y Quezada, (1989)] para describir aquellos mediadores químicos que actúan a nivel intra-específico, es decir, entre dos o mas individuos de la misma especie. Las feromonas tienen un papel en muchos e importantes procesos comportamentales y fisiológicos en los insectos. Estas feromonas y las respuestas mediadas por ellas son adaptaciones que incrementan el éxito reproductivo o la supervivencia, que también se traduce en un éxito reproductivo. Los insectos utilizan la comunicación química intra-específica para localizar alimentos, hábitats y parejas, así como para evitar la depredación. Por otro lado, Brown *et al.*, [1970, En: Andrews y Quezada, (*sup.cit.*)] acuñaron el término Kairomona para designar a los mediadores químicos que actúan a nivel inter-específicos (individuos de diferentes especies) cuya acción beneficia a la especie receptora. De igual manera, se denominaron alomonas aquellos mediadores químicos inter-específicos cuya acción beneficia a la especie emisora, Brown, [1968, En: Andrews y Quezada, (*sup. cit.*)].

Cualquier clasificación de los tipos de feromonas o de comportamientos es intrínsecamente poco consistente, en parte debido al hecho de que los insectos usan las feromonas como mediadoras de una amplia variedad de comportamientos, consecuentemente, ha proliferado una terminología que induce a confusión, sobre todo porque esta terminología asume con frecuencia interacciones de comportamiento que en realidad, no existen (Birch y Haynes, 1982).

11.1. FEROMONAS SEXUALES: estas inducen comportamientos de atracción entre ambos sexos, o más exactamente, son aquellas que incrementan la probabilidad de una cópula correcta. La cópula se produce tras dos fases de comportamiento principales, la primera de ellas es la localización de la pareja.

Cuando un compuesto químico induce la localización de una pareja a larga distancia se le denomina *atrayente sexual*, y cuando una pareja potencial ha sido localizada, se produce un cambio del comportamiento de localización hacia un comportamiento del cortejo. Las feromonas sexuales han sido objeto de una notable atención; por ejemplo, en el Orden Lepidoptera, la feromona de las hembras ha sido identificada en más de 100 especies. Los estudios exhaustivos sobre estos compuestos y sobre los comportamientos que inducen indican que estas feromonas generalmente se componen de más de un compuesto, como es el caso de la mariposa de seda (*Bombix mori*) que se ha comprobado después que utilizan sistemas de varios componentes.

A veces, componentes distintos son responsables de estimular diferentes fases implicadas en los comportamientos de localización de la pareja y del cortejo. En estudios experimentales, a menudo, debe usarse la mezcla exacta de componentes del mensaje odorífero para provocar comportamientos en el macho que mimeticen los que induce la propia hembra emisora, la mezcla exacta de componentes mayoritarios casi siempre es única para una especie dada. lo cual propicia el aislamiento reproductivo respecto a otras especies estrechamente relacionadas con ellas [Birch y Haynes, (*op. cit.*)].

11.2 LAS FEROMONAS EN EL CONTROL DE PLAGAS: el uso de las feromonas para manipular el comportamiento de insectos e impedir la reproducción de especies perjudiciales está proporcionando una estrategia nueva y fascinante para el control de plagas. Existen tres sistemas por los que las feromonas están siendo utilizadas en este sentido contra plagas agrícolas y forestales. El primero de ellos es el uso de feromonas para detectar y estudiar la dinámica de las poblaciones de la plaga, evidentemente no es, en si misma, una técnica de control, pero hace posible que puedan usarse otros métodos de forma mas efectiva.

En segundo lugar, pueden utilizarse un gran número de trampas cebadas con feromona para atraer y eliminar el mayor número posible de individuos de la población en periodo reproductivo, y por último, las feromonas pueden distribuirse en el campo, para impedir al máximo los encuentros de los machos con las hembras, o el comportamiento de agregación. Cualquiera que sea el metodo empleado, el éxito de la

integración de las feromonas en las estrategias de control de plagas dependerá del buen conocimiento que se posea tanto del comportamiento como de la ecología de la plaga [Birch y Haynes, (*op. cit.*)].

11.3. LAS FEROMONAS EN EL SEGUIMIENTO DE POBLACIONES: el sentido fundamental del uso de las trampas de feromonas para el seguimiento de poblaciones es proporcionar una información precisa sobre el momento de emergencia y sobre la magnitud de la población de machos adultos. De este modo, la aplicación de insecticidas u otros medios de control pueden realizarse de forma coordinada con el ciclo biológico del insecto, y puede estimarse la magnitud de las siguientes poblaciones de larvas. Los plaguicidas se aplican solamente cuando la población de la plaga llega a un punto en que el perjuicio que puede causar resulta económicamente inaceptable [Birch y Haynes, (*op. cit.*)]

11.4. FEROMONAS SEXUALES DE *Keyferia lycopersicella*: la feromona sexual producida por *Keyferia lycopersicella* (Walsingham) fue aislada e identificada como (E)-4 tridecenil acetato según el análisis químico efectuado, a través de un ensayo usando un electroantenógrafo y mediante pruebas de campo en California y La Florida (Estados Unidos). Usando jaulas en un cultivo de tomate, la cantidad de machos que fueron capturados fue similar en trampas cebadas con (E)-4-tridecenil acetato solo o mezclado con (Z)-4-tridecenil acetato., no obstante no haber detectado el isómero "Z" en extractos de glándulas de las hembras (Charlton *et al.*, 1991).

CAPITULO III  
MATERIALES Y METODO

## MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se efectuó en la Península de Azuero, en la Villa de los Santos, Provincia de Los Santos, a 225 Km de la capital, Panamá, conocida como la región más seca de Panamá, con precipitaciones que oscilan entre los 800-1000 mm anuales (Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", 1988). El área de estudio comprendió una hectárea cultivada con tomate industrial de la variedad entero grande. Se tomaron datos de temperatura máxima y mínima diaria, y de precipitación a través de la estación meteorológica tipo "B", ubicada dentro de las instalaciones de la Empresa Nestlé.

### 1 DESCRIPCION Y UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

La Villa de los Santos se encuentra a una altitud entre 25 y 30 msnm, con una Latitud Norte de 07° 52' y una Longitud Oeste de 80° 32'. Según la clasificación de las zonas de vida propuesta por Holdridge, ubicada en un Bosque Seco Premontano. Siendo la capacidad agrológica de los suelos de Clase III (la mayor parte), que indica que es arable con severas limitaciones en la selección de las plantas, y que por tanto requiere de conservación especial o ambas cosas, correspondiéndole a la Provincia de los Santos el 5.3% (20,300 hectáreas). Con un clima según Köppen, AWI (Clima Tropical de Sabana) con una precipitación anual menor de 2,500 mm y con una estación seca prolongada. Siendo los meses con lluvia menores de 60 mm en el invierno del hemisferio norte, con una temperatura media del mes mas fresco mayor de 18°C y con una diferencia entre la temperatura media del mes mas cálido y el mes mas fresco menor de 5°C. Con una humedad relativa media anual entre 75 y 79.9%. Siendo la vegetación actual en la Provincia ocupada por áreas de cultivo, sabana y vegetación secundaria o pionera (En: Instituto Geográfico Nacional, "Tommy Guardia", (*sup.cit.*)).

## 2. EL DISTRITO DE LOS SANTOS

La Provincia de los Santos posee una superficie de 3,867 km<sup>2</sup> en la que 428.6 km<sup>2</sup> corresponden al Distrito de los Santos, según el Censo agropecuario de 1990 (En: Fernández *et al.*, 1999) 14,847 hectáreas se encuentran cultivadas por aproximadamente 1,595 productores. Siendo el cultivo de tomate con fines industriales uno de los rubros de producción mas importante con una producción promedio estimada en 32.5 toneladas /hectárea. El Distrito tiene una posición global de 7 ° 45' y 8 ° 00' Latitud norte y 80° 13 ' y 80 ° 32 ' Longitud oeste y una posición regional, en la región central del país, en la Península de Azuero, específicamente en el extremo noreste (Fig. 1).

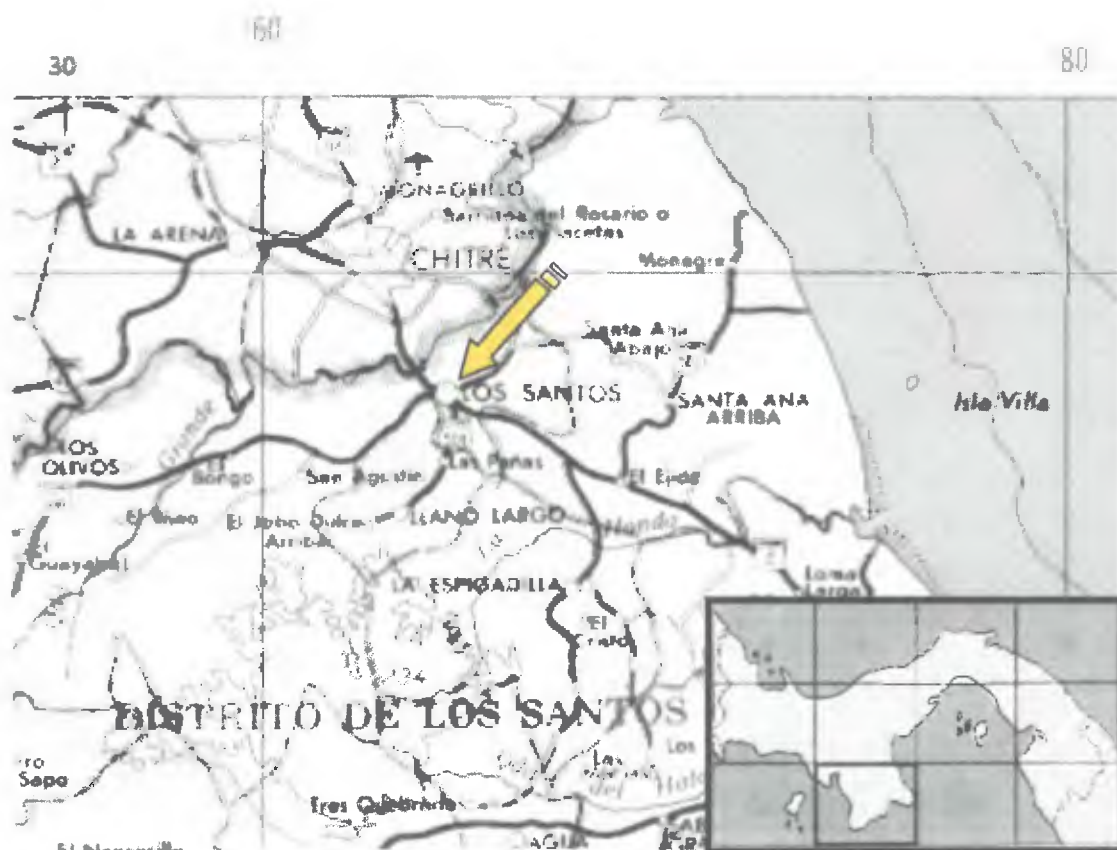


FIG. 1. Ubicación del área de estudio en El Distrito de Los Santos, Península de Azuero, Panamá. (En: Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia, 1998).

### 3. ESTIMACION DE LA FENOLOGIA DEL CULTIVO Y DE LA SINCRONIA BIOLOGICA

Para determinar la sincronía de la colonización de los insectos en las plantas de tomate, se llevó un registro de la fenología del cultivo, desde el momento de la siembra en el campo (transplante) hasta la cosecha del fruto y se indicó la forma del crecimiento conjuntamente con la presencia de estadios de desarrollo del insecto, (desde huevo hasta adulto) con una frecuencia de entre tres a cuatro días.

Se efectuaban muestreos sistemáticos dirigidos a 25 plantas tomando una de ellas como una unidad experimental y como subunidades muestrales hojas, flores, brotes terminales y frutos (Croquis de muestreo, Anexo I). Seleccionadas al azar cada una de las unidades experimentales se colectaron en estado vegetativo cinco hojas/planta, en estado de floración cinco flores/planta, en estado de fructificación dos frutos pequeños, dos grandes y dos maduros por planta, las que se introducían en bolsas plásticas herméticas y se trasladaban al Laboratorio del Programa Centroamericano de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá, dentro de una "hielera" que le permitía conservar la temperatura entre ocho y 10°C, para su observación y análisis mediante el uso de microscopio estereoscópico. Las muestras colectadas se identificaban con un código numérico para facilitar el registro de los datos. En cada unidad experimental se verificaba la presencia o ausencia de huevos y larvas de *Keiferia* en brotes terminales.

Para la caracterización de la variedad de tomate cultivada en la zona, de las 25 unidades experimentales seleccionadas para el muestreo de material biológico, se seleccionaron y marcaron cinco de éstas (con estacas y señaladas con cintas plásticas de color) en las cuales además del muestreo correspondiente (Fig. 2 y 3), se les efectuaban las mediciones de la expresión agronómica y fenotípica de la variedad. Las variables medidas se presentan en el Cuadro I.

CUADRO I. Variables consideradas en la caracterización de la planta de tomate var. Entero Grande. Panamá, 1999.

VARIABLE	OBSERVACIONES
1. Altura de la planta (cm)	Medida tomada desde el suelo hasta el brote terminal
2. Número promedio de hojas	
3. Número promedio de ramas	
4. Días a inicio de floración	Cuando el 80% de las plantas tuvieran flores
5. Número promedio de flores por planta	
6. Días a inicio de fructificación	Cuando el 80% de las plantas tuvieran frutos
7. Días a inicio de madurez	Cuando el 80 % de las plantas tuvieran frutos "rojizos"
8. Número promedio de frutos por planta	
9. Peso promedio de los frutos cosechados (gr)	Estimados sobre la base de 50 frutos



FIG. 2. Vista parcial del área de muestreo, la flecha señala uno de los puntos seleccionados en el cultivo de tomate var. Entero Grande. Los Santos, Panamá, 1999.



Fig. 3. Muestreo y registro de datos en el cultivo de tomate var. Entero Grande. La flecha señala uno de los puntos seleccionados para el muestreo. Los Santos, Panamá, 1999.

#### 4. ESTIMACION DE LA DINAMICA POBLACIONAL

Para estimar la dinámica poblacional del insecto (adulto) durante y después del ciclo del cultivo se usaron dos trampas adhesivas tipo "delta" (Fig. 4) con atrayente sexual (Feromona Pherocon® Cap, TPW 3142), colocadas por encima de los brotes terminales de la planta la altura de crecimiento que manifestó el cultivo, para registrar su presencia en el área. El monitoreo se mantuvo en el área desde antes del establecimiento de los semilleros hasta la cosecha de los mismos, tanto en época seca como en época húmeda. Las trampas fueron revisadas cada 15 días, en los que se removían y contabilizaban los insectos atrapados en éstas. Las feromonas utilizadas en las trampas se cambiaban cada 28 a 30 días. Las capturas de los adultos permitió al final generar gráficas del comportamiento del insecto durante las estaciones de cultivo.

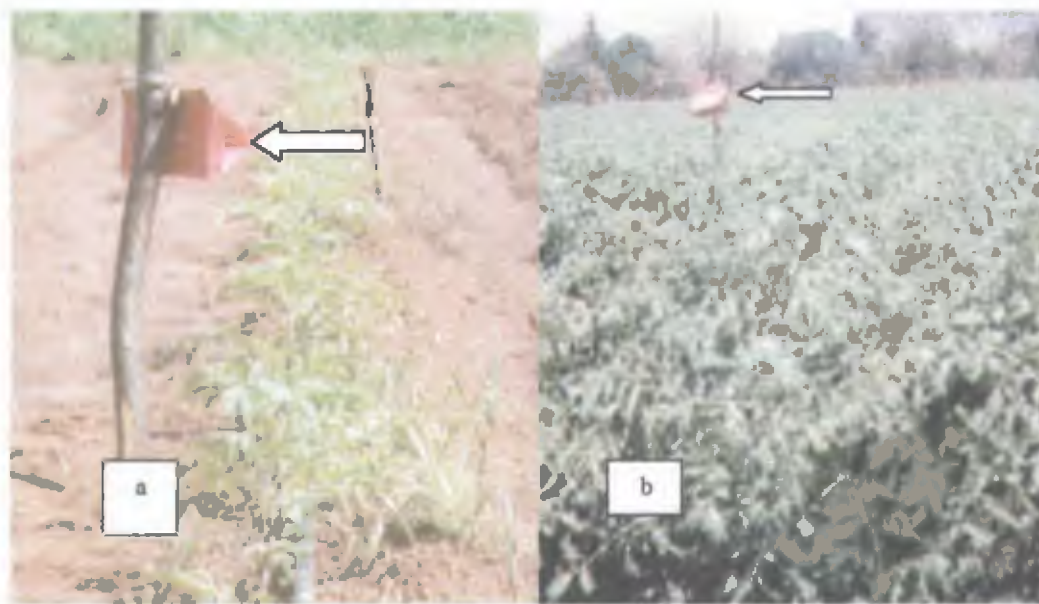


FIG. 4. Ubicación de las trampas tipo "Delta" (color rojo, señaladas), situadas por encima de los terminales de las plantas de tomate var. Entero Grande. a) a los 18 (23 cm) y b) a los 64 días (86 cm) después del transplante. Los Santos, Panamá. 1999.

