

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS ENEMIGOS NATURALES DE LA  
MOSCA PRIETA DE LOS CITRICOS, Aleurocanthus woglumi ASHBY  
(HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) DURANTE UN AÑO EN CUATRO ZONAS  
CITRICOLAS DE COSTA RICA

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa  
Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y  
Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el  
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para  
optar al grado de

MAGISTER SCIENTIAE

por

Jorge Mario Elizondo Solís

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
Departamento de Producción Vegetal  
Turrialba, Costa Rica  
1987

## DEDICATORIA

Dedico esta investigación al esfuerzo, al trabajo y a la constancia, producto del amor y aprecio a la vida.

A mi esposa

Laura

A mis hijos

Jorge Andrés y Erika

A mi padre

A mi madre

A mis hermanos

A mis amigos

## AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su gratitud:

Al Dr. José Rutilio Quezada por su apoyo incondicional en la ejecución y elaboración del presente trabajo.

A los miembros del Comité Consejero: Drs. Joseph Saunders y James French por sus sugerencias en la redacción y presentación del informe final.

Al Gobierno de Holanda por el apoyo económico brindado.

Al Dr. Pedro Ferreira por su colaboración en el análisis de los datos.

Al personal del Proyecto de Manejo Integrado de Plagas por su colaboración durante el trabajo.

Al personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton por su desinteresada colaboración en la adquisición de bibliografía.

A la Srta. Yorlene Pérez por su impecable trabajo mecanográfico.

A todos los profesores, colegas y amigos que en una u otra forma contribuyeron en la realización de este trabajo.

## BIOGRAFIA

El autor nació en San Carlos, Costa Rica en noviembre de 1954. Realizó estudios primarios en la Escuela Juan Bta. Solís de su pueblo natal.

Los estudios secundarios los hizo en el Colegio San Carlos en donde se egresó como bachiller en Ciencias en 1972.

Sus estudios universitarios los realizó en la Universidad de Costa Rica, en la Escuela de Agronomía, graduándose como Ingeniero Agrónomo Fitotecnista en 1978.

En abril de 1985 ingresó al Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, (UCR-CAPIE), Turrialba, Costa Rica para graduarse de Magister Scientiae en abril de 1987.

Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar al grado de

MAGISTER SCIENTIAE

José R. Quezada

José Rutilio Quezada, Ph.D

Profesor Consejero

Joseph Saunders


Joseph Saunders, Ph.D


Miembro del Comité

James B. French

James French, Ph.D

Miembro del Comité

  
Director del Programa de Estudios de Posgrado  
en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales

  
Decano del Sistema de Estudios de Posgrado de la  
Universidad de Costa Rica

  
Candidato

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN	viii
SUMMARY	xi
LISTA DE CUADROS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xvii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	
2.1 Antecedentes	4
2.2 Ciclo de vida y características	5
2.2.1 <u>Aleurocanthus woglumi</u>	5
2.2.2 <u>Ciclo biológico de los parásitos de A. woglumi</u>	6
2.3 Factores ambientales que afectan a la plaga y a sus parásitos	8
2.4 Relación insecto - planta y dispersión	10
2.4.1 Relación insecto - planta	10
2.4.2 Dispersión	12
2.4.3 Daño causado por la plaga	12
2.5 Control	13
2.5.1 Muestreo y detección	13
2.5.2 Control químico	14
2.5.3 Control biológico por parásitos, depredadores y hongos	18
3. MATERIALES Y METODOS	
3.1 Localización del área experimental	26
3.2 Descripción del material experimental y la metodología de recolección en el campo	28
3.3 Descripción del manejo del material experimental en el laboratorio	28
3.4 Factores estudiados	31
3.4.1 <u>Porcentaje de parasitismo en Aleurocanthus woglumi en cada etapa de muestreo</u>	31

