

# Identificación y Evaluación de los Enemigos Naturales de la Mosca Prieta de los Cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) en Cuatro Zonas Citrícolas de Costa Rica<sup>1</sup>

J.M. Elizondo\*, J.R. Quezada\*\*

## ABSTRACT

The citrus blackfly was detected in Panama and Costa Rica in the 1920s, when it began spreading in citrus orchards and other suitable host plants. In the 1930s, *Eretmocerus serius* and *Encarsia opulenta* were introduced for biological control purposes. As a result, the pest was brought under control and has remained so for years, although no records of a follow-up exist. A study was undertaken to evaluate the distribution of the pest and its parasites in four localities of Costa Rica from January to December 1986. Monthly samples of infested leaves were taken to determine the percentage of parasitism of nymphs in the laboratory. The material was confined to await the emergence of parasites, so as to redefine the parasitism data. The pest showed five yearly generations in one location and four in the rest, as determined by the use of day-degree data and field observations. *E. opulenta* is the key biological control factor of the pest, but native predators such as *Delphastus* sp. and *Chrysopa* spp. as well as the pathogenic fungus *Aschersonia aleyrodis* are also important. Linear regression models were developed to calculate total parasitism on the basis of field data.

## COMPENDIO

La mosca prieta comenzó a propagarse en las plantaciones de cítricos y otras plantas hospederas en Panamá y Costa Rica y fue detectada en la década de los 20. En los años 30, se introdujo *Eretmocerus serius* como controlador biológico, además de *Encarsia opulenta*, con lo cual mantuvo la plaga bajo control. Este estudio evalúa la distribución de la plaga y sus parásitos en cuatro localidades de Costa Rica durante el año 1986. Se tomaron muestras mensuales de hojas infestadas para determinar el por ciento de parasitismo y número de ninfas en el laboratorio. El material fue confinado para esperar la emergencia de parásitos y así redefinir los datos de parasitismo. La plaga mostró cinco generaciones/año en una localidad y cuatro en el resto, determinadas por el uso de datos de grados-día y observaciones de campo. *E. opulenta* es el factor clave de control biológico de la plaga; sin embargo, también son importantes los depredadores nativos como *Delphastus* sp. y *Chrysopa* sp., así como el hongo *Aschersonia aleyrodis*. Se desarrollaron modelos de regresión lineal para calcular el total de parasitismo observado en el campo.

## INTRODUCCION

El cultivo de los cítricos se ha incrementado en los últimos años en Costa Rica. En 1973 existían 408.9 ha de plantaciones comerciales (2), mientras que para 1987 el área cultivada era de 2 500 ha. Estos datos reflejan la importancia adquirida por este cultivo en el país. Los niveles de calidad que requiere este producto en el mercado nacional no son relevantes, en vista de que el consumidor no es exigente al respecto; sin embargo, para efectos de exportación, es importante considerarlos. Factores como el manejo integrado de plagas deben tomarse en cuenta, en respuesta a una mayor exigencia de calidad,

la cual puede ser alterada, entre otras cosas, por las altas poblaciones de la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera, Aleyrodidae). Esta plaga, originaria de Asia, se ha propagado en las últimas seis décadas por la región del Caribe, América Central y América del Norte (1). En 1920 se reportó su presencia en Costa Rica (4). En 1933 se introdujo *Eretmocerus serius*, Silv. como controlador biológico, y luego *E. opulenta* en los años siguientes (11).

Entre sus hospederos preferidos están los cítricos *Citrus* spp. mango *Mangifera indica* L., y guayabo *Psidium guajaba* L. (14). El ciclo biológico de este insecto incluye seis estadios (huevo, ninfas I, II, III, pupa y adulto). El tiempo que tarda cada uno de ellos en completarse es variable y depende en mucho de las condiciones imperantes de temperatura. A 16°C se determinó un ciclo completo de 567 días, mientras que a 27°C fue de 74 días (6).

Los parásitos y depredadores más importantes que atacan a *A. woglumi* son: los himenopteros afelinidos: *Encarsia* (*Prospaltella*) *clypealis*, *E. opulenta* Silvestri,

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 10 de agosto 1990. Basado en la Tesis MSc. sometida por el primer autor al Programa de Estudios de Posgrado del CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica.

\* Entomólogo, Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) Santa Clara, San Carlos, Costa Rica.