## 5. ESTIMACION DE LA FENOLOGIA DEL INSECTO

En los muestreos correspondientes se colectó material biológico de estados larvarios I-II y III-IV y se trasladó convenientemente al Laboratorio, lo que permitió hacer allí una infestación artificial de plantas de tomate previamente preparadas para este propósito. El material en el que se encontraron las larvas, se suspendió por entre las hojas de las plantas de tomate para permitirles trasladarse al nuevo hábitat. Las plantas de tomate estaban sembradas en bolsas plásticas de 0.25 m de ancho x 0.35 m de largo y recubiertas por una jaula elaborada de tela de horganza de 0.69 m de largo y 0.24 m de diámetro reforzada con varillas de metal de 2.0 mm de espesor (Fig. 5), para cuantificar los días en que éstas alcanzaban el estado adulto. En el Laboratorio se registró la temperatura media diaria..

## 6. IDENTIFICACION DEL INSECTO

Larvas obtenidas en los muestreos fueron tratadas convenientemente, sumergiéndolas en períodos entre 30 a 60 segundos en agua hirviendo y posteriormente trasladadas a viales de vidrio conteniendo alcohol etílico al 80% y glicerina hidrolizada en proporción de 95 a cinco, respectivamente.

Usando la clave para larvas presentes en Zimmerman, (1978) y Henrich, [1946, En: Capps (1946)] se determinaron , mediante el uso de un microscopio-estereoscopio, las características siguientes: Tamaño o longitud de la larva, color y características de protórax y del escudo cervical, forma de inserción de la cabeza dentro del protórax, posición de la seta larga ubicada entre los ocelos ( $O_2$ ) con respecto al plano formado entre las setas ocelares  $L_1$  (atrás del ocelo 1) y  $A_3$ . (Seta adfrontal 3), y finalmente la forma y posición de los dientes mandibulares.

Con los adultos obtenidos de las larvas de la infestación artificial y con los capturados en las trampas conteniendo feromona, se hicieron los correspondientes aclareos de las alas mediante la utilización de alcohol etílico al 95% , HCl al 10% y cloro comercial, sumergiéndolas en ese orden mediante el uso de

una pinza, durante periodos entre 15 a 20 segundos hasta decolorar las alas. Adultos completos se dejaron sumergidos en ácido acético industrial por espacio de 36 horas, para suavizarlos y los segmentos terminales de estos en KOH al 10% durante 48 horas.

Se identificó el adulto mediante la clave para géneros de la Familia Gelechiinae de Zimmerman (*op.cit.*), y posteriormente se hicieron las comparaciones de los *aedeagus* para la identificación correspondiente de esta especie. Las genitales se introdujeron en KOH al 10% durante 48 horas a temperatura ambiente, posterior a lo cual se hicieron los montajes usando glicerina y las observaciones correspondientes en microscopio con aumentos de 100-400X y se hicieron las tomas fotográficas respectivas, mismas que se presentan en los resultados.

## 7. ANALISIS DE LA INFORMACION

Con los datos de la captura de adultos, el muestreo de las plantas, datos de la fenología de la planta y del insecto, y datos meteorológicos, se creó una base de datos en Excel ® (1997) y su posterior análisis se hizo mediante el paquete Statistica ® 6.0 (1998). Se utilizó estadística básica (no paramétrica) para los promedios de la fenología del insecto y de la planta, en la determinación de la sincronía biológica; y gráficas exponenciales normales y múltiples polinomiales para la presentación de la dinámica poblacional de este insecto tanto en época seca, época normal de establecimiento del cultivo, como en época húmeda, que normalmente no se establecen cultivos.

Mediante el paquete de programas de Estadística se efectuaron las pruebas de correlación y de regresión simple y múltiple para los modelos matemáticos que expresaran el comportamiento poblacional a través del tiempo con respecto a las condiciones ambientales. Todo esto permitió determinar el período de apareamiento del insecto en el cultivo y la etapa susceptible del mismo que pudiese causar daño. Con las capturas efectuadas durante todo el año de monitoreo del adulto se efectuó un análisis de las tasas de incremento para cada una de las generaciones, a través de sus proyecciones en curvas sigmoideas para

estimar el crecimiento promedio diario de estas. Mismas que permitan inferir el grado de daño que estas pudieran causar en el cultivo establecido en ese momento.

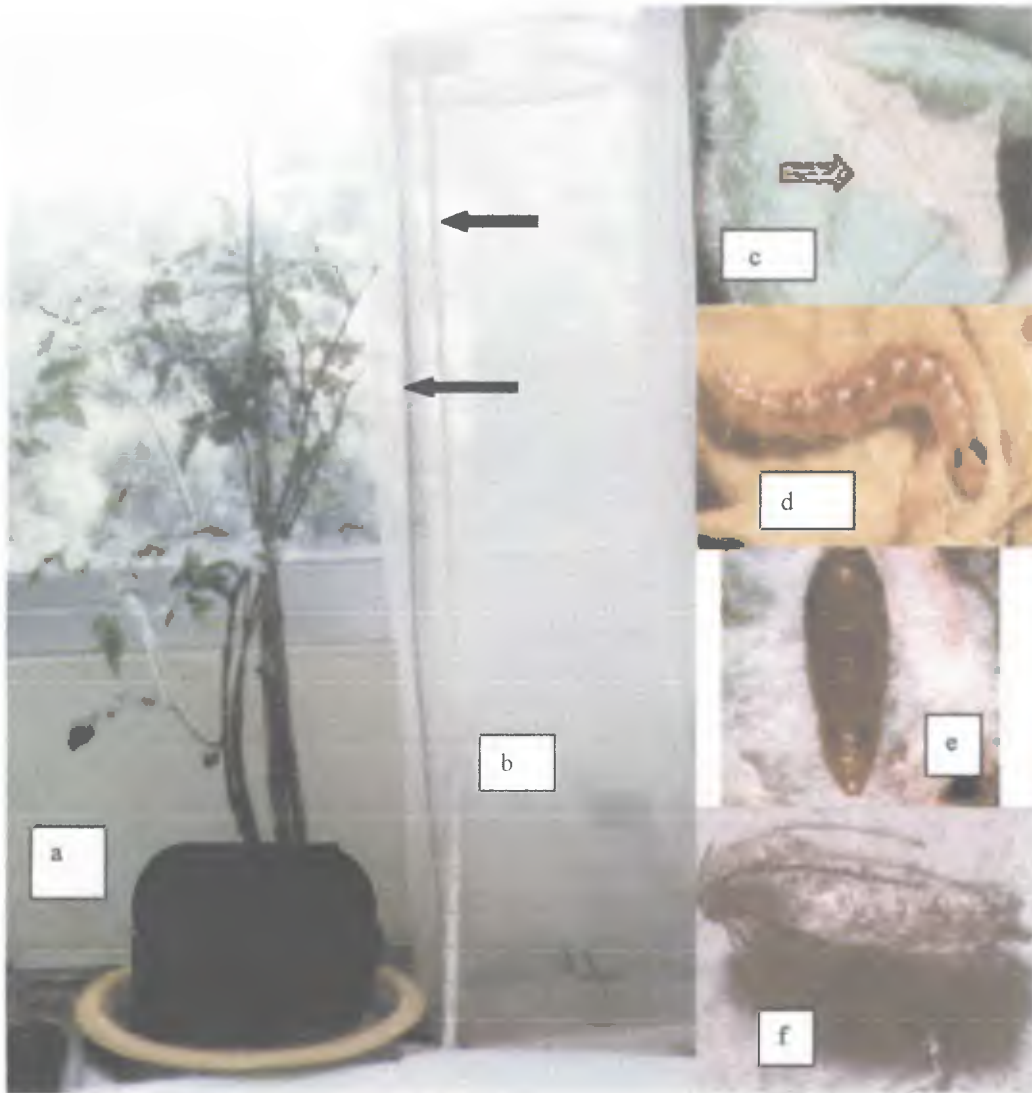


FIG. 5. Planta de tomate (a), jaula utilizada para la infestación artificial (b), las flechas negras señalan las varillas de metal; daño característico (flecha marrón) (c), larva (d), pupa (e) y adulto de *Keiferia lycopersicella*. (f). Universidad de Panamá, 1999.

## 8. RELACION ENTRE INSECTOS CAPTURADOS Y EL CLIMA

Se efectuaron pruebas de Regresión y Correlación múltiple con el paquete estadístico, y se estimaron las temperaturas medias acumuladas (en grados centígrados), las precipitaciones en el período entre una y la siguiente visita efectuada con sus correspondientes precipitaciones acumuladas expresadas en milímetros de lluvia, las temperaturas efectivas sobre la temperatura media estimada del día (temperatura efectiva = temperatura media – 10 grados centígrados) para estimar la constante térmica de cada fecha. Se consideró en forma simple los datos climáticos de temperatura máxima, la temperatura mínima, la precipitación del período de lecturas (esto es la cantidad de agua caída entre una fecha y la del siguiente muestreo), y la humedad relativa (porcentaje). Se consideró a todos los factores climáticos obtenidos y estimados (acumulados) como variables independientes y a la cantidad de insectos capturados por fecha, como variable dependiente, tanto en época seca, como en época húmeda y a ambas en un solo análisis, que además de las pruebas efectuadas, se les determinó su correspondiente relación a través de una matriz de correlación .

## 9. MANEJO DE LOS CULTIVOS ESTABLECIDOS

9.1. EL CULTIVO EN EPOCA SECA: La siembra se efectuó en semilleros (15 x 2.0 m<sup>2</sup>) recubiertos por tela de horganza entre los días 20 y 25 de diciembre de 1998, y la siembra a campo definitivo se efectuó entre los días 13 al 18 de enero de 1999, tiempo a partir del cual, además de considerar el registro de los datos de las plantas objeto de muestreo se colocaron las trampas con atrayente sexual (feromona). La densidad de siembra utilizada fue de 1.40 m entre surcos y entre 0.35 a 0.40 m (promedio = 0.375 m) entre plantas. Para un aproximado de 19,048 plantas /hectárea.

En la etapa de semillero se aplicó un fertilizante foliar (Nutrec ®) en dosis de 100 gramos por bomba de 17 litros , los cuales alcanzaron para cubrir los nueve surcos (tablones) de 15 m<sup>2</sup> (15 x 1.0 m). Se aplicó Imidacloprid (Confidor ®) en dosis de 13 gramos por surco de semillero o sea por bomba de

mochila (1 bomba x surco) para un total de nueve aplicaciones. Previo al transplante (20-22 de diciembre 1998) se fertilizó por segunda vez con 10 - 30 - 8 -5 a razón de 817.2 kilogramos /ha. y se efectuó una segunda aplicación de Imidacloprid (Confidor ®) en dosis de 13 gramos / bomba de 17 litros, equivalente a 500 gramos/há, de manera que cada planta recibiera un volumen de 25 cc, aplicándolo a la base (cuello) de las plantas. El 8/3/99 hizo la última aplicación con insecticida [Endosulfán (Thiodan ®)] en dosis de 40 cc de producto comercial por bomba de 17 litros, en esa misma fecha se aplicó Ridomil ® (20 cc de producto comercial por bomba) y Fusilade ® (60 cc / bomba).

9.2. EL CULTIVO EN EPOCA HUMEDA: Los semilleros para el cultivo en ésta época se establecieron en el mes de mayo, es decir al finalizar el cultivo anterior. Al término de éste, las trampas para el monitoreo del adulto de *K. lycopersicella* permanecieron en la zona de los semillero. La siembra en éstos se efectuó el cuatro de mayo y el transplante al campo de cultivo se efectuó el 24 de mayo, durante el semillero y al transplante al campo se le aplicó Imidacloprid (Confidor ®) en dosis de 13 gramos / bomba de 17 litros, equivalente a 500 gramos/ha, de manera que cada planta recibiera un volumen de 25 cc, aplicándolo a la base (cuello) de las plantas. Se efectuó una fertilización nitrogenada el 29/6/99 a razón de 91 kg/ha. y Fusilade ® a razón de 100 cc de producto comercial por bomba de 17 litros + 20 g de Ridomil ® (metomil) + 40 g de Captán ® el 30/6/99. Para el muestreo de las plantas se utilizó una sección comprendida en 28 surcos de 15 metros de largo por una separación entre éstos de 1.7 m y con un distanciamiento entre plantas entre 0.35 y 0.40 m (promedio = 0.375 m), para una densidad de plantas de 40 plantas por surco para un total de 1,120 plantas (714 m<sup>2</sup>). Lo que haciendo un estimado en plantas por hectárea da 15,586.

CAPITULO IV  
RESULTADOS Y DISCUSION

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. FENOLOGIA DEL CULTIVO

Se caracterizaron las plantas de tomate de la variedad Entero Grande, utilizadas como cultivo principal con fines de procesamiento industrial, tanto en la época principal de cultivo en la región, considerada entre los meses con menor precipitación del año, siendo éstos entre enero y mayo, y también en la época lluviosa, en la que normalmente no se establecen cultivos en la zona. Los resultados del comportamiento fenológico de las plantas tanto en época seca como en época húmeda (lluviosa) se presentan en los Cuadros II y III, y en las Figs. 6 - 10.

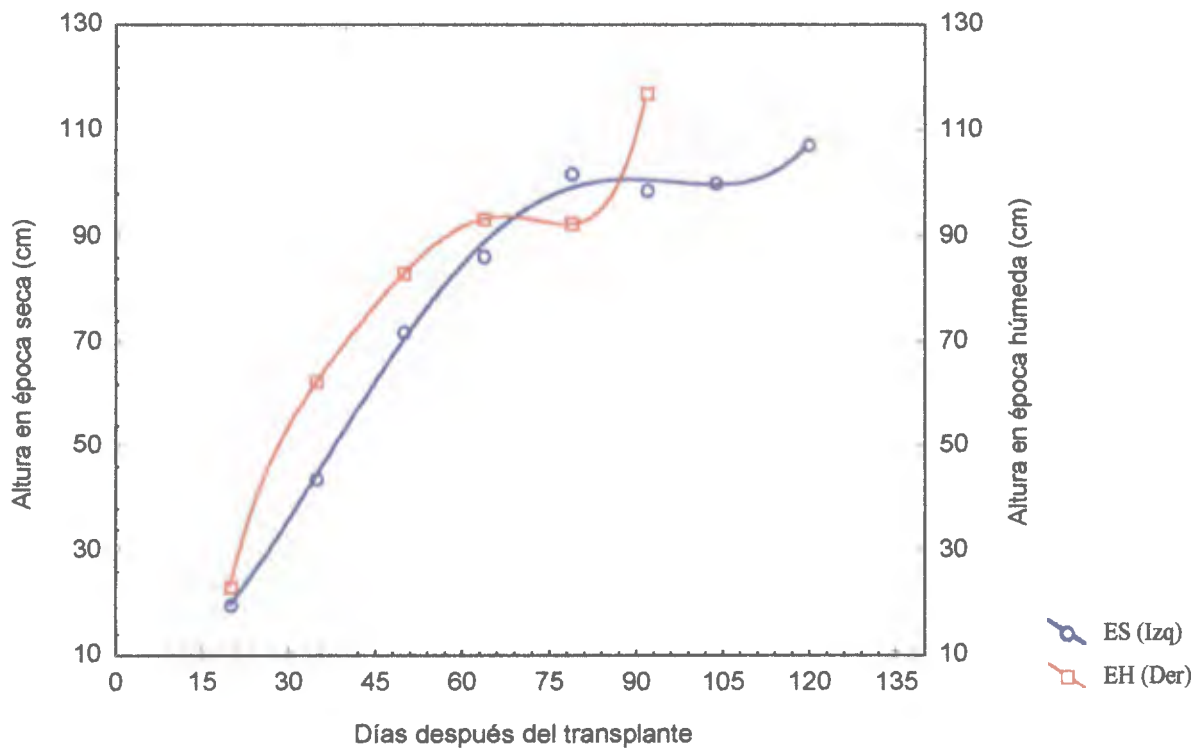


FIG. 6. Altura promedio de la planta de tomate var. Entero Grande en dos ciclos de cultivo, en época seca (ES) y en época húmeda (EH). Los Santos, Panamá, 1999.