	Página
3.4.2 Enemigos naturales presentes	31
3.4.3 Número de generaciones posibles de mosca prieta en cada localidad	31
3.5 metodología del análisis estadístico y diseño experimental	32
4. RESULTADOS Y DISCUSION	35
4.1 Muestreo preliminar	35
4.2 Generaciones de <u>A. woglumi</u>	38
4.3 Número promedio de ninfas de <u>A. woglumi</u> por hoja	39
4.4 Porcentaje de parasitismo	57
4.5 modelos de regresión para el cálculo del porcentaje total de parasitismo	65
5. CONCLUSIONES	73
6. LITERATURA CITADA	75
7. APENDICE	80

IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS ENEMIGOS NATURALES DE LA  
MOSCA PRIETA DE LOS CITRICOS, Aleurocanthus woglumi ASHBY  
(HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) DURANTE UN AÑO EN CUATRO ZONAS  
CITRICOLAS DE COSTA RICA

Palabras clave: Costa Rica, enemigos naturales, Aleurocanthus woglumi, Encarsia opulenta, Delphastus sp., cítricos.

RESUMEN

Se estudió la importancia y comportamiento de los enemigos naturales de la mosca prieta de los cítricos, Aleurocanthus woglumi Ashby de enero a diciembre de 1986 en Guápiles, Esparza, Siquirres y Atenas, Costa Rica.

Cada sitio fue visitado mensualmente para recolectar 50 hojas de árboles de cítricos infestadas por la mosca prieta. En el laboratorio se usó un estéreo microscopio para determinar el número de ninfas parasitadas en el campo (recuento inicial antes del confinamiento) y el número total de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo. Estas muestras se dejaron en frascos acondicionados en bandejas plásticas con papel absorbente húmedo en su fondo, de manera que al mes siguiente se pudieran realizar recuentos de parásitos emergidos en el laboratorio, con el propósito de obtener el porcentaje de parasitismo total en las muestras (recuento inicial antes del confinamiento más el recuento de parásitos emergidos un mes después del confinamiento). Se determinó también la presencia de otros enemigos naturales y se llevó un control de la precipitación mensual, así como de la



temperatura máxima y mínima diaria, datos que se utilizaron para determinar las generaciones de A. woglumi durante el año con el modelo de grados-día  $\frac{(\text{temp max} + \text{temp min} - 13,7^{\circ}\text{C})}{2}$  por día).

A. woglumi se encuentra establecida en todas las áreas citrícolas de Costa Rica ubicadas a menos de 1200 m.sn.m. Su densidad es baja (menos del 2% del árbol infestado) aparentemente a causa del control biológico ejercido principalmente por el parasitoide Encarsia opulenta, que fue el único que se encontró durante la investigación. Se comprobó además el efecto coadyuvante del hongo Aschersonia aleyrodinis Webber y los depredadores Delphastus sp. y Chrysopa sp. en la mortalidad natural de la mosca prieta. El mayor número de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo se observó en Guápiles (36,68) y el menor en Siquirres (25,38). En Esparza se presentaron cinco generaciones de mosca prieta durante el año y en los otros sitios cuatro.

El parasitismo total 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.

La incidencia del parasitoide mostró una tendencia a aumentar o disminuir de acuerdo con el número de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo, excepto cuando la lluvia fue excesiva (Guápiles, agosto- setiembre) o cuando la disponibilidad de ninfas, principalmente del segundo estadio,

fue baja para el número de parasitoides presentes del mes anterior.

En todos los lugares evaluados se obtuvieron modelos de regresión lineal que permiten estimar el porcentaje de parasitismo total a partir del porcentaje de parasitismo en el campo. El análisis de variancia de los parámetros de regresión mostró diferencias significativas ( $P = 0,01$  y  $0,05$ ) entre bimestres secos y lluviosos en todos los lugares, excepto para Siquirres.