\*\* Consultor Internacional, Manejo Integrado de Plagas y Control Biológico 4624 W Feemster, Visalia, CA 93277, USA.

y *Eretmocerus serius* Silvestri; el depredador *Delphastus* sp (Col: Coccinellidae) y el hongo entomopatógeno *Aschersonia aleyrodis* (16) Estos parásitos, depredadores y plagas pueden ser afectados por condiciones ambientales como la temperatura y la precipitación. Así, Cherry (3) observó que al exponer *A. woglumi* y su parásito a temperaturas extremas, por periodos de tres horas, la DL50 (dosis letal) para adultos de mosca prieta y ninfas del primer estadio ocurrió entre 40 y 45°C Para los adultos de *A. hesperidum* la DL50 ocurrió entre 35 y 40°C y aumentó cuando decreció la humedad, ambos en condiciones de verano También se ha observado que la muerte de los parásitos *E. opulenta* y *E. smithi* ocurre entre los 35 y 40°C (17)

La mosca prieta se dispersa de tres maneras: por el vuelo de los adultos, a través de hojas infestadas arrastradas por el viento, o por el acarreo del material de propagación infestado (5). Trabajos realizados en Florida y Texas han demostrado que este insecto es capaz de desplazarse de 400 a 600 m por generación sin la ayuda del hombre, (5) y Quezada *et al.* (15) observaron en El Salvador limitaciones de esta plaga, sobre todo por factores del ambiente, en plantaciones localizadas a más de 1 000 m de altura Además, con la introducción de *E. opulenta* en 1970, se logró un control completo de la mosca prieta a los dos años siguientes (más del 50% de parasitismo).

A pesar de que en Costa Rica los cítricos constituyen una actividad agrícola importante, aún hasta 1986 no se habían realizado estudios que determinaran el control que sobre esta plaga ejercían sus enemigos naturales, ni su comportamiento a través del año en los diferentes ambientes. Por eso, este trabajo tuvo como objetivo identificar y cuantificar el control biológico ejercido sobre la mosca prieta, *A. woglumi*, por sus enemigos naturales en Costa Rica, así como determinar el comportamiento reproductivo de la plaga durante el año, en los cuatro sitios en evaluación.

#### MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en cuatro localidades cítricas de Costa Rica (Siquirres, Esparza, Guápiles y Atenas) ubicadas a 10° y 06'; 9° y 59'; 10° y 13' y 9° y 59' de latitud norte y 83° y 26'; 84° y 39'; 83° y 46' y 84° y 20' de longitud oeste con altitudes variables de 40, 208, 249 y 696 msnm, respectivamente. En estos sitios, la precipitación y la temperatura son variables entre sí y fluctúan entre 1 771 y 4 491 mm y de 23.7 a 26.5°C (Fig. 1).

Hojas de cítricos infestadas por la mosca prieta, fueron el material experimental recolectado mensual-



Fig. 1. Muestreo preliminar y sitios de evaluación del control biológico de *A. woglumi* en Costa Rica, 1986

mente en sitios de cada una de las localidades en estudio, durante un año (enero a diciembre de 1986). Las muestras se recogieron en plantaciones comerciales y árboles aislados en los que se evitó la aplicación de insecticidas que pudieran alterar la eficiencia del control biológico. Las hojas recolectadas presentaban ninfas de *A. woglumi* principalmente del segundo estadio. Estas muestras no representaron la población del insecto porque solo se consideraron algunos árboles de la plantación, hasta completar 60 hojas infestadas.

Inmediatamente después de la recolecta, se hicieron observaciones de laboratorio para determinar el grado de parasitismo de ninfas en el campo y el número de ninfas de la plaga por muestra, en 50 hojas seleccionadas al azar, las cuales se recortaron dejando únicamente el área afectada. Con un estereomicroscopio se determinó el número de ninfas parasitadas en el campo, mediante el recuento de las que presentaban el agujero de emergencia del parásito, diferente al que deja el adulto de la mosca prieta cuando ha emergido (Fig. 2).

Las muestras se dejaron en frascos acondicionados en bandejas plásticas con papel absorbente húmedo en su fondo, de manera que después de un mes se pudieran realizar recuentos de parásitos emergidos en el laboratorio. Esta información se utilizó para corregir el porcentaje de parasitismo observado en las muestras. También se determinó en las hojas recolectadas la presencia de otros enemigos naturales mediante los siguientes registros: fechas de recolección de las hojas,

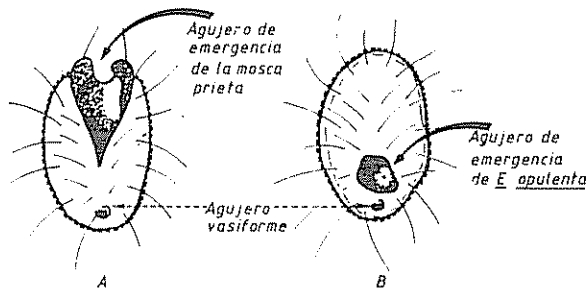


Fig. 2. Agujeros de emergencia de la mosca prieta (A) y de su parásito *E. opulenta* (B)

parásitos y enemigos naturales encontrados, número de ninfas, número de parásitos emergidos en el campo y en el laboratorio, registros de temperatura máxima y mínima diaria, y precipitación promedio mensual.