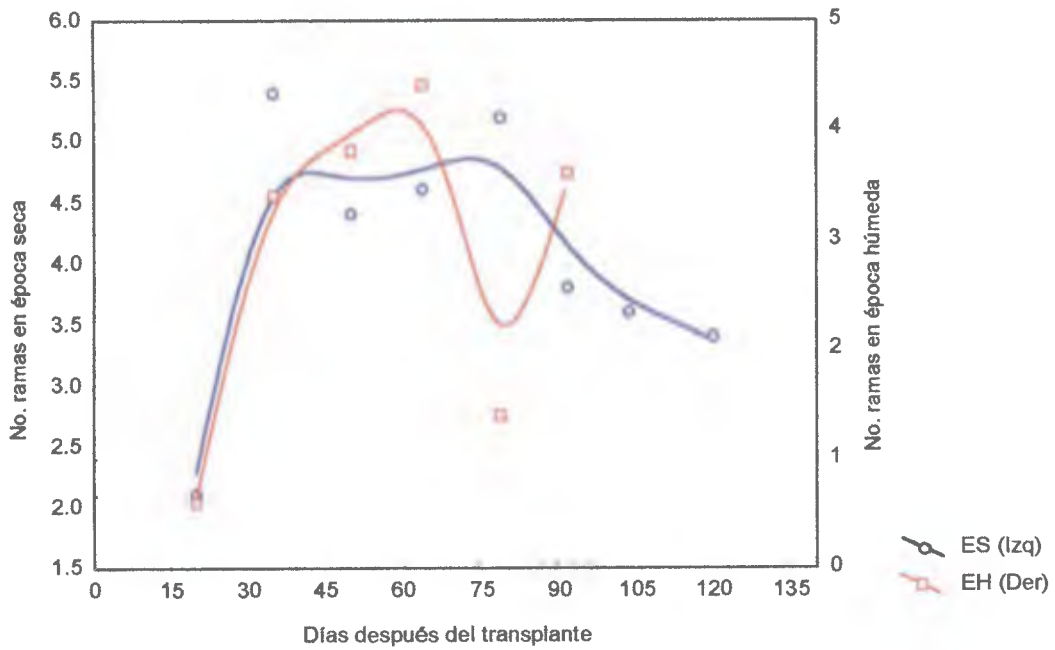


FIG. 7. Número de ramas promedio por planta de tomate var. Entero Grande en dos ciclos de cultivo en época seca (ES) y en época húmeda (EH). Los Santos, Panamá, 1999.

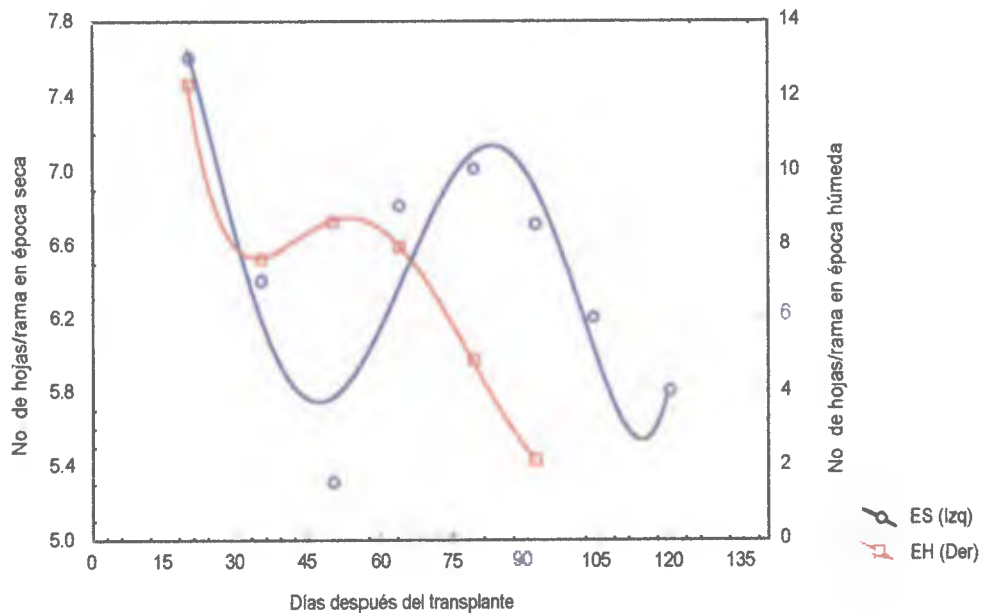


FIG. 8. Número de hojas promedio por rama por planta de tomate var. Entero Grande en dos ciclos de cultivo en época seca (ES) y en época húmeda (EH). Los Santos, Panamá, 1999.

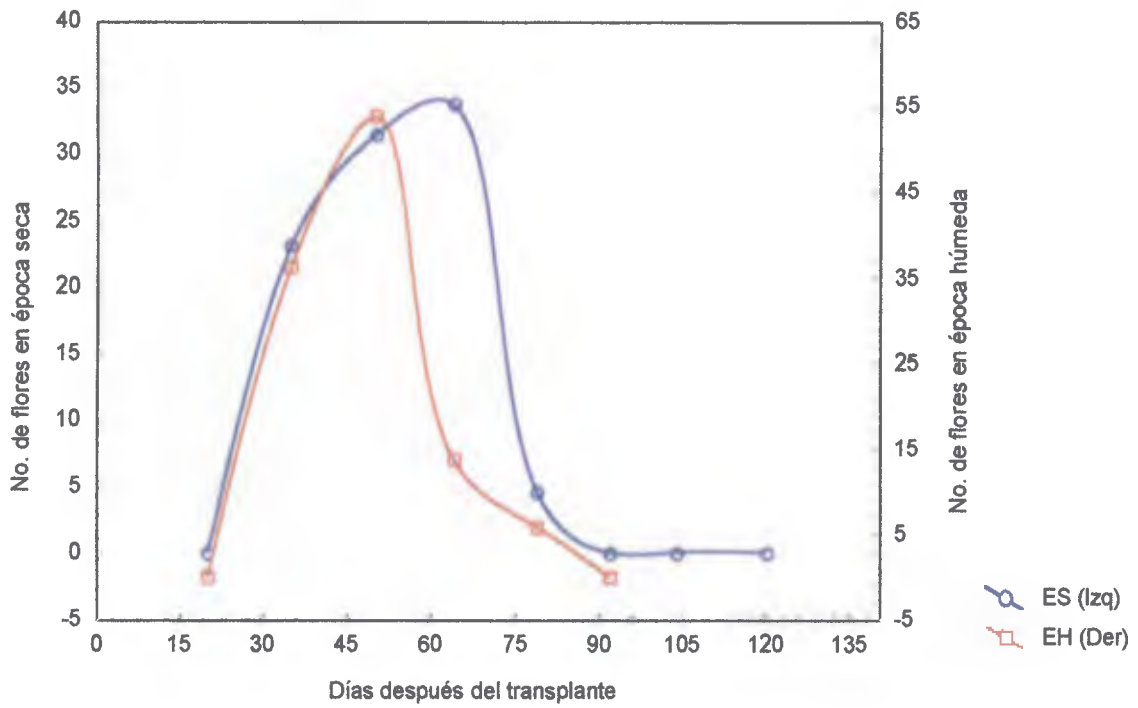


FIG. 9. Número de flores promedio por planta de tomate var. Entero Grande en dos ciclos de cultivo en época seca (ES) y en época húmeda (EH). Los Santos, Panamá, 1999

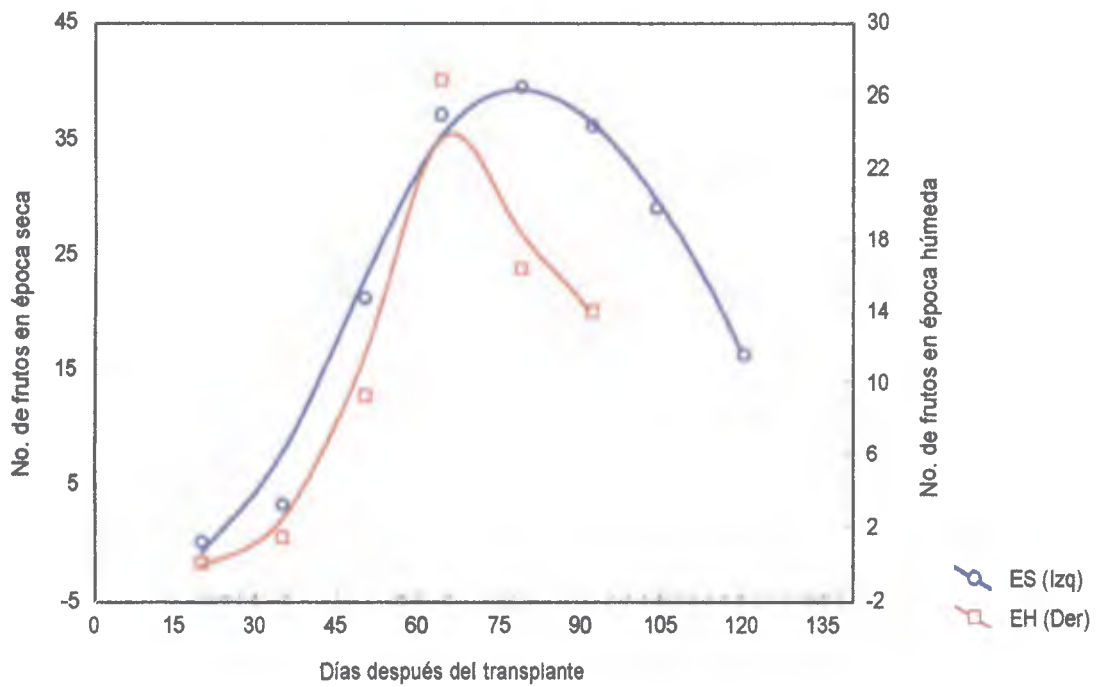


FIG. 10. Número de frutos promedio por planta de tomate var. Entero Grande en dos ciclos de cultivo en época seca (ES) y en época húmeda (EH). Los Santos, Panamá, 1999

1.1. EL CULTIVO EN EPOCA SECA: a continuación se presentan los resultados de las variables bajo estudio en esta investigación (Cuadro II).

CUADRO II. Datos fenológicos del tomate var. Entero Grande cultivado en época seca, entre febrero y mayo de 1999. Los Santos, Panamá (\* /).

Fechas de registro	Días después trasplante	Altura (cm)	No.de ramas	No. de hojas /rama	No.de flores	No.de frutos	No. de frutos verdes	No. de frutos maduros	No.de frutos dañados	Peso de 50 Frutos
3/02/1999	20	19.5	2.1	7.6	0	0	---	---	---	---
18/02/1999	35	43.8	5.4	6.4	23.1	3.2	---	---	---	---
5/03/1999	50	72	4.4	5.3	31.4	21.0	---	---	---	---
19/03/1999	64	86	4.6	6.8	33.7	37.1	---	---	---	---
3/04/1999	79	101.8	5.2	7	4.6	39.4	14.2	14.0	11.1	83.69
16/04/1999	92	98.8	3.8	6.7	0.0	36.2	7.6	25.2	3.4	85.57
28/04/1999	104	100.2	3.6	6.2	0.0	29.0	16.0	7.4	7.0	66.14
14/05/1999	120	107.2	3.4	5.8	0.0	16.2	6.4	5.4	4.4	63.23

\* / Los datos del Cuadro II corresponden a los promedios estimados en cinco plantas de las 25 consideradas en el muestreo general que se utilizaron para el recuento estados biológicos (huevos, larvas, pupas y/o adultos) de *K. lycopersicella*.

De las principales observaciones efectuadas con respecto al cultivo establecido en ésta época se destaca que el período de floración se dió a los 35 días después del trasplante (18/02/99), la fructificación se dió a los 64 días (19/03/99), la maduración y corte de los frutos se dió el tres de abril y el 16 de abril respectivamente (79 y 92 días). Puede observarse que la duración del cultivo hasta el último corte comercial fué de 120 días, comenzando desde el tres de abril (79 días) hasta el 14 de mayo, lo que permitió efectuar mas de cuatro cortes en un lapso de más de 30 días de duración. Se tuvo un registro de datos de cosecha de aproximadamente 27 TM / ha. para esa zona. El peso promedio de los frutos cosechados desde los 79 días (3/4/99) hasta el último de los cortes efectuados estuvo en el rango de 63.23 (del último corte) y 85.57 gramos, para un promedio por planta de 74.66 ( $\pm 10.05$ ).

Con respecto a la fenología misma de la planta se tiene que esta fue capaz de desarrollar una altura máxima de 1.07 m con un promedio general de 70.5 cm ( $\pm 32.36$ ) (Fig. 6, ES), altura que alcanzó hasta la finalización del ciclo del cultivo. En cuanto a la cantidad de ramas, ésta variedad desarrolló un promedio general de cuatro ( $\pm 1.0$ ) (Fig. 7, ES); y un estimado de 6.5 ( $\pm 0.67$ ) hojas / rama (Fig. 8, ES).

Con relación a la cantidad de flores, éstas permanecieron en la planta por un lapso de 44 días, con un promedio entre 23 y 34 flores por planta, para un promedio de  $23.2 \pm 11.44$  (Fig. 9, ES). La cantidad de frutos por planta desarrollados estuvo en el rango de tres hasta 39, para un promedio general de 26.0 ( $\pm 12.29$ ) (Fig. 10, ES) con un tiempo de duración de mas de 60 días, los que se registraron desde los 35 días (18/02/99) en los que ya se registraron plantas con frutos pequeños hasta los 120 días.

En lo que respecta a los frutos dañados por diversos factores, se observó que estos presentaron una diversidad de daños tales como pudriciones provocadas por microorganismos, daños físicos y mecánicos y las causadas por ataques de insectos y otros. De éstos se tuvo un un rango entre 4.4 y 11.1 frutos por planta, para un promedio general de 6.5 ( $\pm 2.9$ ).

1.2. EL CULTIVO EN EPOCA HUMEDA: en este segundo ciclo de cultivo no se cuantificó el peso promedio de los frutos debido a que todos fueron dañados por larvas de *Keiferia* y otros insectos, lo que impidió efectuar una estimación precisa de esta variable.