IDENTIFICATION AND EVALUATION OF THE NATURAL ENEMIES OF THE  
CITRUS BLACKFLY, Aleurocanthus woglumi Ashby (HOMOPTERA:  
ALEYRODIDAE) DURING A YEAR IN FOUR CITRUS ZONES OF  
COSTA RICA

Key words: Costa Rica, natural enemies, A. woglumi, E. opulenta, Delphastus sp., Citrus sp.

SUMMARY

The importance and behaviour of the natural enemies of Citrus Blackfly, Aleurocanthus woglumi Ashby was studied from January to December 1986 in Guapiles, Esparza, Siquirres and Atenas, Costa Rica.

Each place was visited monthly to collect fifty leaves of Citrus trees infested with the blackfly. In the laboratory a stereo microscope was used to determine the number of parasitised nymphs in the field and the total number of nymphs of A. woglumi by sampled leaf. These samples were placed in small containers in plastic trays with wet absorvent paper. Parasites that emerged during the following month were counted to determine the total percentage of parasitized nymphs. The presence of other natural enemies were also determined. Records of monthly precipitation, daily average of temperature and daily maximum and minimum temperatures were used to estimate the number of generations fo A. woglumi during the year using the day degree model:  $(\frac{\text{max. temp.} + \text{min. temp.}}{2} - 13,7\text{oC per day})$ .

A. woglumi is established in all the Citrus areas of Costa Rica located at less than 1200 m.s.n.m. Densities are low (less than 2% of the tree infested) apparently due to biological control by the parasite Encarsia opulenta, the only parasitoid found during the study. The fungus Aschersonia aleyrodinis Webber and the predators Delphastus sp. and Chrysopa. sp. also caused natural mortality of the Citrus blackfly. The highest numbers of nymphs of A. woglumi/leaf sampled were observed in Guapiles (36,6) and the lowest in Siquirres (25,3). Five generations of Citrus blackfly per year occurred in Esparza and four generations in the other sites.

Total parasitism by E. opulenta varied from month to month. Ranges were: 25 to 69% in Guapiles, 24 to 88% in Esparza, 32 to 87% in Siquirres and 47 to 92% in Atenas.

Parasitoid incidence showed a relationship with the number of nymphs/leaf sampled, except when precipitation was excessive (Guapiles, August-September) or when numbers of available nymphs, principally of the second instar, were low for the number of parasites present during the previous month.

Linear regression models of total percentage of parasitism as a function of the percentage of parasitism in the field were estimated for all the places studied. Analysis of variance for the regression parameters show significant differences ( $P < 0,01$  and  $0,05$ ) between hot and wet bimonthly periods in all the sites, except Siquirres.

## LISTA DE CUADROS

<u>Número</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
1	Porcentaje de parasitismo ejercido por <u>E. opulenta</u> y promedio de ninfas de <u>A. woglumi</u> /hoja de muestreo en una evaluación preliminar en Costa Rica, 1986.	37
2	Número promedio de ninfas de <u>A. woglumi</u> / hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por <u>E. opulenta</u> en Guápiles, en una evaluación en Costa Rica, 1986.	44
3	Número promedio de ninfas de <u>A. woglumi</u> / hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por <u>E. opulenta</u> en Esparza, en una evaluación en Costa Rica, 1986.	47
4	Número promedio de ninfas de <u>A. woglumi</u> / hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por <u>E. opulenta</u> en Siquirres, en una evaluación en Costa Rica, 1986.	51
5	Número promedio de ninfas de <u>A. woglumi</u> / hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por <u>E. opulenta</u> en Atenas, en una evaluación en Costa Rica, 1986.	55

### APENDICE

1A	Análisis de varianza para el número promedio de ninfas de <u>A. woglumi</u> /hoja de muestreo en una evaluación en Costa Rica, Turrialba, 1986.	81
2A	Precipitación mensual, temperatura promedio mensual y grados-día en Guapiles en una evaluación de la mosca prieta ( <u>A. woglumi</u> ) en Costa Rica, 1986.	82
3A	Adultos de <u>A. woglumi</u> observados en el campo y el laboratorio en los últimos seis meses en una evaluación en Costa Rica, Turrialba, 1986.	83