Los factores analizados fueron:

— Porcentaje de parasitismo en *A. woglumi* en cada etapa de muestreo (se consideró el parasitismo en el campo determinado en el momento de la recolecta, por el recuento de ninfas con el agujero típico) y el parasitismo total, correspondiente al parasitismo en el campo, más los parasitoides emergidos un mes después del confinamiento

— Enemigos naturales presentes (se preservaron en alcohol de 70% y láminas fijas), los cuales fueron identificados por personal especializado. (*Encarsia opulenta* fue identificada por R. W. Carson, Entomólogo del Laboratorio de Entomología Sistemática del USDA, Washington, D. C.)

— Número de generaciones de mosca prieta por año en cada localidad. Se utilizaron grados-día según Dowell y Fitzpatrick (6):

$$\frac{\text{Temperatura máxima} + \text{temperatura mínima} - 13.7^{\circ}\text{C}}{2}$$

Se realizó un análisis de variancia para determinar las diferencias entre las cuatro localidades y las 12 épocas, en cuanto al porcentaje total de parasitismo y número promedio de ninfas por hoja de muestreo por mes ( $Y_{ijk} = M + L_i + E_j + E_{ijk}$ ). De acuerdo con un análisis de dispersión de los datos, se estimaron modelos de regresión lineal del porcentaje de parasitismo total, como una función del porcentaje de parasitismo en el campo ( $Y = a_{ij} + b_{ij} X$ ). Para esto se aplicó una prueba de "t" a los interceptos (a) y los coeficientes de regresión (b), de las 12 curvas de re-

gresión lineal ajustadas para cada localidad y cada mes. Posteriormente y de acuerdo con las diferencias observadas, se reagruparon los meses en bimestres secos (1, 2) y lluviosos (3, 4, 5, 6), a los que se les aplicó una prueba de contrastes. También se correlacionó la temperatura y precipitación con el porcentaje de parasitismo total.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En un muestreo preliminar realizado en las cuatro zonas climáticas del país (Pacífico Seco, Región Atlántica, Valle Central y Pacífico Húmedo) (Fig. 1), se determinó en todas ellas la presencia de la mosca prieta *A. woglumi*

En las zonas algodoneras del Pacífico Seco de Costa Rica (Guanacaste, Filadelfia y Guardia de Liberia) se registró la mayor población de la plaga (40 ninfas promedio/hoja en un 30% del área foliar/árbol). Esta mayor población de plaga está asociada posiblemente con la aplicación excesiva de plaguicidas. Esta tendencia es similar a la observada en El Salvador por Quezada *et al* (15), y una inspección realizada en la zona algodонера de Guatemala por el autor durante la misma fecha de esta investigación. En esta y en las demás regiones, excepto en las partes altas de Cartago, Santa María de Dota, San Pablo de León Cortés y San

Cuadro 1. Porcentaje de parasitismo ejercido por *E. opulenta* y promedio de ninfas de *A. woglumi*/hoja de muestreo en una evaluación preliminar en Costa Rica, 1986.

Lugar	Ninfas/hoja	Parasitismo %	Altitud (msnm)
Siquirres	30	60	40
Guápiles	30	70	249
Turrialba	50	80	602
Cartago*	—	—	1 440
Santa María de Dota	—	—	1 560
San Marcos de Tarrazú*	—	—	1 430
San Pablo de León Cortés*	—	—	1 542
Paso Canoas	20	60	128
San José	20	90	1 172
San Ignacio de Acosta	30	50	100
Atenas	16	50	696
Esparza	17	90	208
Miramar	11	40	450
Guanacaste	30	80	144

\* No se detectó *A. woglumi*

Marcos de Tarrazú, en donde no se detectó *A. woglumi*, se observó un parasitismo de 40 a 90% ejercido por *E. Prospaltella opulenta* Hym: Aphelinidae, además de la presencia de depredadores (*Delphastus* sp. Col: Coccinellidae y *Chrysopa* sp. Neur: Chrysopidae) y el hongo entomopatógeno *Aschersonia aleyrodis* (Cuadro 1) Igual que en El Salvador, Quezada *et al* (15) observaron que en sitios a más de 1 000 msnm no se determinó la presencia de esta plaga.

En todas las áreas muestreadas (1985-1986), el manejo equilibrado de las plantaciones y la poca trascendencia que han tenido cultivos como el algodón en las zonas secas (principalmente Guanacaste) ha permitido que el parasitismo ejercido por *E. opulenta*, y la presencia de depredadores y hongos, sean los factores de equilibrio más importantes.

El modelo de grados-día propuesto por Dowell y Fitzpatrick (6) fue efectivo con algunas modificaciones para el cálculo de las generaciones de *A. woglumi* (el remanente de grados-día del año anterior se sumó a los obtenidos de cada sitio en el mes de enero).