CUADRO III. Datos fenológicos del tomate var. Entero Grande cultivado en época húmeda o lluviosa, entre junio y agosto de 1999. Los Santos, Panamá

Fechas de registro	Días después del transplante	Altura (cm)	No. de ramas	No. de hojas /rama	No. de flores	No. de frutos	No. de frutos verdes	No. de frutos maduros	No. de frutos dañados
10/06/1999	18	23.2	0.6	12.3					
28/06/1999	36	62.4	3.4	7.6	36.2	1.4			
8/07/1999	45	82.8	3.8	8.6	53.8	9.2			
22/07/1999	59	93.2	4.4	7.91	13.8	26.8	0.6		
5/08/1999	66	92.2	1.4	4.8	5.8	16.4	2.6	13.8	11.8
20/08/1999	81	116.8	3.6	2.1	0	14	5	9	2

A diferencia del cultivo en la estación seca que duró 120 días, en la época húmeda (lluviosa) este período fue más corto (81 días). Las observaciones más relevantes del comportamiento de la variedad en este segundo ciclo de cultivo fueron las siguientes: La altura máxima promedio de la planta fue de 1.17 m, con un promedio general de 78.43 cm ( $\pm 29.45$ ) (Fig. 6, EH) bastante similar al del ciclo anterior que fue de 1.07 m y un promedio de 70.5 cm. En cuanto a la cantidad promedio de ramas por planta, desarrolló un rango entre una y cuatro aproximadamente, para un promedio general de 2.9 ( $\pm 1.4$ ) (Fig. 7, EH), es decir, una rama menos que el promedio de ramas desarrollada por las plantas cultivadas en época seca. El número promedio de hojas por rama fue de 7.22 ( $\pm 3.2$ ) (Fig. 8, EH), que redondeando el valor da casi una hoja más por rama que la desarrolladas por las plantas cultivadas en época seca.

En el caso de la floración, ésta se dio a los 36 días (28/6/99) lo que podría significar en términos generales, ésta variedad de tomate alcanza la floración en época normal de cultivo (estación seca) y época húmeda o lluviosa entre los 35 a 36 días (Fig. 9). La duración de la floración fue de 30 días aproximadamente, que en comparación con las plantas del primer ciclo de cultivo fue más corto (14 días menos). Con un promedio de 27.4 flores por planta ( $\pm 18.9$ ), con un rango entre 5.8 y 53 (Fig. 9, EH).

La fructificación se dio a los 59 días después del trasplante (22/7/99), y la cantidad de frutos por planta estuvo en el rango entre 1.4 y 26.8, para un promedio general de 13.56 ( $\pm 8.37$ ) (Fig. 10, EH), con un comportamiento muy parecido a presentar frutos pequeños desde el momento de la floración; lo que significa que esta variedad alcanza la floración mucho antes de los 35 días, pero no uniformemente, ya que las flores antes de esa fecha se convierten en frutos cuando la mayoría de las plantas alcanzan este valor. Considerando el período de fructificación de las plantas del primer ciclo y las de este segundo ciclo de cultivo se tiene que los valores fueron aproximados con una diferencia de cinco días (59 y 64 días respectivamente). El tiempo de duración desde la emisión de frutos, a los 35 días hasta la finalización del ciclo del cultivo fue de 44 días. La maduración y cosecha de los frutos se dio desde los 66 días (5/8/99), que en comparación con el primero ciclo de cultivo, que se dio a los 79 días, acortándose en 13 días el período de cosecha (Fig. 10).

En cuanto a los frutos dañados por diversos factores, las plantas cultivadas en época seca presentaron un valor promedio de 6.5 frutos por planta, pero ninguno de éstos fue afectado por larvas de *K. lycopersicella*, según las observaciones efectuadas, mientras que en las plantas cultivadas en época húmeda, todos los frutos fueron afectados por una o más larvas de este insecto.

Al efectuar una comparación de los días a floración entre la variedad Entero grande con las variedades Hayslip y Catalina evaluadas por Cubillo *et al.*, (*op. cit.*) se tiene que se comportaron en forma similar, con la emisión de los primeros botones florales, a los 35 días. En cuanto a los días a la formación de frutos, sólo en la época lluviosa, la variedad Entero Grande se aproximó a los valores que se registraron para Hayslip y Catalina entre 49 y 56 días. Mientras que el ciclo completo de Entero Grande lo hizo en 120 días, en tanto que las variedades mencionadas se completó en 126 días.

## 2. ESTIMACION DE LA DINAMICA POBLACIONAL

### 2.1 MONITOREO DE ADULTOS DE *Keiferia lycopersicella* Wals. EN EPOCA SECA

El monitoreo del insecto en estado adulto se efectuó desde el mes de febrero hasta la cosecha de los frutos, en el mes de mayo (Cuadro IV). Se capturaron un total de 51 individuos y se estimó la tasa proporcional de las capturas para cada una de las fechas de muestreo o de registro de un total de 15 efectuados.

CUADRO IV. Captura de adultos de *K. lycopersicella* Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande, en época seca. Los Santos, Panamá. 1999.

Fecha de muestreo	Días después del trasplante	Proporción de capturas (%)	No. de adultos capturados	Tasa de Incremento
3/02/1999	20	0.00	0	--
18/02/1999	35	0.00	0	--
5/03/1999	50	31.37	16	--
9/03/1999	54	1.96	1	0.125
12/03/1999	57	3.92	2	0.250
16/03/1999	61	1.96	1	0.125
19/03/1999	64	7.84	4	0.500
3/04/1999	79	1.96	1	0.066
5/04/1999	81	1.96	1	0.066
10/04/1999	86	11.76	6	0.400
16/04/1999	92	13.73	7	0.466
21/04/1999	97	5.88	3	0.250
28/04/1999	104	1.96	1	0.083
11/05/1999	117	3.92	2	0.166
14/05/1999	120	11.76	6	0.500

Los mayores valores de capturas por fechas de muestreo se dieron el cinco y 19 de marzo (50 y 64 días después del trasplante), durante ese lapso se presentó un pequeño incremento (3.92%) el día 12 de marzo (57 días). En el mes de abril se registraron altas proporciones el 10 y 16 de abril (86 y 92 días respectivamente) y declinó levemente el 21 (97 días). Durante el mes de mayo se registraron incrementos consecutivos que aparentemente representan una población preparándose para trasladarse a otra zona de cultivo adyacente, ya que esas fechas representan el fin del cultivo establecido. En cuanto a la proporción de las capturas efectuadas, casi un tercio del total de las capturas (31.37%) se efectuaron a los 50 días después del trasplante, y coincidentemente entre el 10 y 21 de abril (86 - 97 días) también se capturó un valor similar (31.37%), por lo que durante esos dos periodos se capturó el 62.74%.

En la estimación de las tasas de incremento poblacional se dividieron los valores de las capturas efectuadas en cuatro secciones, de acuerdo a la observación gráfica de los mismos (Fig. 11), la primera de

ellas correspondió a 16 adultos capturados (5/3/99), la segunda con ocho adultos estimados a partir de la primera fecha de capturas señalada hasta el 19/3/99. La tercera sección con 15 adultos capturados en el período después de la segunda fecha hasta el 16/4/99, y la cuarta sección con 12 adultos capturados, después de la tercera fecha hasta el 14/5/99. Por lo que cada valor de incremento de las capturas corresponde a la proporción correspondiente del total de cada sección entre las fechas indicadas.

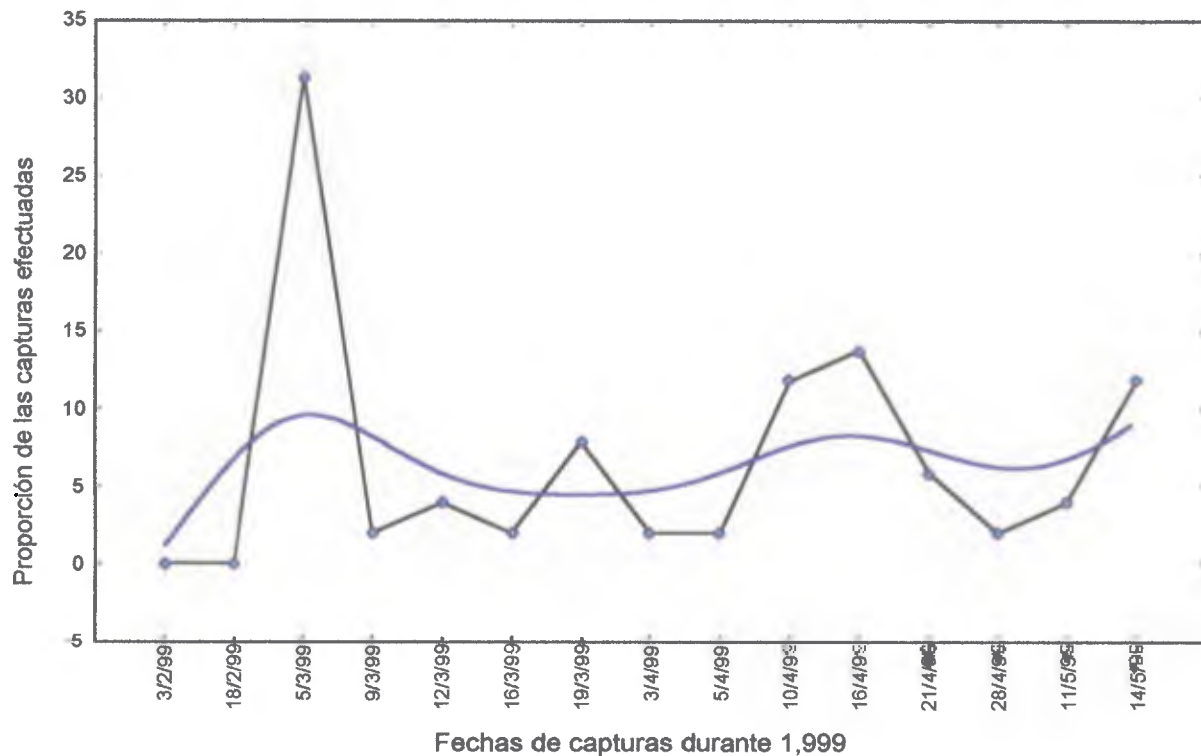


FIG. 11 Dinámica poblacional de *K. lycopersicella* Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande en Los Santos, Panamá, durante la estación de cultivo de febrero a mayo de 1999. (La línea continua (azul) representa el comportamiento de la población ajustada a valores normales).

En el análisis del seguimiento de las poblaciones de adultos de *K. lycopersicella* en la estación seca (Fig. 11), puede notarse que se presentaron cuatro "picos" poblacionales, tres de ellos perceptibles (5/3/99; 19/3/99 y 16/4/99) en el período de cultivo y uno al final del ciclo de cultivo (14/5/99). El primero de ellos como lógica corresponde a la población de colonizadores en el cultivo (5/3/99) y otro, 14 días después (19/3/99). La curva continua indica que probablemente, el segundo valor se debe al establecimiento de una población anterior. Este segundo valor se consideró como la primera generación establecida en el cultivo (19/3/99) con una proporción de 15.68% (ocho adultos capturados de un total de 51). La segunda generación se consideró a los 28 días (16/4/99) de la primera generación considerada, con una proporción de 29.41% (15 capturas de 51) y la tercera generación se consideró a los 28 días (14/5/99) de la segunda indicada, con una proporción de 23.53% (12 capturas de 51). Los promedios de las tasas de incremento poblacional estimadas para cada generación observadas en el campo, es este primer ciclo de cultivo (época seca) fueron de  $0.25 \pm 0.15$ , para la primera generación, de  $0.249 \pm 0.18$  para la segunda y de  $0.25 \pm 0.16$  para la tercera. Lo que significa que las tres generaciones observadas y analizadas crecen a un ritmo similar entre si.

Varios investigadores, señalan que el ciclo de vida de este insecto está en el rango de 26 a 30 días o más, dependiendo de la temperatura. A pesar de presentar tasas de incrementos de crecimiento poblacional semejantes entre si, las proporciones correspondientes a las capturas presentaron el siguiente comportamiento, para la primera generación determinada, la mitad de su población (50%) se concentró a los 64 días después del trasplante (al final del período); para la segunda generación, el 87 % de la población se concentró entre los 86 y 92 días después del trasplante, y finalmente, para la tercera generación, la mitad de su población se concentró (50%) a los 120 días, esto es al final del ciclo del cultivo y del período estimado.

## 2.2 MONITOREO DE ADULTOS DE *Keiferia lycopersicella* Wals. EN EPOCA HUMEDA

El monitoreo en época húmeda o lluviosa se efectuó desde el mes de junio hasta la cosecha de los frutos en el mes de agosto. Durante ese período se capturaron un total de 67 individuos, valor sobre el que se calculó la tasa proporcional de las capturas por fecha de muestreo (Cuadro V).

En este segundo ciclo de cultivo se observó que la población de adultos capturados se mantuvo constantemente en aumento como consecuencia de la población remanente en el cultivo anterior, principalmente después de las registradas el 14 de mayo.

CUADRO V. Capturas de adultos de *K. lycopersicella* Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande. en época húmeda. Los Santos, Panamá. 1999.

Fecha de muestreo	Días después del transplante	Proporción de capturas (%)	No. de adultos capturados	Tasa de incremento
10/06/1999	18	19.40	13	--
28/06/1999	36	11.94	8	1.00
8/07/1999	45	1.49	1	0.031
22/07/1999	59	4.48	3	0.094
5/08/1999	66	41.76	28	0.875
17/08/1999	78	7.46	5	0.625
20/08/1999	81	4.48	3	0.375
2/09/1999	94	0	0	0
14/09/1999	106	4.48	3	0.50
16/09/1999	108	4.48	3	0.50
1/10/1999	123	0	0	0

Los mayores valores de capturas por fechas de muestreo se dieron el 10 y 28 de junio (18 y 36 días después del transplante), esto es a los 27 días del último muestreo efectuado en época seca (14 de mayo). Los dos muestreos efectuados en el mes de julio registraron escasos valores de capturas de adultos. En el primer registro del mes de agosto (5/8/99) se dió el mas alto valor de capturas, que fue de un poco mas del 40% del total de las capturas efectuadas en este segundo ciclo de cultivo.

Durante los tres muestreos efectuados en el mes de agosto, entre los 66 y 81 días después del trasplante, se capturó más de la mitad (53.70%) de la totalidad de los adultos capturados en este segundo ciclo de cultivo (Fig. 12). Los registros efectuados desde el 20 de agosto hasta el 16 de septiembre (108 días después del trasplante) indican que la población de adultos se mantuvo. En los meses de octubre y noviembre se continuó con el monitoreo de adultos en ausencia de cultivo y no se registró ninguna captura hasta el 22 de diciembre en el que se capturó un adulto.

En la estimación de las tasas de incremento poblacional se dividieron los valores de las capturas efectuadas en cinco secciones, la primera de ellas correspondió a 13 adultos capturados el 10/6/99, la segunda con ocho adultos capturados el 28/6/99. La tercera sección con 32 adultos estimados a partir de la segunda fecha hasta el 5/8/99; la cuarta sección con ocho adultos estimados a partir de la tercera fecha hasta el 2/9/99 y la quinta sección con seis adultos capturados a partir de la cuarta fecha hasta el 1/10/99. Cada valor de incremento de las capturas corresponde a la proporción del total de adultos capturados por sección.

El comportamiento poblacional de los adultos de *K. lycopersicella* en la época húmeda mostró un patrón irregular (Fig. 12), con un valor importante de capturas a los 66 días después del trasplante (5/8/99) que concentró al 41.76 % de todas las capturas efectuadas durante este ciclo de cultivo. Al efectuarse el análisis de las poblaciones establecidas en el cultivo a través de la tasa de incremento estimada se tuvo que se presentaron cuatro generaciones, dos de las cuales debido a sus bajos valores no se perciben gráficamente (Fig. 12).

La primera población de adultos colonizadores del cultivo se dio el 10/6/99 con una proporción de capturas del 19.4 % (13 adultos capturados de un total de 67). La primera generación establecida se dio a los 18 días posteriores a la primera captura (28/6/99), con una proporción de 11.94 % (ocho capturas de 67), muy probablemente como consecuencia de la población remanente al final del primer ciclo de cultivo entre el 11 y el 14/5/99.

La segunda generación se consideró a los 30 días de la primera generación considerada (5/8/99) que concentró el mas alto valor como se indicó anteriormente. La tercera generación se consideró a los 28 días de la segunda generación establecida (2/9/99) con una proporción de capturas de 11.94 % (ocho capturas de 67) y la cuarta generación se consideró a los 29 días (1/10/99) de la tercera generación establecida con una proporción de 8.95 % (seis capturas de 67).