4A	Correlación entre el porcentaje de parasitismo total ejercido por <u>E. opulenta</u> y el número de ninfas de <u>A. woglumi</u> /hoja de muestreo con la precipitación mensual y la temperatura promedio diaria, Costa Rica, 1986.	84
5A	Precipitación mensual, temperatura promedio diaria y grados-día en Esparza, en una evaluación de la mosca prieta ( <u>A. woglumi</u> ) en Costa Rica, 1986.	85
6A	Precipitación mensual, temperatura promedio diaria y grados-día en Siquirres, en una evaluación de la mosca prieta ( <u>A. woglumi</u> ) en Costa Rica, 1986.	86
7A	Precipitación mensual, temperatura promedio diaria y grados-día en Atenas, en una evaluación de la mosca prieta ( <u>A. woglumi</u> ) en Costa Rica, 1986.	87
8A	Análisis de varianza para el porcentaje promedio de parasitismo total ejercido por <u>E. opulenta</u> sobre <u>A. woglumi</u> en una evaluación en Costa Rica, 1986.	88
9A	Análisis de varianza para el coeficiente de regresión "b" por bimestre y lugar obtenidos en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo ejercido por <u>E. opulenta</u> en el campo, Costa Rica, 1986.	89
10A	Análisis de varianza para el intercepto "a" por bimestre y lugar obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo ejercido por <u>E. opulenta</u> en el campo, Costa Rica, 1986.	90
11A	Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el intercepto "a" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Guápiles, Costa Rica, 1986.	91
12A	Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el coeficiente de regresión "b" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Guápiles, Costa Rica, 1986.	92

13A	Prueba de Duncan para el promedio por bimestre del intercepto "a" y el coeficiente de regresión "b" obtenidos en cada mes de la relación entre el porcentaje de parasitismo total y el porcentaje de parasitismo en el campo en Guápiles <sup>(1)</sup> , Esparza <sup>(2)</sup> , Siquirres <sup>(3)</sup> y Atenas <sup>(4)</sup> , en Costa Rica, 1986.	93
14A	Prueba de contrastes entre los bimestres 2; 4 y el resto para el intercepto "a" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Guápiles, Costa Rica, 1986.	94
15A	Prueba de contrastes entre los bimestres 2;4 y el resto para el coeficiente de regresión "b" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Guápiles, Costa Rica, 1986.	95
16A	Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el intercepto "a" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Esparza, Costa Rica, 1986.	96
17A	Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el coeficiente de regresión "b" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo en el campo en Esparza, Costa Rica, 1986.	97
18A	Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el intercepto "a" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Siquirres, Costa Rica, 1986.	98
19A	Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el coeficiente de regresión "b" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Siquirres, Costa Rica, 1986.	99

- 20A Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el intercepto "a" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Atenas, Costa Rica, 1986. 100
- 21A Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el coeficiente de regresión "b" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Atenas, Costa Rica, 1986. 101