En Guápiles, Siquirres y Atenas se presentaron cuatro generaciones de la plaga, a espacios promedio de tres meses y cinco generaciones en Esparza, distanciadas entre sí cada 2.5 meses en promedio. De acuerdo con Quezada *et al* (15), en las condiciones de El Salvador las generaciones de *A. woglumi* se presentaron cada 2.5 a 3 meses. A pesar de estos resultados, este modelo debe revalidarse con pruebas más estrictas, ya que considera únicamente las temperaturas máximas y mínimas, sin tomar en cuenta otros factores importantes en el trópico, tales como radiación solar, humedad relativa, entre otros.

En las zonas evaluadas (Guápiles, Esparza, Siquirres y Atenas), se observó una baja densidad de *A. woglumi* por árbol muestreado (menos del 2% de sus hojas infestadas en promedio). Smith *et al.* (16) consideran que más de 30 ninfas de mosca prieta por hoja, en prácticamente todas las hojas del árbol, constituyen una población de importancia económica. Los enemigos naturales que se detectaron fueron: el parásito *E. opulenta* (el de mayor importancia con una eficiencia de 25 a 92% del parasitismo detectado), el hongo entomopatógeno *Aschersonia aleyrodis* y los depredadores *Delphastus* sp. y *Chrysopa* sp.

Durante el período de evaluación, en 1986, únicamente se detectó el parasitoide *E. opulenta*, posiblemente asociado con la baja población de *A. woglumi*. Hart *et al.* (11) también establecieron una mayor eficiencia de este parásito cuando las poblaciones del hospedero fueron bajas. Además, de acuerdo con la

prueba de Duncan, hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para el número promedio de ninfas/hoja de muestreo y para el porcentaje de parasitismo total entre los diversos sitios evaluados, no así entre los meses del año (Fig. 3).

El número de ninfas de *A. woglumi*/hoja de muestreo más bajo (25.3) se observó en Siquirres y el más alto (36.6) en Guápiles; éste presentó condiciones ideales de temperatura y precipitación para el desarrollo de la plaga durante el período de evaluación, excepto en los meses de octubre y diciembre, que fueron muy lluviosos (Cuadro 2, Fig. 4)

En los cuatro sitios, se observó durante los meses de evaluación una relación evidente parásito-hospedero, con algunas excepciones. Por ejemplo en Guápiles, de enero a febrero, el porcentaje total de parasitismo aumentó de 58.8 a 69.5, a pesar de que se observó un decrecimiento en el número de ninfas/hoja de muestreo (de 33.3 a 32.9).

En Esparza se detectó un mayor número de ninfas de *A. woglumi* (58.1 ninfas/hoja de muestreo) en el mes de enero, con un comportamiento muy diferente al observado en los otros lugares (Fig. 4). En este sitio

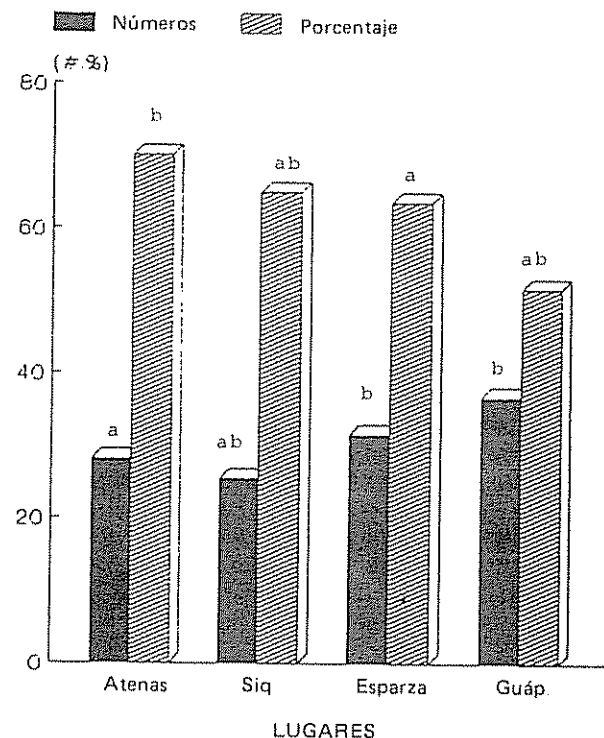


Fig. 3. Número promedio de ninfas de *A. woglumi* por hoja de muestreo y porcentaje de parasitismo promedio anual ejercido por *E. opulenta* en una evaluación en Costa Rica, 1986. Columnas con igual letra no difieren significativamente, (Duncan,  $P > 0.05$ )

Cuadro 2. Número promedio de ninfas de *A. woglumi*, hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por *E. opulenta* en cuatro localidades de Costa Rica.