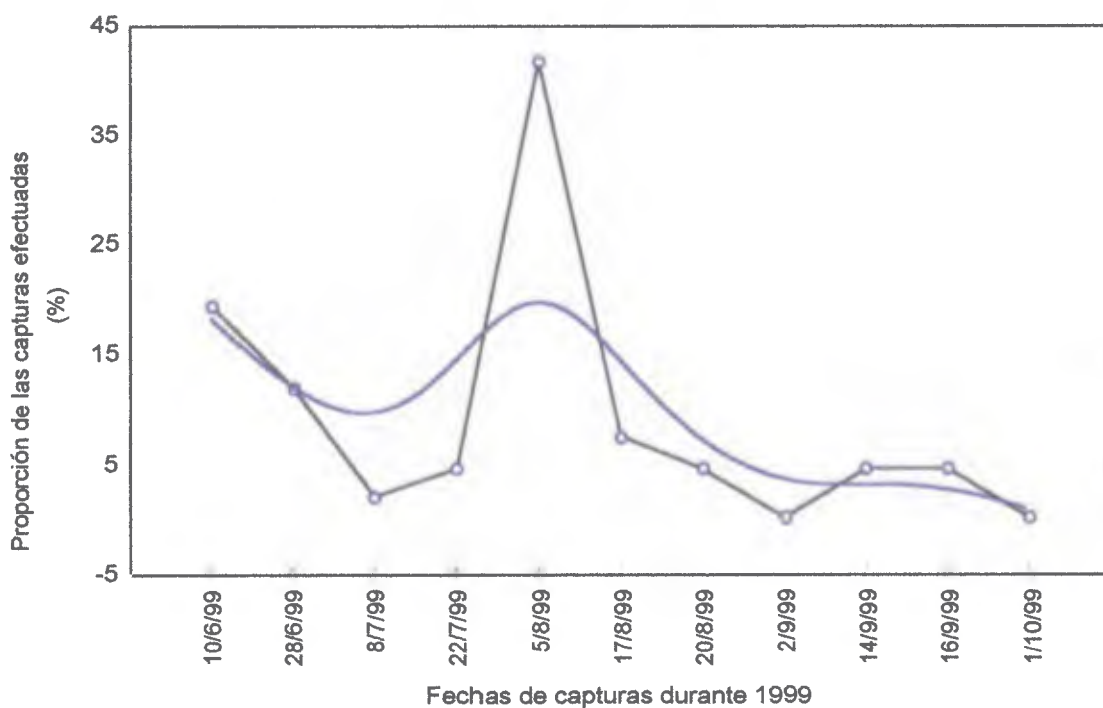


FIG. 12. Dinámica poblacional de *K. lycopersicella* Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande en Los Santos, Panamá, durante la estación de cultivo de junio a octubre de 1999. (La línea continua (azul) representa el comportamiento de la población ajustada a valores normales).

Los promedios de las tasas de incremento poblacional para las generaciones consideradas en este segundo ciclo de cultivo (época lluviosa) fueron de 1.0 para la primera generación considerada; de  $0.33 \pm 0.38$  para la segunda generación; de  $0.5 \pm 0.125$  para la tercera generación y de 0.5 para la cuarta generación.

Destaca el hecho de que la mayor tasa de incremento poblacional observada en la primera generación, se tradujo en una alta población de adultos en la segunda generación que se concentró a los 66 días después del trasplante en la que concentró el 87.5% de las capturas de esa generación, y que probablemente tuvo influencia en la cantidad de frutos dañados por una o más larvas de *K. lycopersicella*.

### 2.3. DINAMICA POBLACIONAL DE ADULTOS DE *Keiferia lycopersicella* EN DOS CICLOS DE CULTIVO

El comportamiento de las poblaciones del adulto de *Keiferia lycopersicella* durante dos ciclos consecutivos de cultivo de tomate var. Entero Grande fue analizado en base a los valores reales de las capturas efectuadas en cada muestreo, tanto en época seca como en época húmeda (Fig. 13.).

Observado el comportamiento de las poblaciones de adultos de *K. lycopersicella* en el cultivo de tomate establecido por los agricultores en la época normal de cultivo es decir en época seca (enero-mayo) y en época húmeda o lluviosa, se puede observar que este insecto presentó varios "picos" poblacionales a lo largo del año, y más específicamente en los meses de marzo (cinco y 19), abril (10 y 16), mayo (14), junio (10 y 28) y en agosto (cinco) principalmente. Lo que permite inferir que tales poblaciones son locales y aún cuando los "picos" poblacionales de capturas fueron elevados, estos están relacionados con las fases del ciclo. Por lo anterior se puede inferir que *K. lycopersicella* es una especie cuyas poblaciones son locales de la zona y permanecen en los cultivos, ya que los registros efectuados indican que esta se presentó durante todo el año, independientemente de la presencia o ausencia del cultivo. El comportamiento a través del año, puede ser objeto de monitoreo, con la finalidad de implementarse medidas de control que conlleven a la supresión hasta niveles tolerables del insecto de manera que no ocasione pérdidas económicas. Todo esto confirma lo indicado por Alvarado y Rivera, (1990) cuando efectuaron monitoreos de *Keiferia* en épocas de ausencia de cultivos, siempre registraron capturas de adultos en las trampas.

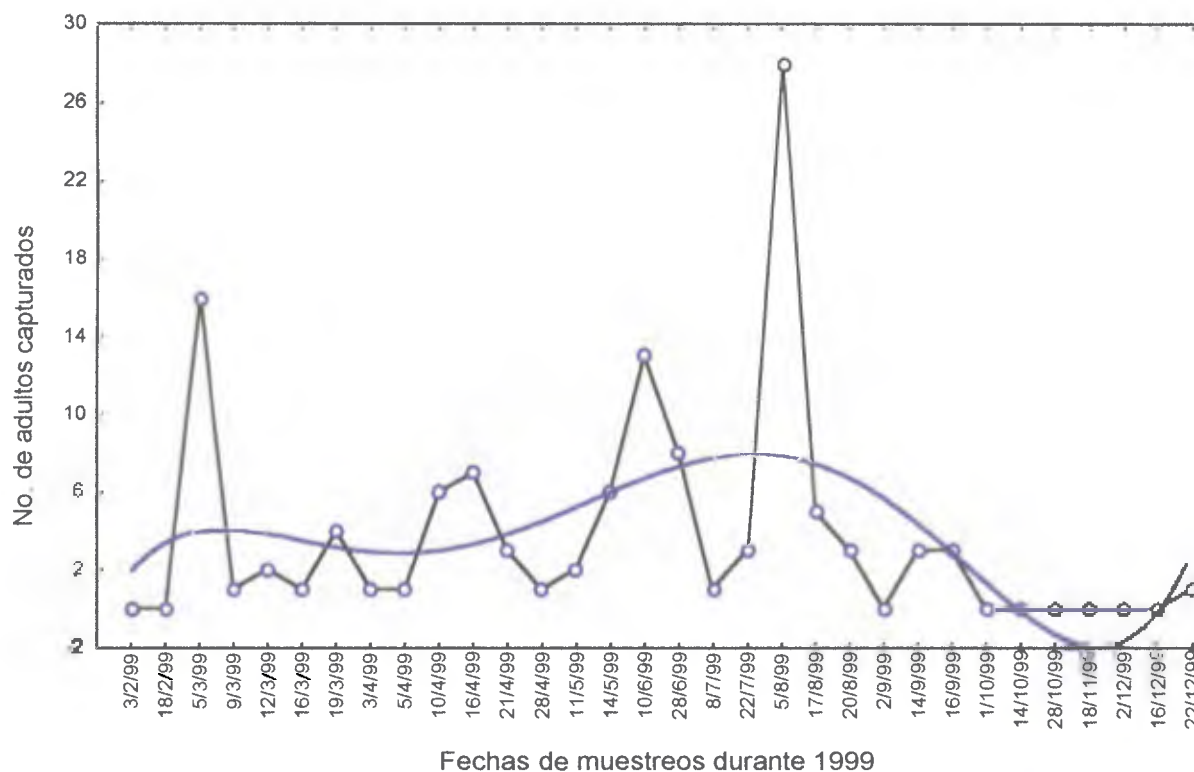


FIG. 13. Dinámica poblacional de adultos de *Keiferia lycopersicella* Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande en Los Santos, Panamá, durante 1999. (La línea continua (azul) representa el ajuste de los valores a una curva polinomial )

Se puede indicar que el uso de trampas tipo delta con feromonas (Pherocon ®TPW 3142) es efectiva para el monitoreo de los adultos de *Keiferia lycopersicella* en zonas cultivadas con tomate industrial var. Entero Grande, tanto en época seca como en época húmeda, ya que los registros efectuados durante todo el año se mantuvo aún bajo condiciones de altas temperaturas y precipitaciones, sin afectar la efectividad de las mismas. En Costa Rica, Cubillo *et al.*, (*op. cit.*) evaluando otros tipos de trampas demostraron que las trampas tipo aladas conteniendo el mismo tipo de feromonas que las evaluadas durante este estudio, capturan mas adultos por semana que otros dos tipos de trampas.

#### 2.4. MONITOREO DE ESTADIOS BIOLÓGICOS DE *Keiferia lycopersicella* Wals.

A pesar de las capturas constantes de adultos en las trampas con feromonas no se detectaron otros estadios biológicos de *Keiferia* como era de esperarse. En época seca no se detectaron huevos, larvas y/o pupas en las plantas muestreadas en el campo ni en el material vegetal colectado y revisado en el laboratorio. Sin embargo en la época húmeda sí se detectaron larvas, estadios I-II y III-IV, además del daño característico en plantas y frutos correspondientes. Dicho material colectado y analizado en el laboratorio permitió determinar el tiempo en el que éstos llegan a estado adulto. Más adelante en la fenología e identificación del insecto se discute este aspecto.

Los recuentos de larvas de *K. lycopersicella* y sus correspondientes valores proporcionales de capturas por fecha de muestreo, se presentan a continuación (Cuadro VI). No se efectuó una cuantificación por los estadios indicados sino únicamente por la presencia y cantidad de larvas por planta y el porcentaje de infestación de las mismas.

CUADRO VI. Cantidad de larvas de *K. lycopersicella* Wals en 25 plantas sujetas a muestreo durante los meses de junio a septiembre de 1999. Los Santos, Panamá.

Fecha de muestreo	Días después del transplante	Proporción del No. de larvas por fecha de muestreo del total de larvas contadas en todo el ciclo (%)	No. de larvas contadas por fecha de muestreo	No. de plantas con presencia de larvas
10/06/1999	18	0.941	8	6
28/06/99	36	0.118	1	1
6/07/1999	43	0.118	1	1
8/07/1999	45	0.353	3	3
5/08/1999	66	4.471	38	17
10/08/1999	71	9.412	80	23
17/08/1999	78	4.941	42	18
20/08/1999	81	6.941	59	18
2/09/1999	94	72.706	618	18
16/09/1999	108	0	0	0
1/10/1999	123	0	0	0

En la estación lluviosa comprendida entre junio y septiembre se registró una importante actividad de las larvas de *K. lycopersicella* en el cultivo, que como se indicó anteriormente, afectó hasta el 100 % de los frutos producidos desde el cinco de agosto. La cantidad de plantas muestreadas desde los 18 días después del trasplante (10/6/99) hasta la finalización del cultivo presentaron por lo menos una planta con una o mas larvas, con un rango de infestación entre cuatro a 92 % de las 25 plantas muestreadas (Fig. 14.).

A los 94 días después del trasplante (2/9/99) se registró una elevada cantidad de larvas (618) que representa el 72.71 % del total de larvas colectadas durante ese ciclo de cultivo con una infestación del 72% de las plantas muestreadas y con una intensidad de infestación de 24.72 larvas por planta. El 92% de plantas infestadas por larvas se dió a los 71 días después del trasplante (10/8/99) con una intensidad de infestación de 3.2 larvas por planta muestreada, lo que representó el 9.41% del total de larvas colectadas durante todos los muestreos efectuados..

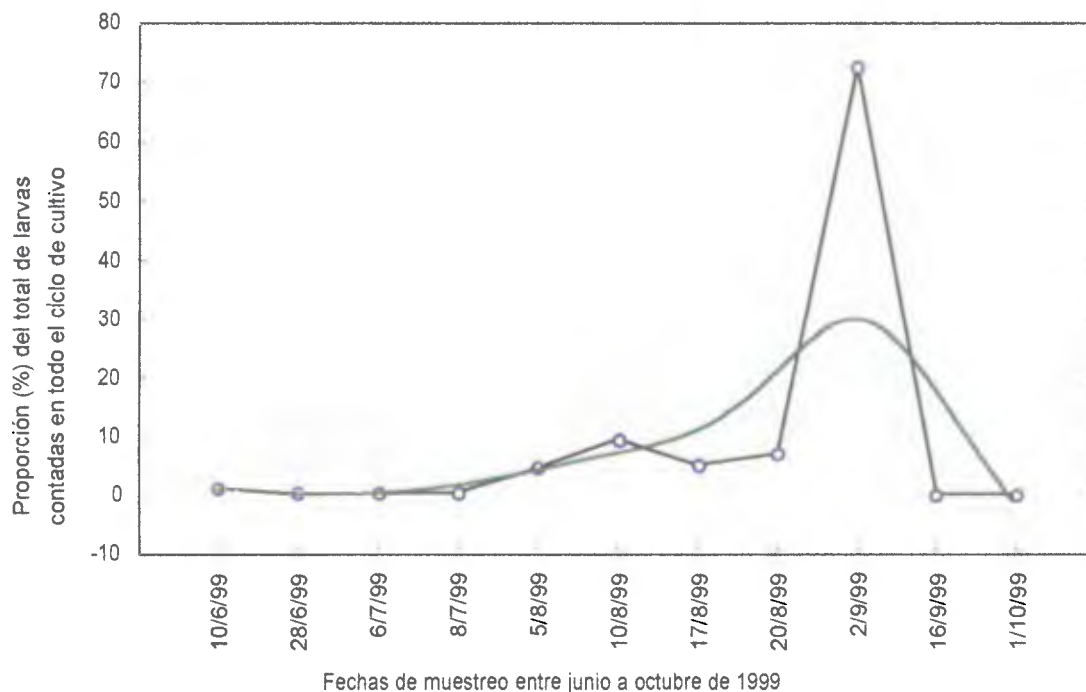


FIG. 14. Comportamiento de las larvas de *K. lycopersicella* Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande, en Los Santos, Panamá, entre junio a octubre de 1999. (La línea continua (verde) representa la normalidad de la curva).

La población de larvas se concentró al final del ciclo del cultivo establecido en la época lluviosa (Fig. 14.) que a diferencia de los adultos (Fig. 12) que se concentraron a los 66 días. Pero que al igual que esta, también se registró permanentemente en el cultivo. Se observa que el 10 de agosto hubo un incremento significativo, que como se mencionó anteriormente, correspondió a la etapa de mas alta proporción de infestación de plantas (Cuadro VI) para este segundo ciclo de cultivo de tomate.

Para una mejor interpretación de las variaciones de las densidades poblacionales se reunieron los valores de adultos capturados en las trampas con la cantidad de larvas registradas durante los muestreos (Fig. 15). Es importante señalar que hubo necesidad de ajustar las fechas de muestreo 6/7/99 en las capturas de adultos y 14/9/99 en el muestreo de larva.