## LISTA DE FIGURAS

<u>Número</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
1	Ubicación de los sitios evaluados en cuanto a presencia y parasitismo de la mosca prieta en Costa Rica, 1986.	27
2	Agujeros de emergencia de la mosca prieta (A) y de su parásito <u>E. opulenta</u> (B).	30
3	Equipo utilizado para el confinamiento de las hojas con mosca prieta, Turrialba, 1986.	30
4	Ubicación del recorrido preliminar realizado para la localización de <u>A. woglumi</u> y de sus enemigos naturales en Costa Rica, 1986.	36
5	Enemigos naturales de la mosca prieta (A) <u>E. opulenta</u> (B) <u>Delphastus</u> sp. (C) <u>Chrysopa</u> sp. (D) <u>Aschersonia aleyrodis</u> , detectados en Costa Rica, 1986.	41
6	Número promedio de ninfas de <u>A. woglumi</u> / hoja de muestreo y porcentaje de parasitismo promedio anual ejercido por <u>E. opulenta</u> en una evaluación en Costa Rica, 1986.	42
7	Número promedio de ninfas de <u>A. woglumi</u> / hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por <u>E. opulenta</u> en Guápiles, en una evaluación en Costa Rica, 1986.	45
8	Número promedio de ninfas de <u>A. woglumi</u> / hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por <u>E. opulenta</u> en Esparza, en una evaluación en Costa Rica, 1986.	49
9	Número promedio de ninfas de <u>A. woglumi</u> / hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por <u>E. opulenta</u> en Siquirrés, en una evaluación en Costa Rica, 1986.	53



## 1. INTRODUCCION

De acuerdo con el Censo Agropecuario de 1973 existían en Costa Rica 408,9 ha de plantaciones comerciales de cítricos, de las cuales la mayor área (97,4 ha) correspondía al Pacífico Seco (11). Actualmente, la Zona Norte se ha convertido en el mayor productor con más de 2500 ha sembradas de naranjas (Citrus sinensis L. Osbeck) y limones (Citrus limón L. Burm) principalmente de las variedades valencia y limón mecina, respectivamente. Esto demuestra el gran auge que en sólo 13 años ha alcanzado este cultivo. Su tendencia comercial es hacia la exportación, en vista de que las necesidades internas se han cubierto con las 408,9 ha sembradas hasta 1973 y cientos de árboles de naranja criolla (Citrus sp.) establecidos en las cercas de fincas dedicadas a otras actividades, como café y ganado.

La calidad no ha sido un factor relevante en el mercado nacional, en vista de que el consumidor no es exigente al respecto. Sin embargo, para efectos de exportación, es incuestionable la necesidad del manejo integrado de las plagas, en respuesta a una mayor exigencia de calidad que puede ser alterada entre otras cosas, por las altas poblaciones de la mosca prieta de los cítricos, Aleurocanthus woglumi Ashby (Homoptera: Aleyrodidae).

Esta plaga es nativa de Asia. Apareció, sucesivamente, en Jamaica (1913) Cuba, Panamá y Costa Rica (1920), México (1935) Africa del Sur (1959) y El Salvador (1965). En

Estados Unidos fue descubierta en 1934 en Key West, Florida, de donde fue erradicada. Sin embargo, en 1976 fue redescubierta en Fort Lauderdale, también en Florida (22).

Desde 1938 se hicieron introducciones de enemigos naturales en México. A pesar de ello no fue sino hasta el período de 1948 a 1950 en el que se realizó un programa agresivo de control biológico, con la importación de parásitos procedentes de la India y Pakistán. Ya para 1953 se había logrado el control efectivo de la plaga (33). Iguales resultados se obtuvieron en El Salvador, cuando se introdujo el parásito Encarsia (Prospaltella) opulenta Silv. en 1970 (39). En Panamá (1931) y en Costa Rica (1933), se introdujo el parásito Eretmocerus serius Silv. (10), que posiblemente junto con otros enemigos naturales ha mantenido a A. woglumi (mosca prieta) por debajo del nivel de daño económico, en esos países. Sin embargo, en las zonas algodoneras de Guatemala y El Salvador, el uso intensivo de plaguicidas, ha permitido que la población de la mosca prieta se encuentre en densidades altas (1). En Honduras, la plaga está presente, sin embargo, aún no se ha informado de parásitos y depredadores que estén ejerciendo, algún control sobre este insecto (38).

A pesar de que en Costa Rica, según lo muestran las estadísticas, los cítricos constituyen una actividad agrícola importante, aún no se han realizado estudios que determinen el control biológico que sobre esta plaga ejercen sus

enemigos naturales, ni su comportamiento a través del año, en los diferentes ambientes.