Mes	No. de ninfas promedio/hoja				% Total de parasitismo			
	Guápiles	Esparza	Siquirres	Atenas	Guápiles	Esparza	Siquirres	Atenas
Enero	33.3	58.1	21.3	26.4	58.8	24.7	32.5	83.4
Febrero	32.9	48.3	28.5	42.0	69.5	36.9	52.3	69.1
Marzo	40.7	47.0	24.6	31.3	62.7	49.1	49.3	92.1
Abril	45.6	33.1	21.5	27.6	54.1	40.1	45.0	62.2
Mayo	57.2	28.0	31.6	22.7	64.5	64.0	61.8	47.7
Junio	32.2	18.3	25.8	30.1	62.5	76.3	68.9	50.6
Julio	28.0	37.2	24.3	18.7	44.2	64.2	73.0	53.8
Agosto	24.5	20.2	22.2	20.3	50.3	80.8	77.4	58.5
Setiembre	30.7	18.5	22.1	32.1	30.4	88.2	87.1	90.0
Octubre	30.1	24.3	33.5	24.8	51.7	82.8	80.9	87.5
Noviembre	47.5	18.8	25.0	26.9	43.7	81.2	70.5	63.3
Diciembre	37.0	26.1	23.0	34.5	25.8	72.8	79.5	82.3

el número decreció en enero, febrero y marzo debido al parasitismo de *E. opulenta*, el cual aumentó progresivamente (24.4 a 76.3%) y a las condiciones poco apropiadas de precipitación (0 a 3.5 mm) para el desarrollo de *A. woglumi*. Posiblemente este mayor número de ninfas/hoja de muestreo estuvo asociado con una quinta generación ubicada a finales de diciembre.

En este lugar la correlación entre el número de ninfas/hoja de muestreo con la precipitación y la temperatura, fue de  $r = -0.318$  y  $r = 0.082$ , respectivamente. A pesar de que en Esparza la temperatura y la precipitación no fueron las óptimas (de 26.6 a 28.4°C y 0 a 3.5 mm respectivamente, de enero a marzo), el porcentaje de parasitismo aumentó (24.7 a 49.1%) asociado probablemente con el alto número de ninfas/hoja de muestreo, lo cual permitió el aumento de la población y la supervivencia del parasitoide *E. opulenta*. En Siquirres y Esparza el ámbito en el porcentaje de parasitismo observado fue de 32.5 a 87.1% y de 24.7 a 88.2%, respectivamente (Cuadro 2). Sobre esto, Quezada *et al.* (15) observaron en El Salvador más de un 50% de mortalidad del estado pupal, por efecto del parasitismo de *E. opulenta*.

La relación entre el parásito y el hospedero fue más evidente en la localidad de Siquirres que en los demás sitios evaluados. El porcentaje de parasitismo ejercido por *E. opulenta* aumentó y disminuyó de manera proporcional al número de ninfas/hoja de muestreo entre enero y mayo. El repunte que se observó en el porcentaje de parasitismo de mayo a junio (61.8 a 68.9%) pudo estar asociado a la supervivencia del parasitoide, no sólo por el mayor promedio de ninfas

disponibles de *A. woglumi*/hoja de muestreo (31.6) en el mes de mayo, sino también por las condiciones más favorables de precipitación (222 mm en mayo y 24.6°C en junio) (Fig. 4B).

Un comportamiento similar se observó en Atenas en el mes de octubre. En este sitio, el porcentaje de parasitismo ejercido por *E. opulenta* disminuyó de 83.4% en enero a 69.1% en febrero, a pesar de que se observó un aumento de 26.4 a 42 ninfas de *A. woglumi* por hoja de muestreo en el mismo periodo. Estos resultados pueden estar asociados con las condiciones poco favorables de precipitación (0 mm en enero y 3.7 en febrero), las cuales afectaron la actividad del parasitoide (Fig. 4), de acuerdo con Quezada *et al.* (15). En algunos casos, como el observado de febrero a marzo en Atenas, el porcentaje de parasitismo aumentó, posiblemente debido más a la presencia de nuevo material proveniente de una generación de *A. woglumi* que a la relación parásito-hospedero (Fig. 4).

En Guápiles, igual que en los otros sitios evaluados, se observó la presencia del hongo entomopatógeno *Aschersonia aleyrodís* y circunstancialmente se detectaron los depredadores *Delphastus* sp. y *Chrysopa* sp. En este sitio el número de ninfas/hoja de muestreo decreció al mínimo del año (24.5) en agosto, producto del efecto adicional de este hongo entomopatógeno, favorecido por condiciones de alta precipitación (Fig. 4).