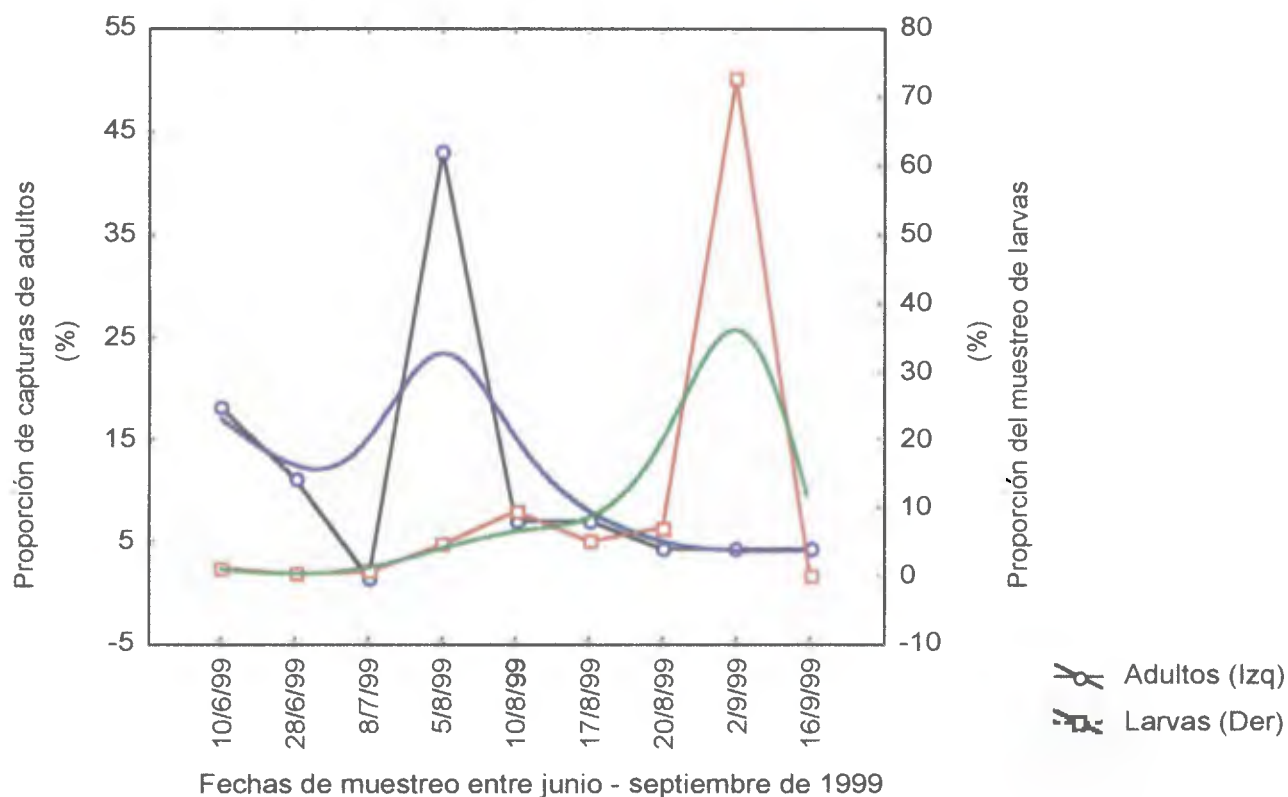


FIG. 15. Dinámica poblacional de larvas y adultos de *Keiferia lycopersicella* Wals. en el cultivo de tomate var. Entero Grande en Los Santos, Panamá, durante la época húmeda (junio a octubre de 1999) (Las líneas continuas (azul y verde) bajo los puntos representan los datos ajustados a valores normales).

De la información obtenida (Fig. 15), se corrobora lo que de alguna manera no se pudo detectar en el primer ciclo de cultivo (época seca), pero sí en el segundo ciclo (época húmeda), en el sentido de que la población de adultos existente casi al final del cultivo establecido en época seca (14/5/99) tendía a aumentar sus valores, probablemente para invadir otros sitios no comunes de cultivo, como plantas silvestres, y malezas.

Con pocas excepciones, en Los Santos, durante la estación lluviosa no se establecen cultivos de tomate, debido a la alta incidencia de enfermedades fungosas como consecuencia de la alta humedad y otros factores, sumado a esto por las observaciones efectuadas en el monitoreo de adultos de *K. lycopersicella* en la época seca, se confirma que el mal manejo de los residuos de cosecha (del cultivo) provocó una alta infestación de adultos y larvas en el cultivo posterior de tomate (Fig. 15). Los altos valores registrados de adultos capturados en las trampas el 5/8/99 le correspondió un alta proporción de larvas en los muestreos el 2/9/99, con una diferencia de 28 días. Lo que concuerda con la literatura que indica que desde la oviposición hasta la larva se llevan entre 18 días (Sorensen, 1994) y 36 días máximo [Saunders, (*op. cit.*)] a diferentes temperaturas.

### 3. ESTIMACION DE LA SINCRONIA BIOLOGICA

En base a las observaciones de campo se puede deducir que la presencia de adultos de *K. lycopersicella* en el cultivo obedeció a factores propios de la etapa fenológica de este (Figs. 11-15, Cuadros II-VI), así por ejemplo, durante el primer ciclo de cultivo, entre febrero a mayo, el adulto de *K. lycopersicella* estuvo presente en la zona desde los 50 días de instalado el cultivo hasta el final del mismo; tiempo que le corresponde a la etapa fenológica de plena floración, la cual tuvo una duración de más de 40 días. Luego de las primeras capturas éstas declinaron levemente hasta alcanzar un incremento sustancial y evidente a los 64 días que correspondieron a la etapa de fructificación (19/3/99) (Figs. 11 y 13). Posteriormente se registraron incrementos en los valores los días 10 y 16 de abril (86 y 92 días después del transplante, respectivamente), lo que correspondió a la etapa de plena cosecha de frutos.

Al final de la recolección de frutos se presentó un elevado valor de capturas, lo que permite inferir que se trató de una población que se prepara a emigrar hacia áreas adyacentes de cultivo debido al valor proporcional de capturas de 11.76% (14/5/99) del total en ese ciclo de cultivo. Esto se corrobora con el hecho de que hasta el 10 de junio, en el inicio del nuevo ciclo de cultivo el número de adultos capturados fueron elevados (13 adultos) que representan el 19.4 % del total de capturas en toda la época seca.

El origen de los adultos de *K. lycopersicella* en el primer ciclo de cultivo no tuvo una correlación significativa con el apareamiento de daños en flores o frutos. En los muestreos efectuados en forma simultánea en las plantas de tomate, no se encontraron plantas afectadas ni evidencia de larvas o signos de éstas pero si en otras plantas en los alrededores de las sujetas a muestreo, las cuales debido a la metodología muestral no se incluyen.

En la segunda fase de cultivo que se estableció desde los meses de junio a septiembre (Figs. 12 - 13 y 15), el adulto de *K. lycopersicella* se mantuvo presente en el campo alcanzando valores altos en los meses de mayo, que como se apuntó anteriormente correspondió a la colonización de las plantas en la finalización del cultivo previo y junio (10/6/99), que corresponden al período de floración (28/6/99), que mantuvo una duración aproximada de 30 días, lo que indica que esos altos valores caen dentro de este rango; y de fructificación (22/7/99), dentro del cual el valor mas alto se dió el cinco de agosto (Figs. 12, 13 y 15) que coincidentemente correspondió a la etapa de maduración y cosecha.

La presencia o incidencia de larvas de *K. lycopersicella* en el cultivo se manifestó en la etapa de fructificación (5/8/99) afectando la totalidad de los frutos registrados desde esa fecha, con variaciones en los porcentajes de infestación en las plantas muestreadas, y con un incremento notable a los cinco días de la etapa del apareamiento de los adultos, y la población remanente aumentó significativamente luego de la finalización del cultivo, al igual que lo manifestaron los adultos del primer ciclo de cultivo (Figs. 14 y 15).

Se puede concluir que la presencia de *Keiferia lycopersicella* en el cultivo de tomate establecido en La Provincia de Los Santos, entre los meses de febrero a mayo, estuvo relacionado de alguna manera con los períodos de floración (5/3/99), fructificación (19/3/99) y maduración (10 - 16/4/99) de los frutos, en los que se dieron mayores índices de todas las capturas efectuadas. En cuanto al cultivo establecido entre junio y septiembre, la colonización de esta especie se dió en la etapa de plena floración (10 - 28 /699), maduración y cosecha de frutos (5/8/99) Esto último concuerda con el trabajo efectuado por Cubillo *et al* (*op.cit*), en el que indica que en la variedad de tomate Hayslip y Catalina, las mayores capturas de adultos de *K.lycopersicella* se dieron en la etapa fructificación, esto es cuando las plantas tenían mas del 50 % de frutos medianos.

Por las observaciones efectuadas en la zona de cultivo es importante señalar que las plantas de tomate abandonadas al final del cultivo (14/5/99) se convirtieron en "foco" apropiado para la infestación de *K. lycopersicella*, lo que hizo que la población aumentara significativamente en la etapa de producción o cosecha del cultivo posterior (5/8/99). Lo mismo se repitió en el segundo ciclo de cultivo en el que la población de adultos observada, probablemente originó la población alta de larvas (2/9/99) que infestó hasta un 92% de las plantas y que como consecuencia se observaran valores de casi 25 larvas por planta, además de los frutos formados. Con la información obtenida se podrían evitar daños significativos para implementar una estrategia apropiada de manejo del cultivo. Los resultados observados en el segundo ciclo coinciden con los obtenidos por Cubillo *et al.* (*op. cit.*) en el que los mayores "picos" poblacionales registrados estuvieron relacionados con las poblaciones de larvas que provocaron el 70 % de daño en éstos, sobre este particular se corrobora el daño de hasta el 100 % de los frutos producidos en época húmeda.

#### 4. ASOCIACION DE CONSTANTES TERMICAS ENTRE LA FENOLOGIA DE LA PLANTA DE TOMATE Y EL INSECTO

##### 4.1. DEL CULTIVO DE TOMATE VAR. ENTERO GRANDE

Utilizando una temperatura base de 10 °C considerada por los investigadores como una temperatura mínima necesaria para la germinación de las semillas de tomate [Villela, (op. cit.), y Advisory Committee on vegetable crops, (op. cit.)], se estimaron las unidades calóricas necesarias (efectivas acumuladas) para completar cada una de las etapas fenológicas por las que pasa el cultivo. Con una temperatura mínima promedio de  $24.08 \pm 1.41$  y una temperatura máxima de  $34.24 \pm 1.64$  °C se determinó que la etapa de floración requirió un mínimo de 690.5 (época seca, 18/2/99) y un máximo de 704.5°C (época húmeda, 28/6/99); con una diferencia de 14 °C que dado los promedios de temperatura media diaria (temperatura media =  $29.52 \pm 1.52$ ) lo ubican en menos de un día de diferencia, siendo necesario resaltar que los registros de temperatura no fueron obtenidos directamente en el campo.

En el caso de la fructificación, esta etapa se dió entre 1158.5 (época húmeda, 22/7/99) y 1244.8 °C (época seca, 19/3/99), con una diferencia de 86.3 °C que corresponden a cerca de tres días de diferencia entre ambos ciclos de cultivo. La madurez de frutos requirió entre 1422.5 (época húmeda, 5/8/99) y 1532.3 °C (época seca, 3/4/99), con una diferencia de 109.8 °C, cerca de cuatro días entre ambas épocas de cultivo. En el caso de la cosecha, esta etapa requirió entre 1637 (época húmeda, 17/8/99) y 1791.6 °C (época seca, 16/4/99) , con una diferencia de 154.6 °C que corresponden a cerca de cinco días entre ambos ciclos de cultivos establecidos.

La finalización del ciclo de cultivo desde el transplante hasta el corte, se estimaron en el rango de 2190.5 (época húmeda, 16/9/99) y 2340.1 °C, con una diferencia de 149.6 °C que corresponden a cerca de cinco días de diferencia entre ambos ciclos de cultivo.

#### 4.2. DE LAS POBLACIONES DE ADULTOS DE *Keiferia lycopersicella*

El comportamiento de las poblaciones de adultos de *K. lycopersicella* en el campo durante las dos etapas de cultivo establecidas, sugieren la existencia de siete generaciones que se presentan en el campo cultivado escalonadamente, lo que coincide con Zimmerman (*op. cit.*), que indica que en un año pueden presentarse entre siete a ocho generaciones en forma sucesiva. Por los datos obtenidos en este trabajo, se resume a tres generaciones en época seca y cuatro en época húmeda.

Con la estimación de las unidades calóricas necesarias para cada generación entre 454.3 °C estimados a partir de una temperatura base de 10.2 °C [ Lin y Trumble, (*op. cit.*)] y 456.1 °C estimados a partir de una temperatura base de 9.5 °C. [Weimberg y Lange, (*op. cit.*)], se determinaron las fechas probables de la infestación inicial en cada uno de las estaciones de cultivo, es decir, las fechas en las que se presume se presentaron las poblaciones de colonizadores del cultivo y que originaron las generaciones mencionadas y que como consecuencia de ello se manifestaron en "picos" poblaciones determinados en época seca y época húmeda.

En época seca, el primer "pico" poblacional detectado el cinco de marzo, dió origen a la primera generación del campo registrada 14 días después (19/3/99), en esa fecha las temperaturas efectivas acumuladas sumaron 281.75 °C. Al efectuar las sumatorias de las temperaturas efectivas desde el 23 y 24 de febrero suman entre 448.45 y 467.8 °C respectivamente, que son las fechas probables del apareamiento de la primera población colonizadora del cultivo, la que no fue detectada sino hasta el 5/3/99. Debido a que el rango de registro de las capturas en las trampas no se efectuaron diariamente. Contabilizando las temperaturas efectivas desde el apareamiento de la primera generación del campo, la segunda generación se dió entre el 11 y 12/4/99 cuyas temperaturas acumularon entre 445.7 y 463.5 °C, misma que se detectó hasta el 16/4/99. La tercera generación se originó entre el 5 y 6/5/99 en la que se acumularon entre 449.4 y 469.2 °C respectivamente, y fue detectada hasta el 11/5/99.

Siguiendo esta metodología se puede determinar que la siguiente generación se presentaría el 29/5/99, que sumarían 454.4 °C, la que en realidad ocurrió así y se detectó hasta el 10/6/99, originando la primera población de adultos colonizadores del segundo ciclo de cultivo. Sin embargo, destaca el hecho de que hasta ese momento no había cultivo en el campo para ser colonizado.

En conclusión se puede decir que la primera generación de insectos colonizadores demuestra la hipótesis planteada de que *Keiferia lycopersicella* se presenta a cinco días de iniciada la floración del cultivo, tal como ocurrió con los estimados efectuados, en la que se determinó que ésta se presentó entre el 23 y 24/2/99 y se detectó hasta el 5/3/99.

En época húmeda o lluviosa se presentaron cuatro generaciones. El primer "pico" poblacional se detectó el 10/6/99 y dió origen a la primera generación, registrada en el campo 18 días después (28/6/99), en esa fecha las temperaturas efectivas acumuladas sumaron 361.7 °C, contabilizados desde el momento del transplante del cultivo en el campo el 24/5/99. La sumatoria de las temperaturas efectivas desde el 5/6/99 suman 456.2 °C, que es la fecha probable del apareamiento de esa primera población colonizadora del cultivo, y detectada hasta 10/6/99. Como se explicó anteriormente, debido a que los registros de los adultos capturados no se hicieron diariamente. Al efectuar la sumatoria de las temperaturas efectivas desde la detección de la primera generación del campo, la segunda generación se dió después del 22/7/99 (449.2 °C), ese día sólo se capturó el 4.48 % de todas las capturas del ciclo. Al 23/7/99 sumaron 468 °C y es probable que correspondan a las capturas registradas el día 5/8/99.

La tercera generación establecida en el campo, contabilizada a partir del 24/7/99, se registró efectivamente el 17/8/99 (454.5 °C). La cuarta generación, contabilizando las temperaturas efectivas desde el 18/8/99, se presentó el 11 de septiembre (454.5 °C) y se registró hasta el 14/9/99.

## 5. FENOLOGIA E IDENTIFICACION DEL INSECTO

Durante los muestreos efectuados al cultivo durante los meses de junio a septiembre, se obtuvo suficiente material vegetal infestado con larvas de los estadios I-II (minadores) y III-IV (enrolladores o pegadores de hojas) y trasladados al Laboratorio, con el que se hicieron las infestaciones artificiales mencionadas.

Con una temperatura promedio de 25.08 °C ( $\pm 0.91$ ), larvas colectadas el 10 /6/99 llegaron al estado adulto el 28/6/99, es decir a los 19 días. De 16 larvas colocadas en la planta se obtuvieron 16 adultos (100% de éxito) , entre las fechas de 25/8/99 (6.25%), 28/6/99 (43.75%), 5/7/99 (25%) y el 8/7/99 (25%), un período de 15 días, para un rango de 16 a 29 días, lo cual es explicable por cuanto las larvas no fueron separadas de acuerdo al estadio de desarrollo.