Para el buen desarrollo de esta actividad agrícola, sobre todo en lo referente al control biológico de sus plagas y en particular de A. woglumi, es fundamental el reconocimiento y evaluación de sus enemigos naturales y el comportamiento de la plaga, durante el año, en las diferentes áreas citrícolas.

Este trabajo tuvo como objetivo general el de identificar y cuantificar el control biológico ejercido sobre la mosca prieta, A. woglumi, por sus enemigos naturales, en Costa Rica.

Los objetivos específicos fueron:

Determinar e identificar el nivel de parasitismo y los enemigos naturales de la mosca prieta en la Zona Atlántica (Guápiles, Siquirres), en la Zona Central (Atenas) y en la Zona del Pacífico Seco (Esparza) así como determinar el posible comportamiento reproductivo de la mosca prieta a través del año en los cuatro sitios en estudio, considerando para su efecto el uso de los grados-día requeridos, para cada estado de desarrollo.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Antecedentes

A nivel mundial se han informado como plagas importantes de los cítricos, entre otras a: las escamas (Unaspis citri Comstock, Lepidosaphes beckii Newman, Chrysomphalus dictyospermi Morgan e lcerya purchasi Maskell); mosca blanca (Dialeurodes citri Ashmead); mosca prieta (Aleurocanthus woglumi); áfidos (Aphis gossypii (Glover), Toxoptera aurantii Fonscolombe, Myzus persicae Sulzer); lepidópteros (Papilio cresphontes Cramer); moscas de las frutas (Ceratitidis capitata Wiedeman, Anastrepha ludens Loew); "trips" (Frankliniella cephalica bispinosa Crawford); arañas rojas (Tetranychus sp.) y otros ácaros (Tenuipalpus sp.).

En Costa Rica sobresalen por su importancia la escama nieve (U. citri), los ácaros y las moscas de las frutas (C. capitata y Anastrepha spp.). Sin embargo otras plagas como la mosca prieta eventualmente se pueden convertir en un problema serio, sobretodo en condiciones de desbalance ecológico.

Los hospederos preferidos de este insecto son los cítricos (Citrus spp.), mango (Mangifera indica L.), guayabo (Psidium guajava L.), marañón (Anacardium occidentale L.), anona (Anona muricata L.), pacún (Sapindus mukorossi Gaertn.) y otros (37).

## 2.2 Ciclo de vida y características

### 2.2.1 A. woglumi

El ciclo biológico de este insecto incluye seis estadios (huevo, ninfa I, ninfa II, ninfa III, pupa y adulto). El tiempo que tarda cada uno de ellos en completarse es variable y depende, en mucho, de las condiciones de temperatura imperantes (22).

En Florida, Dowell y Fitzpatrick (13) observaron diferencias en los días requeridos para el desarrollo de cada uno de los estadios, al variar las temperaturas. Así por ejemplo, con temperaturas promedio de 16°C, el estadio de huevo tardó 97 días, la ninfa I, 73; la II, 55; la III, 70; y la pupa 272. El ciclo completo duró 567 días. A 27°C, la duración respectiva de cada estadio fue de 13,9; 7,9 y 36 días con un ciclo completo de 74 días.

Las hembras depositan sus huevos oblongos y de extremos redondos en dos o tres espirales de 34 a 51 huevos cada una, usualmente dentro del tercero o cuarto días después de la emergencia como adulto (13).

La ninfa I es móvil, alargada y de coloración pardo oscura. La ninfa II presenta espinas más numerosas y prominentes que el primero, además de ser de coloración más oscura, y en el dorso presenta una mancha amarillenta, típica, en forma de cáliz. En esta etapa hay una succión más activa de la savia. En el tercer estadio los sexos pueden distinguirse con más facilidad y es cuando se hace más

notable el ataque de la mosca prieta, al follaje de los cítricos (39).