Con el propósito de determinar la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo, se hicieron diagramas de dispersión para cada mes en los lugares que mostraron

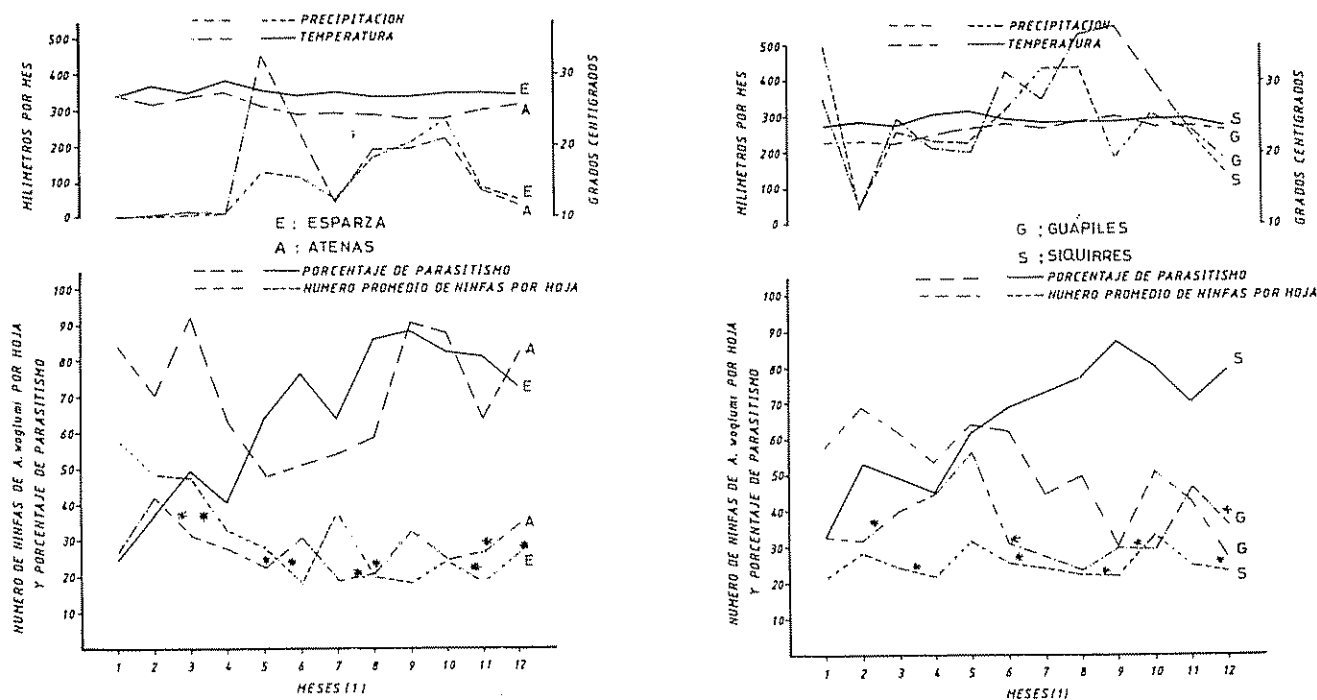


Fig 4 Comportamiento del número promedio de ninfas de *A. woglumi* por hoja de muestreo y del porcentaje total de parasitismo por *E. opulenta* en cuatro localidades de Costa Rica, 1986

Cuadro 3. Valores de F en la prueba de contraste entre los bimestres para el intercepto "a" y el coeficiente de regresión "b" en cuatro localidades de Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	GL	Guápiles		Esparza		Siquirres		Atenas	
		Int "a"	Coef. Reg. "b"	Int "a"	Coef. Reg. "b"	Int "a"	Coef. Reg. "b"	Int "a"	Coef. Reg. "b"
Bimestres	5	14.64**	2.29ns	3.29ns	5.18*	0.24ns	0.31ns	5.51*	4.84*
Error	6	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Contrastes</b>									
2 contra cuatro	1	61.54**	3.48ns	-	-	-	-	-	-
2 contra resto	1	19.71**	0.12ns	-	-	-	-	-	-
4 contra resto	1	30.06**	4.08ns	-	-	-	-	-	-
Entre el resto	3	3.74*	2.27ns	-	-	-	-	-	-
S-LL	1	-	-	14.39*	22.88**	0.01ns	0.21ns	10.0	7.13*
Entre "secos"	1	-	-	0.01ns	0.02ns	0.01ns	0.07ns	0.19ns	0.02ns
Entre lluviosos	3	-	-	0.68ns	1.00ns	0.04ns	0.42ns	5.79*	5.62*

ns = no significativo  
 \* = significativo al 5%  
 \*\* = altamente significativo al 1%

el mejor ajuste para una relación regresional de la forma  $a + bx$ , cuando el porcentaje de parasitismo en el campo fue mayor del 25%.