Larvas colectadas el 20/8/99 llegaron al estado adulto el 7/9/99, es decir a los 19 días, con una temperatura media de 25.03 °C ( $\pm 0.97$ ). De 54 larvas colectadas se obtuvieron 47 adultos (87.04 % de éxito) entre las fechas del 4/9/99 (10.64%) y el 7/9/99 (59.57%) y 9/9/99 (29.79%) , en un período de seis días, para un rango de 16 a 21 días. Probablemente porque las larvas estaban mas avanzadas que las determinadas anteriormente. Larvas colectadas el 2/9/99 llegaron al estado adulto el 17/9/99, es decir a los 16 días a 25.42 °C ( $\pm 0.93$ ). Se colocaron 49 larvas y se obtuvieron 49 adultos (100% de éxito). El 9/9/99 se habían obtenido 17 pupas esto correspondió a 34.69 % (nueve días) del total de las larvas utilizadas en la infestación. El día 10/9/99, es decir al día siguiente se obtuvieron 11 pupas mas (22.45%).

El sexado de las pupas permitió estimar la proporción de machos a hembras, en las que se obtuvieron 27 hembras (55.10%) y 22 machos (44.90%), es decir una correspondencia de casi un macho por 1.2 hembras (1: 1.2), todo esto contrasta con los resultados obtenidos por Cubillo *et al.*, (1995) quienes indican que de 161 pupas colectadas, el 55.9 % fueron machos y 44.1% correspondieron a hembras, a una temperatura media anual de 23 °C.

Estas observaciones permitieron determinar que la duración del estado pupal fué de nueve a 10 días a  $25.42\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.93$ ), y del estado larval en promedio estuvo en el rango de 8 - 9 días. Esto concuerda con las capturas efectuadas por Elmore y Howland, (1943) citados por Cubillo *et al.*, (*sup .cit.*) en la que indican una relación de 1.21 hembras por 1 macho (1.21: 1). Lo que permite sugerir que si la relación es de aproximadamente 1:1, las trampas permiten estimar con cierta precisión la cantidad de hembras emergidas en el cultivo y posiblemente de las que emigren de otras áreas.

Con los registros obtenidos en la fenología del insecto se puede concluir que el promedio de la duración desde larva I - II y III - IV hasta la emergencia del adulto en condiciones de laboratorio, manteniendo una temperatura promedio de  $25.17\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.94$ ) estuvo en el rango de 16 a 19 días, con un promedio de 18 días ( $\pm 1.41$ ), valor cercano al determinado por Lin & Trumble, (*op. cit.*) que fue de 20.4 días a  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y Saunders *et al.*, (*op. cit.*), con los mínimos indicados la sitúan con 20 días sin indicar la temperatura, y cercano al determinado por Weiberg y Lange, (1980), que en su investigación determinando los grados -días requeridos desde la oviposición hasta la emergencia del adulto, determinaron que a  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$  el tiempo requerido desde la eclosión de los huevos hasta la emergencia de los adultos fue de  $23.6 \pm 1.4$  días, pero que desde la oviposición hasta la eclosión de los huevos se necesitaron  $6.2 \pm 0.3$  días.

Por lo anterior, se puede deducir que la infestación de huevos podría darse, si se emplean los valores obtenidos por Lin y Trumble, (*op. cit.*), cercano a los seis días previos a la observación de las larvas en el campo. Los registros de temperatura en el laboratorio para estudiar la fenología de esta especie estuvo en menos de 1.0 grado por debajo del que señalan estos investigadores ( $25.17\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y las indicadas por Weiberg y Lange, (*op. cit.*), que también dan un promedio de 6.2 días desde la oviposición hasta la eclosión de los huevos.

Curiosamente las temperaturas que se registraron en los días de mayor infestación en el campo fueron de  $33\text{ }^{\circ}\text{C}$  el 28 de junio; con  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$  los días, cinco de marzo, 22 de julio y 17 de agosto;  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  los días 16 de abril, 14 de mayo, cinco de agosto (especialmente); y  $36\text{ }^{\circ}\text{C}$  los días 10 y 21 de abril, 11 de mayo y

11 de junio (Cuadro VII). Lin y Trumble (*op. cit.*) indican que la mayor mortalidad de huevos se dan a temperaturas de 38 y 41 °C. Lo que podría ser objeto de evaluación.

De las 119 larvas colectadas y analizadas en el laboratorio, sólo 112 completaron su desarrollo (94.12% de éxito) hasta el estado adulto. Por otro lado, la identificación efectuada a través de la genitalia de los machos (Fig. 16) , como la forma curva del *uncus* (Fig. 16a) y recta del *aedeagus* (Fig. 16 c) y los detalles de las bases del abdomen de las hembras, mas las características de la larva permiten indicar que efectivamente la especie que se monitoreó, muestreó y analizó, corresponde a *K. lycopersicella* Walsingham.

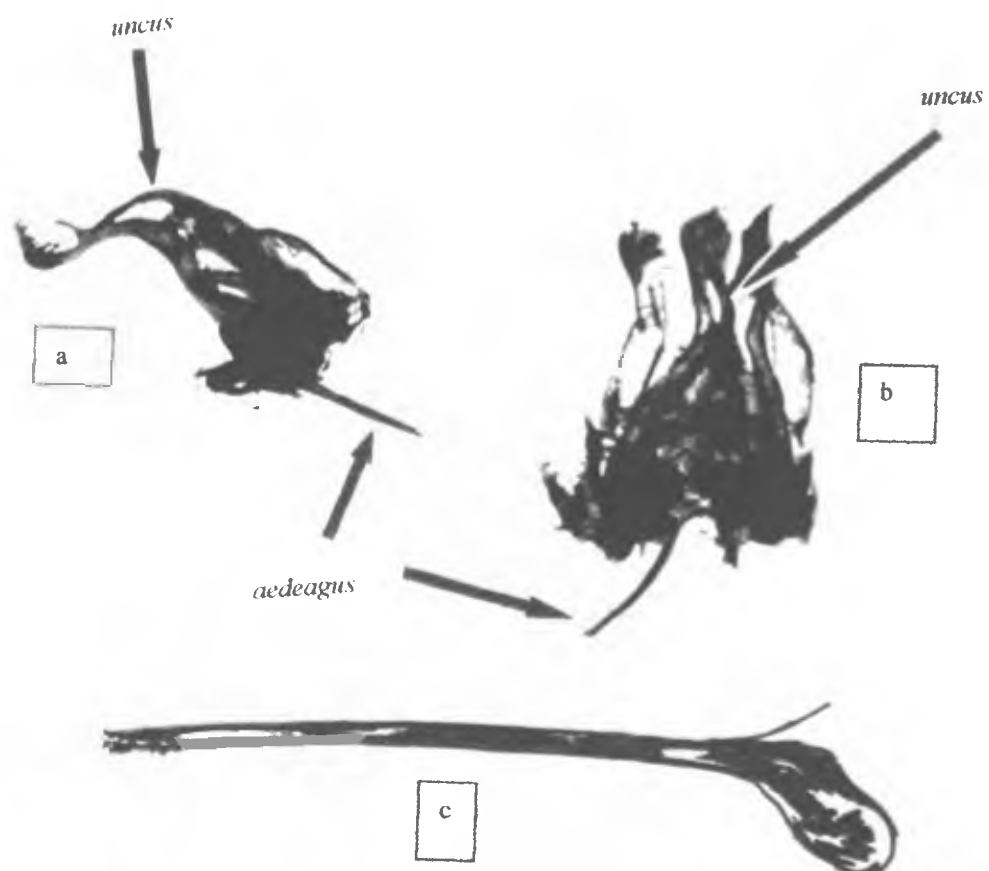


FIG. 16. Genitalia del macho de *Keiferia lycopersicella* Wals. asociadas al cultivo de tomate var. Entero Grande. Los Santos, Panamá, 1999. (a) (vista lateral) *uncus* + *aedeagus* , (b) vista ventral de la genitalia y (c) *aedeagus*.

## 6. RELACION ENTRE FACTORES CLIMATICOS Y LA CANTIDAD DE ADULTOS CAPTURADOS

Los registros climáticos de temperatura máxima, mínima, media, y acumulada (°C) estimada para cada fecha de registro y los datos de precipitación, y precipitación acumulada por período de muestreo y la humedad relativa analizados como variables independientes y la cantidad de adultos capturados por fecha de muestreo como variable dependiente de los anteriores, no fueron estadísticamente significativos entre sí al efectuárseles las pruebas de regresión y correlación múltiple. La respuesta de sus correlaciones presentaron valores entre 44 y 51% entre las variables consideradas en el análisis. Las matrices de correlación efectuadas entre todos los factores ambientales registrados (Cuadro VII) no fueron estadísticamente significativas al analizarse en bloque (todos) para cada uno de los registros de capturas por ciclo de cultivo (época seca y húmeda) ni en conjunto (los dos ciclos de cultivo juntos) (Anexos II - V, resumen de las pruebas estadísticas efectuados).

La relación simple entre los factores climáticos y la cantidad de adultos atrapados, sólo explican entre el 29.21 (época seca) y el 79.89 % (época húmeda) de las capturas de adultos efectuadas. Los valores de correlación estuvieron en el rango de 8.53 y 63.83%. La matriz de correlación efectuada (Anexo II) para el ciclo de cultivo establecido en época húmeda ( $R = 0.7989$ ), las variables, temperatura máxima (0.33), humedad relativa (0.33), precipitación (valor negativo), presentaron valores muy por debajo del máximo valor de las capturas que es de uno, a excepción de la temperatura mínima que presentó un alto valor (0.70) que explica esa variabilidad del 63.83% obtenida. En época seca los valores de correlación obtenidos (Anexo II y IV) fueron estadísticamente no significativos y la variabilidad de respuesta del análisis efectuado presentó un bajo valor (29.21%). Los valores obtenidos de la matriz de correlación fueron también bajos con : 0.19 ; 0.03; 0.004 y - 0.06 para las variables, Temperatura máxima, Temperatura mínima, Humedad relativa y Precipitación respectivamente (Anexo III).

El mismo caso se da cuando sus valores se analizaron de forma acumulada, que la variabilidad de las capturas sólo son explicables entre el 65 y el 72% por los factores climáticos, con valores de correlación entre 42 y 51% (Anexo IV). Los valores de las matrices de correlación (Anexo V) entre las variables independientes analizadas; Temperatura efectiva acumulada en cada registro (desde el transplante) (0.089); Precipitación por fecha de registro (- 0.058); Precipitación acumulada (entre las fechas de muestreos) (0.078); y la Humedad relativa (por fecha de registro) (0.004) presentaron valores considerados bajos tomando en cuenta el máximo valor de uno de la variable dependiente (Número de insectos capturados por fecha de registro o muestreo).

El resultado de los análisis efectuados (Anexo II - V) indican que hubo una mayor relación entre capturas efectuadas en la época húmeda (valor de R entre 72 y 80% y de  $r^2$  entre 51 y 64%), guardaron mayor relación que las observadas en época seca (entre 29 y 66%) con valores de correlación estadísticamente no significativos (valor de  $r^2$  entre 8.5 y 44 %).

CUADRO VII. Registros climáticos y de capturas de adultos de *K. lycopersicella* Wals. Los Santos, Panamá. 1999.

Fecha de muestreo	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Temp. media (°C)	Temp. efectiva (°C)	Temp efectiva acumulada (°C)	Precipit/ fecha (mm)	Precipit. acumulada (mm)	Humedad Relativa (%)	No. de adultos capturados	Observacion
3/02/1999	31	25	28	18	410.5	9.5	9.5	74	0	
18/02/1999	33	23	28	18	690.5	0	9.5	87	0	Floración
5/03/1999	34	24	29	19	979	0	9.5	77	16	
9/03/1999	34	24	29	19	1056.8	0	9.5	76	1	
12/03/1999	34	25	29.5	19.5	1112.3	0	9.5	80	2	
16/03/1999	34	23	28.5	18.5	1186.3	0	9.5	79	1	
19/03/1999	35	24	29.5	19.5	1244.8	0	9.5	75	4	Fructificación
3/04/1999	36	26	31	21	1532.3	0	9.5	80	1	Madurez
5/04/1999	36	26	31	21	1573.1	0	9.5	80	1	Madurez
10/04/1999	36	26	31	21	1679.1	0	9.5	91	6	
16/04/1999	35	24	29.5	19.5	1791.6	0	9.5	86	7	Cosecha
21/04/1999	36	26	31	21	1893.6	0	9.5	70	3	
28/04/1999	32	22	27	17	2035.1	6.5	16.5	91	1	
11/05/1999	36	26	31	21	2282.6	0	16.5	87	2	
14/05/1999	35	24	29.5	19.5	2340.1	13	29.5	86	6	Fin del cultivo
10/06/1999	36	26	31	21	360	193.4	193.4	88	13	
28/06/1999	33	24	28.5	18.5	704.5	18.1	211.5	91	8	Floración
8/07/1999	32	23	27.5	17.5	892.5	0	211.5	89	1	frutos
22/07/1999	34	24	29	19	1158.5	70.6	282.1	94	3	Fructificación
5/08/1999	35	25	30	20	1422.5	15.3	297.4	93	28	Madurez
17/08/1999	34	22	28	18	1637	65.2	362.6	94	5	Cosecha
20/08/1999	30	22	26	16	1698.5	40.8	403.4	88	3	
2/09/1999	35	22	28.5	18.5	1933	123.1	526.5	88	0	Fin del cultivo
14/09/1999	35	23	29	19	2153	96.4	622.9	88	3	
16/09/1999	35	23	29	19	2190.5	50.3	673.2	80	3	

Fuente: Registros climáticos obtenidos de la estación meteorológica tipo "B" de la Empresa Nestlé, en La Villa de Los Santos.  
Referencias: Precipit = precipitación por rango de fecha de muestreo, en mm de lluvia; La Precipitación acumulada entre los rangos de fecha de muestreo; Temp = Temperatura, Temp efectiva = Temperatura efectiva (Temp media - 10); Temp efectiva acumulada son las temperaturas efectivas acumuladas desde el momento del transplante al campo en cada ciclo de cultivo, para los grados días necesarios en cada etapa del cultivo); Temp media = (Temp. máxima - Temp. mínima) / 2

CAPITULO V  
CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

En base a las condiciones y limitaciones del presente trabajo se puede concluir que:

### 1. De la dinámica poblacional y la sincronía biológica:

- a. Los adultos de *Keiferia lycopersicella* Wals. se presentan durante todo el año con o sin presencia de cultivo de tomate, y los valores más altos de captura se dieron en los meses de mayo y septiembre por lo que se estima que sus poblaciones son locales y regionales.
- b. La sincronía entre *K. lycopersicella* y el cultivo de tomate establecido en la zona permitieron establecer que la colonización del cultivo por este insecto se da cuando el cultivo está en plena floración, entre los 40 a los 50 días después del trasplante (en época seca); y en fructificación y/o maduración (en ambas épocas de cultivo).
- c. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los factores climáticos y la captura de adultos .

### 2. De la variedad de tomate Entero Grande:

Con respecto a los datos agronómicos y/o fenológicos de la variedad de tomate utilizada para procesamiento industrial, los valores promedios mas significativos fueron de acuerdo a la época de cultivo, los siguientes:

- a. El ciclo de cultivo en época seca fue de 120 días mientras que en época húmeda, debido a factores adversos y extraños al ensayo, sólo se pudo concluir hasta los 81 días y que correspondía al periodo de maduración.