El análisis de variancia para los parámetros de las regresiones "a" y "b" tomados por bimestres y por

lugar mostró que hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los bimestres y entre la interacción (BIM por lugar), no así entre los lugares, para el coeficiente de regresión "b" y diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los bimestres para el intercepto "a". Con estos resultados, se determinaron las diferencias entre los bimestres que se clasificaron en secos

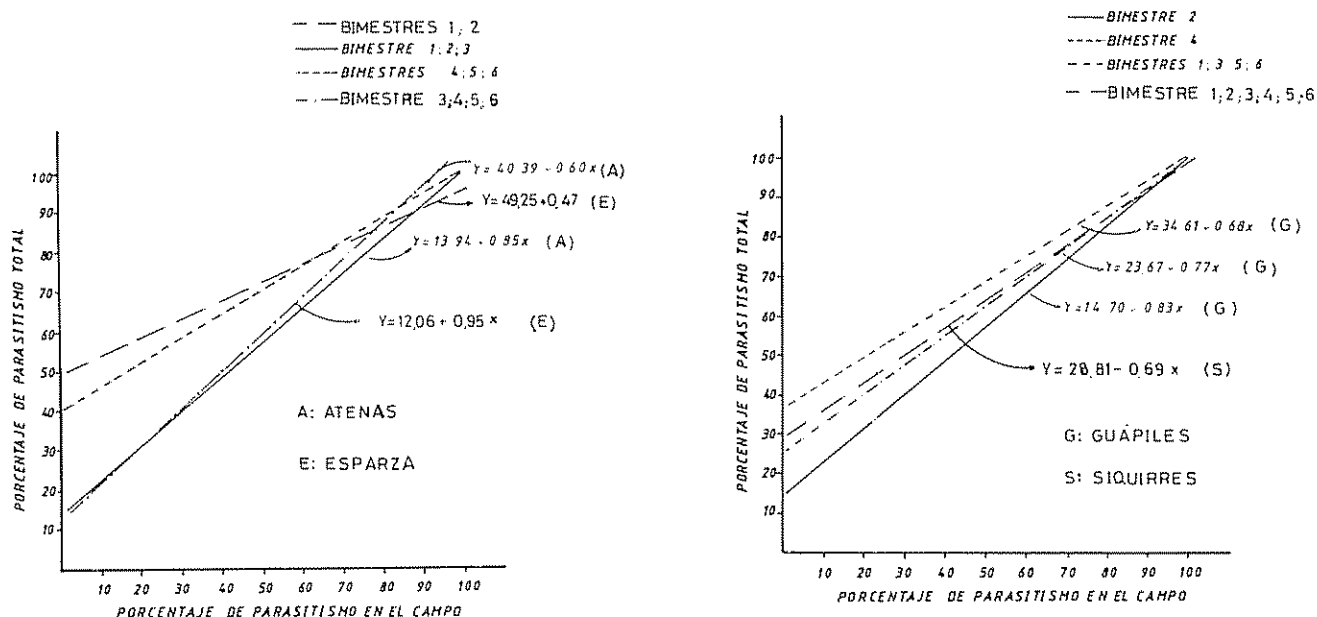


Fig 5 Modelos de regresión lineal que permiten el cálculo del porcentaje de parasitismo total a partir del porcentaje de parasitismo ejercido por *E. opulenta* en el campo, en cuatro localidades de Costa Rica, 1986.

(BIM 1, BIM 2) (aunque en algunos sitios como Guápiles siempre hay precipitación), y lluvioso (BIM 3, 4, 5, 6). El análisis estadístico y la prueba de contrastes (Cuadro 3) permitieron determinar en Guápiles tres regresiones lineales correspondientes a BIM 1, 3, 5, 6, BIM 2, BIM 4, para el cálculo del porcentaje total de parasitismo. En este caso, el bimestre 4 se caracterizó por una excesiva precipitación (de 354 a 530.5 mm) y un parasitismo moderado (44.2 a 50.3). En los otros bimestres el parasitismo varió en un amplio margen y la precipitación fue moderada, lo cual pudo haber ocasionado esta diferencia.

Para Esparza se determinaron dos curvas de regresión, en Siquirres una y en Atenas dos, de acuerdo con las diferencias estadísticas determinadas con la prueba de contrastes (Cuadro 3, Fig 5). Las diferencias en estos sitios también están asociadas con las variaciones de clima y con el porcentaje de parasitismo observado.

#### CONCLUSIONES

De acuerdo con estos resultados se puede considerar que:

- *A. woglumi* se encuentra establecida en prácticamente todos los lugares de importancia citrícola del país a menos de 1 200 msnm.
- *E. opulenta* fue el único parasitoide detectado en todas las zonas evaluadas. También se observó al

hongo entomopatógeno *Aschersonia aleyrodis* y los depredadores *Delphastus* sp y *Chrysopa* sp.

- La mosca prieta está bajo control y en densidades bajas, aparentemente como consecuencia del parasitismo ejercido por *E. opulenta*. El mayor número promedio de ninfas de *A. woglumi*/hoja de muestreo se observó en Guápiles (36.3) y el menor en Siquirres (25.3).
- En general, se observó una tendencia en el aumento y disminución del hospedero conforme aumentó y decreció el número de parasitoides, excepto cuando la lluvia fue excesiva o cuando la disponibilidad del hospedero, principalmente ninfas de segundo estadio, fue baja para el número de parásitos del mes anterior.
- El porcentaje de parasitismo ejercido por *E. opulenta* fue variable de un mes a otro, en un ámbito de 25 a 69% en Guápiles, 24 a 88% en Esparza, 32 a 87% en Siquirres y 47 a 92% en Atenas.
- Se determinaron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) entre bimestres secos y lluviosos, excepto en Siquirres para los parámetros regresionales de la relación del porcentaje de parasitismo total con el porcentaje de parasitismo en el campo. Para el cálculo del porcentaje total de parasitismo, se obtuvo un mo-

delo de regresión lineal en Siquirres, dos en Esparza, dos en Atenas y tres en Guápiles.

- Para el manejo integrado de los insectos de los cítricos en Costa Rica debe considerarse, antes de aplicar el control químico u otro similar contra

plagas como *Unaspis citri*, que la mosca prieta se encuentra en densidades muy bajas gracias al parasitismo ejercido por *E. opulenta* y al efecto coadyuvante del hongo *Aschersonia aleyrodis* y los depredadores *Delphastus* sp. y *Chrysopa* sp.

#### LITERATURA CITADA

1. CLAUSEN, C.P. 1932 The citrus blackfly in tropical Asia and the importation of its natural enemies into tropical America. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin no. 320. 58 p.
2. COSTA RICA. DIRECCION DE ESTADISTICA Y CENSO 1975-1973. Censo Agropecuario: Regiones Agrícolas. San José, Dirección General de Estadística y Censos. 432 p.
3. CHERRY, R.H. 1979. Lethal temperature of citrus blackfly *Aleurocanthus woglumi* (Hom.: Aleyrodidae) and its parasite, *Amitus hesperidum* (Hym.: Platygasteridae). *Entomophaga* 24(1):35-39.
4. DIETZ, H.L.; ZETEK, J. 1920. The blackfly of citrus and other sub-tropical plants. USDA Bulletin no. 885. p. irr.
5. DOWELL, R.V.; CHERRY, R.H.; FITZPATRICK, G.E.; REINERT, J.A.; KNAPP, J.L. 1981. Biology, plant-insect relations and control of the citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae). Florida Agricultural Experiment Station Bulletin no. 818. 49 p.
6. DOWELL, R.V.; FITZPATRICK, G.E. 1978. Effects of temperature on the growth and survival of the citrus blackfly (Homoptera: Aleyrodidae). *Canadian Entomologist* 110:1347-1350.
7. ELIZONDO, J.M. 1987. Identificación y evaluación de los enemigos naturales de la mosca prieta de los cítricos, (*Aleurocanthus woglumi*) Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) durante un año en cuatro zonas cítricas de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE/UCR. 101 p.
8. FITZPATRICK, G.E.; CHERRY, R.H.; DOWELL, R.V. 1978. Short-term effects of three insecticides on predators and parasites of the citrus blackfly. *Environmental Entomology* 7:553-555.
9. FITZPATRICK, G.E.; DOWELL, R.V. 1981. Survival and emergence of citrus blackfly parasitoids after exposure to insecticides. *Environmental Entomology* 10:728-731.
10. FLANDERS, S.E. 1969. Herbert D. Smith's observations on citrus blackfly parasites in India and Mexico and the correlated circumstances. *Canadian Entomologist* 101:467-480.
11. HART, W.G.; SELHIME, A.; HARLAN, D.P.; INGLE, S.J.; SANCHEZ, R.M.; RHODE, R.N.; GARCIA, C.A.; CABALLERO, J.; GARCIA, R.L. 1978. The introduction and establishment of parasites of citrus blackfly *Aleurocanthus woglumi* in Florida (Hom.: Aleyrodidae). *Entomophaga* 23(4):361-366.
12. JIMENEZ, J.E.; MALTBY, E. 1963. Control biológico de la mosca prieta en México. *Fitofilo* 16(37):6-41.
13. KNAPP, J.L.; DOWELL, R.V.; CHERRY, R.H.; FITZPATRICK, G.E.; REIWERT, J.A. s.f. The citrus blackfly in Florida. University of Florida Circular no. 475. 8 p.
14. QUAYLE, H.J. 1941. Insects of Citrus and other Sub-tropical Fruits. 2 ed. Ithaca, New York, Comstock. 583 p.
15. QUEZADA, J.R.; CORNEJO, C.; DIAZ, A.M. DE; HIDALGO, F. 1974. Control biológico e integrado de la mosca prieta de los cítricos en El Salvador. San Salvador, Universidad de El Salvador, Instituto de Ciencias Naturales y Matemáticas. 39 p.
16. SMITH, H.D.; MALTBY, H.L.; JIMENEZ, E.J. 1964. Biological control of the citrus blackfly in Mexico. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin no. 1311. p. 1-29.
17. THOMPSON, C.R. 1984. Lethal temperatures of citrus blackfly parasites, *Encarsia opulenta* and *E. smithi* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Entomophaga* 39:1-10.