- b. La etapa de floración presentó valores similares entre los 35 y los 36 días, en ambos ciclos de cultivo., con un promedio de flores por planta de 23.2 ( $\pm$  11.44) en época seca y 27.4 ( $\pm$  18.9) en época húmeda. Con una duración de 44 días en época seca y en época húmeda que fué de 30 días.
  - c. La fructificación se inició a los 64 días (19/3/99), con una duración de más de 60 días en época seca, mientras que en época húmeda se dió a los 59 días (22/7/99), con una duración de 44 días. Los promedios de frutos por planta fueron de 26.0 ( $\pm$  12.29) y 13.56 ( $\pm$  8.37) respectivamente.
  - d. El inicio de madurez y cosecha en época seca se dió a los 79 y 92 días respectivamente (3-16/4/99) con 30 días de duración, efectúandose cuatro cortes; mientras que en época húmeda se inició a los 66 días (5/8/99), con 13 días menos que en el primer ciclo (27 días de duración), efectúandose tres cortes.
  - e. El peso promedio estimado de los frutos fue de 74.66 gr ( $\pm$  10.05 gr.) determinados en una muestra de 200 frutos.
  - f. Los promedios de altura máxima desarrollados por las plantas fueron de 1.07 m (70.5 cm  $\pm$  32.36 cm) en época seca y de 1.17 m (78.43 cm  $\pm$  29.43)
  - g. Los promedios del número de ramas por planta estuvo en el rango de entre 4.0 ( $\pm$  1.0) y 3 ( $\pm$  1.4) en época seca y húmeda respectivamente.
  - h. El promedio del número de hojas por rama estuvo entre 6.5 ( $\pm$  0.67) y 7.22 ( $\pm$  3.2), tanto en época seca, como en época húmeda, respectivamente.
3. De la fenología del insecto:
- a. La fenología del insecto analizada bajo condiciones de laboratorio permitió determinar que el tiempo que la larva (I - IV) empleó en alcanzar el estado adulto fue de 18 días ( $\pm$  1.41) a 25.17 °C ( $\pm$  0.94)

CAPITULO VI  
RECOMENDACIONES

## RECOMENDACIONES

1. Por la experiencia de este trabajo, en la que se determinó las épocas en las que coinciden en el cultivo sería conveniente que se cuantificara el nivel de daño económico que este insecto realmente ocasiona a los productores, no sobre la base de las medidas de control adoptadas, sino sobre la cantidad de frutos que es capaz de afectar sin adoptar ninguna medida de control.
2. Es conveniente que se mantenga el monitoreo de las poblaciones de este insecto en los lugares donde más comúnmente ha sido detectado en registros anteriores, por lo que la sugerencia es que los monitoreos se hagan en por lo menos tres o cuatro sitios diferentes entre sí para evaluar los movimientos que sus poblaciones hacen con respecto al espacio y al tiempo.
3. Debido a los resultados obtenidos en los muestreos de larvas, sería conveniente que se evaluara si los muestreos de larvas en minas activas por hoja origina como consecuencia una población de adultos que permanecen en el cultivo en el ciclo siguiente o emigran hacia otras partes, esto es mediante el monitoreo de los campos aledaños.
4. Debido a las tasas de incremento obtenidas durante el monitoreo de los adultos de *K. lycopersicella* convendría determinar si otro tipo de trampa sería mas eficiente en el monitoreo de los mismos.
5. Debido a la poca información obtenida y en base a las observaciones de campo efectuadas, sería conveniente que se efectuara un trabajo destinado a cuantificar a los enemigos naturales de este insecto plaga, y el nivel de control que se da desde huevo hasta pupa.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

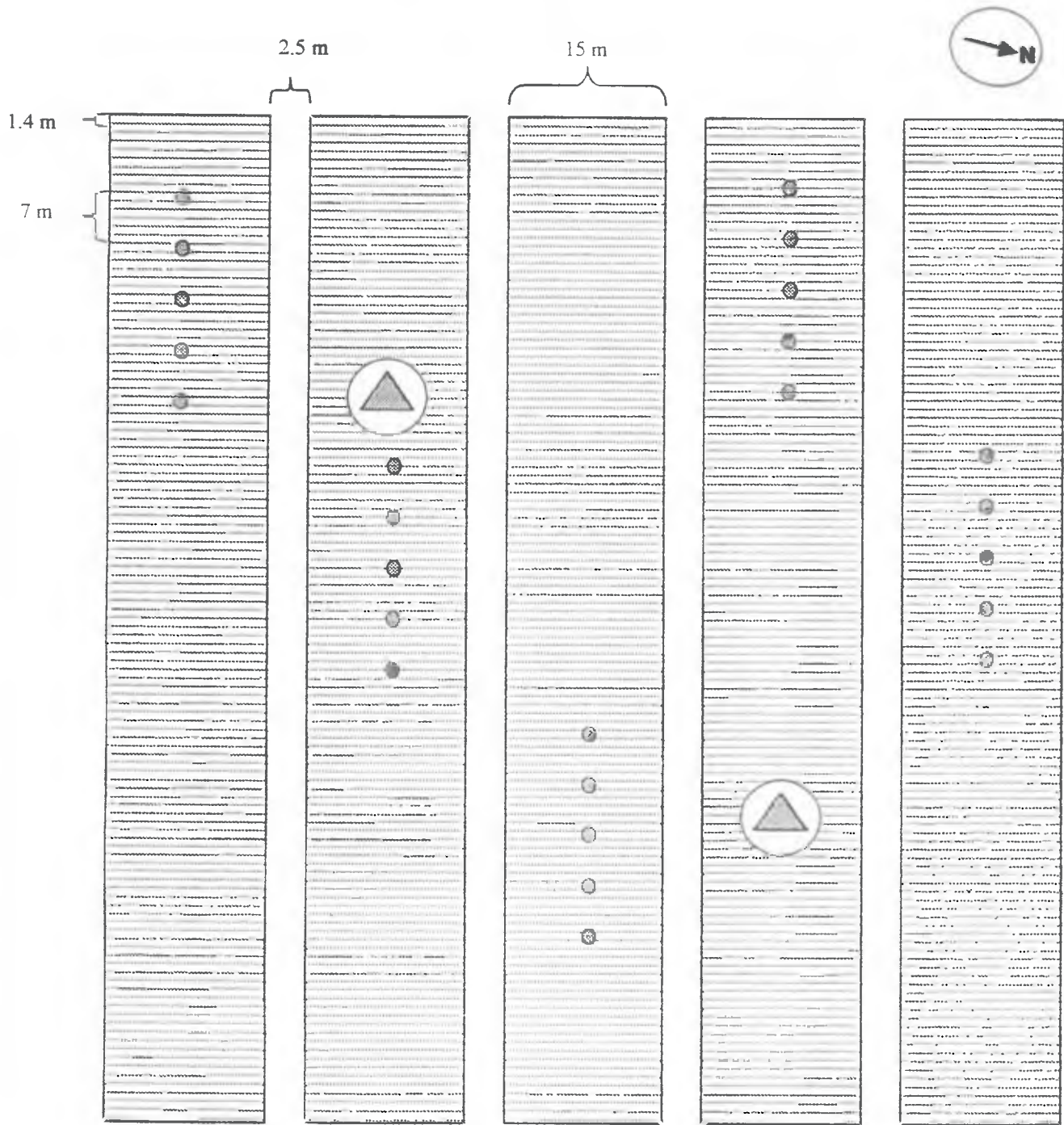
## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ADVISORY COMMITTEE ON VEGETABLE CROPS. 1997. Tomatoes, vegetables crops production guide for the Atlantic provinces. Production Technology Branch, Province of Nova Scotia. 9 p. <http://agri.gov.ns.ca/hort/vegetables/guides/tomatoes.html>
- ALVARADO RODRIGUEZ B. AND RIVERA RUBIO E. 1990. Tomato pinworm (Lepidoptera: Gelechiidae): an increasing pest on tomatoes in Sinaloa, México. *Florida Entomologist*, 73 (4): 677 - 680.
- ANDREWS K., Y QUEZADA R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura, estado actual y futuro. Honduras, Escuela agrícola Panamericana, El Zamorano. 623 p
- BIRCH M. C. AND HAYNES K. F. 1982. Insect pheromones. London, British Library cataloguing in publication data. 61 p.
- CAPPS H. W. 1946. Description of the larva of *Keiferia peniculo* Henrich, with a key to the larvae of related especies attacking eggplant, pepper, potato and tomato in the United States. *Annals Entomological Society of América*, 39 : 561 - 563
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, Costa Rica. Proyecto MIP, Serie técnica, Informe Técnico No. 151: 138 p.
- CHARLTON R. E., WYMAN J. A., McLAUGHLIN J. R., DU J. W. AND ROELOFS W. L. 1991. Identification of sex pheromone of tomato pinworm, *Keiferia lycopersicella* (Wals). *Journal of Chemical Ecology*, 17 ( 1 ): 175 - 183.
- CUBILLO D., HILJE L. Y CARTIN V.M. 1995. Fluctuación poblacional de *Keiferia lycopersicella* (Lepidoptera: Gelechiidae) y eficiencia de trapeo de adultos con feromona sexual. Revista, Manejo Integrado de Plagas (MIP), Turrialba, Costa Rica. 37: 7 - 15.
- FERNANDEZ JIMENEZ J. M.; HENRIQUEZ ULLOA N.B. Y PEDROZA MENCHACA M. A. 1999. Estudio socioeconómico del Distrito de los Santos. Tesis, Universidad de Panamá, Facultad de Humanidades, Escuela de geografía e historia. 226 p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA". 1988. Ministerio de obras públicas, Atlas Nacional de la República de Panamá. 3a Ed. 222 p.
- \*\*\*\*\* 1998. Mapa. Ministerio de obras públicas de la República de Panamá. Edición 10, Escala 1:250,000. Hoja No. 6
- KING A.B.S. & SAUNDERS J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central, una guía para su reconocimiento y control. Londres, Inglaterra. TDRI/CATIE. 182 p
- LIN S. Y. H. AND TRUMBLE J. T. 1985. Influence of temperature and tomato maturity on development and survival of *Keiferia lycopersicella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Environ. Entomol.*, 14: 855 - 858.
- McLAUGHLIN J.R., ANTONIO A.Q., POE S. L. AND MINNICK D.R. 1979. Sex pheromone biology of the adult tomato pinworm, *Keiferia lycopersicella* (Walsingham). *Florida Entomologist*, 62 (1) : 35 - 41

- OATMAN E. R. 1970. Ecological studies of the tomato pinworm on tomato in Southern California. *Journal of Economic Entomology*, 63 (1): 1531 - 1534.
- OATMAN E. R., WYMAN J. A. AND PLATNER G.R. 1979. Seasonal occurrence and parasitization of tomato pinworm on fresh market tomatoes in southern California. *Environ. Entomol.*, 8: 661-664.
- POUEY F. G., CHIRINOS D. T., Y RIVERO G. 1997. Dinámica poblacional y daños causados por Gelechiidae minadores en tomate en la región noroccidental del Estado Zulia, Venezuela. *Bol. Entomol. Venez.*, N. S. 12( 1 ): 43-50.
- POUEY F.G. Y PEREZ G. 1994. Notas sobre *Keiferia lycopersicella* (Walsingham), (Lepidoptera: Gelechiidae), en Venezuela. *Bol. Entomol. Venez.*, N.S. 9(2): 203-206.
- POUEY F.G.; SANCHEZ B. Y CHIRINOS. D.T. 1997. Biología del minador del tomate, *Keiferia lycopersicella* (Lepidoptera: Gelechiidae) y potencial para desarrollar sus poblaciones. Venezuela, *Rev. Fac. Agron.*, (LUZ), (14): 329 - 339.
- RAMIREZ B. A., CARBALLO V. M. Y SAUNDERS J. L. 1989. Niveles de daño económico de *Keiferia lycopersicella* en Tomate. *Revista Manejo Integrado de Plagas (MIP) Turrialba, Costa Rica.* 14: 1 - 17
- SAUNDERS J.L.; COTO D.T. Y KING A.B.S. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. CATIE, Manual técnico No. 29, 2a. ed. 305 p.
- SCENTRY, Inc. 1987. Gusano A.T.: el sistema mejor para el control del gusano alfiler de tomate. Scentry, Inc., P.O. Box 426, Bueckeye Arizona, EE UU. 20 p.
- SORENSEN K.A. 1994. Vegetable, insects pest management, insect note No. 33. Department of entomology. NCSU. 3 p. [http://ipm-www.ncsu.edu/insect\\_notes/vegetables/veg33.html](http://ipm-www.ncsu.edu/insect_notes/vegetables/veg33.html)
- STEENWYK V. R.A. AND OATMAN E. R. 1983. Mating disrupting of tomato pinworm (Lepidoptera: Gelechiidae) as measured by pheromone trap, foliage, and fruit infestation.. *Journal of Economic Entomology*, 76: 80 - 84.
- STEENWYK V. R. A., OATMAN E.R. Y WYMAN J. A. 1983. Density treatment level for tomato pinworm (Lepidoptera:Gelechiidae) based on pheromone trap catches. *Journal of Economic Entomology*, 76: 440 - 445.
- VILLELA RAMIREZ, J. D. 1993. El cultivo de tomate. Guatemala Proyecto de Desarrollo Agrícola, G de G/ AID 520 - 0274: 147 p.
- WADILL, V. H.; AND POHRONEZNY, K. 1979. Tomato IPM: Key to vegetable leafminer control. *Citrus & Vegetable Magazine*, 42: 34 - 37.
- WEINBERG H. L. AND LANGE W. H. 1980. Developmental rate and lower temperature threshold of the tomato pinworm. *Environ. Entomol.*, 9: 245 - 246.
- ZIMMERMAN E. C. 1978. Insects of Hawaii , a manual of the insects of the Hawaiian Islands, including an Enumeration of the species an notes on their origin, distribution, hosts, parasites, etc. The University Press of Hawaii, Honolulu. Vol. 9, Microlepidoptera, Part II Gelechoidea.: 883 - 1903.

## ANEXOS

ANEXO I. Distribución de las unidades experimentales utilizadas en el muestreo de plantas de tomate var. Entero Grande. Los Santos, Panamá. 1999.



● Punto de muestreo

▲ Trampa tipo delta

▬ surco

ANEXO II. Resultado de las pruebas de regresión y correlación múltiple efectuadas entre los factores climáticos en forma simple y la cantidad de adultos de *K. lycopersicella* capturados por fecha. Panamá, 2000.

VARIABLES CONSIDERADAS	Temperatura máxima y mínima (°C), Precipitación (mm) y Humedad Relativa (%)		
	Epoca Seca	Epoca húmeda	Los dos ciclos
VALORES			
R múltiple	0.2921	0.7989	0.4171
$r^2$	0.0853	0.6383	0.1740
Ajuste de $R^2$	0.2805	0.3490	0.0877
Error estandar	4.7009	6.7510	6.2210
F	0.2332	2.2060	1.0531
P	0.9134	0.2042	0.0405

ANEXO III. Resultado de las matrices de correlación efectuadas entre los factores climáticos y la cantidad de adultos de *K. lycopersicella* capturados por fecha. Panamá, 2000.

Matriz de correlación	Variable dependiente: Numero de insectos capturados por fecha de muestreo (máximo valor = 1.0)		
	Epoca seca	Epoca húmeda	Los dos ciclos
VARIABLES INDEPENDIENTES			
Temperatura máxima (°C)	0.1905	0.3312	0.206
Temperatura mínima (°C)	0.0290	0.7004	0.2199
Humedad relativa (%)	0.0037	0.3270	0.2565
Precipitación (mm)	- 0.0579	- 0.0736	0.1317

ANEXO IV. Resultado de las pruebas de regresión y correlación múltiple efectuadas entre los factores climáticos en forma acumulada y la cantidad de adultos de *K. lycopersicella* capturados por fecha. Panamá, 2000

VARIABLES CONSIDERADAS	Temperatura efectiva acumulada desde el momento del transplante (°C), Precipitación y precipitación acumulada (mm) y Humedad relativa (%)		
	Epoca Seca	Epoca húmeda	Los dos ciclos
VALORES			
R múltiple	0.6632	0.7166	0.6447
$r^2$	0.4398	0.5134	0.4158
Ajuste de $R^2$	0.2361	0.1891	0.2193
Error estandar	4.5971	5.0619	6.4470
F	2.1590	1.5831	3.7361
P	0.1411	0.2925	0.0190

ANEXO V. Resultados de matrices de correlación efectuadas entre los factores climáticos en forma acumulada y la cantidad de adultos de *K. lycopersicella* capturados por fecha. Panamá, 2000.

Matriz de correlación	Variable dependiente: Numero de insectos capturados por fecha de muestreo (máximo valor = 1.0)		
	Epoca Seca	Epoca húmeda	Los dos ciclos
Temperatura efectiva acumulada en ( °C)	0.0894	- 0.4886	- 0.1313
Precipitación (mm)	- 0.0579	- 0.5104	0.1317
Precipitación acumulada (mm)	0.0797	- 0.0893	0.0763
Humedad Relativa (%)	0.0038	- 0.2844	0.2565