En el estado de pupa, los sexos se distinguen fácilmente no sólo por el tamaño más pequeño de los machos, sino también, porque usualmente estos secretan más cera alrededor de sus cuerpos, que las hembras. Este estadio es inactivo, por lo que la producción de mielcilla y la succión de savia se suspenden (39).

Algunas investigaciones indican que el ciclo biológico del insecto tarda en completarse de 61 a 86 días en El Salvador (39), y de 60 a 120 días en México (41).

#### 2.2.2 Ciclo biológico de los parásitos de A. woglumi

a. Encarsia (Prospaltella) clypealis Silvestri (Hym: Aphelinidae).

Su reproducción es probablemente partenogenética, en vista de que la tasa sexual es de aproximadamente 1 a 7 con predominancia de hembras. El adulto vive de 4 a 6 semanas y principalmente oviposita en el segundo estadio de las ninfas del hospedero. Sin embargo, también lo hace en las pupas (40). Las larvas machos son hiperparásitos de las larvas o pupas de su misma especie o de otras especies de afelínidos del mismo hospedero. Hay una única generación por cada una de la plaga (3).



b. Encarsia (Prospaltella) opulenta Silvestri (Hym: Aphelinidae)

El ciclo biológico de este parásito es similar al de E. clypealis. Bajo condiciones de campo, las hembras pueden vivir de 4 a 6 semanas (3). La tasa sexual es de 1 a 7,3 con predominancia de hembras. La oviposición ocurre en todos los estadios ninfales del hospedero y en el de pupa, sin embargo, existe preferencia por el segundo estadio (24). El orificio de emergencia es redondo, ligeramente mayor que el que realiza E. clypealis (41).

c. Amitus hesperidum Silvestri (Hym: Platygasteridae)

Los adultos viven de 4 a 6 días y la oviposición ocurre principalmente en el primer estadio ninfal de la mosca prieta (24). Los dos sexos ocurren en igual número, y se produce una generación por cada una del hospedero (41).

d. Eretmocerus serius Silvestri (Hym: Aphelinidae)

El ciclo de vida de este parásito en condiciones de verano es de 23 a 40 días, dependiendo del estadio en el que el hospedero es atacado. Los huevos son depositados en cualquier estadio ninfal o en la pupa, aunque el segundo estadio es el preferido (3). Como el ciclo del hospedero cubre aproximadamente dos meses, es posible que ocurran dos generaciones del parásito por cada una del hospedero. La tasa sexual normal es de 2 hembras por 1 macho (41).

### 2.3 Factores ambientales que afectan a la plaga y a sus parásitos

Cualquier aumento de la temperatura más allá de un punto crítico puede inhibir la velocidad de alguno de los procesos vitales en una especie determinada (9).

En Florida, Dowell y Fitzpatrick (13) observaron el efecto de la temperatura (20<sub>0</sub>; 22,8<sub>0</sub>; 25,6<sub>0</sub>; 28,4<sub>0</sub>; 31,2<sub>0</sub> y 34<sub>0</sub>C) sobre el crecimiento y supervivencia de la mosca prieta, A. woglumi. De acuerdo con los resultados y utilizando un análisis de regresión lineal, determinaron las temperaturas críticas para cada uno de los diferentes estadios del insecto así: para el huevo, 14,3<sub>0</sub>C; 1<sup>er</sup> estadio, 14,3<sub>0</sub>C; 2<sup>do</sup> estadio, 13,2<sub>0</sub>C; 3<sup>er</sup> estadio, 14,6<sub>0</sub>C; 4<sup>to</sup> estadio, 14<sub>0</sub>C; temperatura crítica del ciclo de vida 13,7<sub>0</sub>C. Las ecuaciones de regresión y las temperaturas críticas mediante la fórmula temp. max. diaria + temp. min. diaria/2 - temperatura crítica, se usaron para obtener las unidades termales requeridas para completar el ciclo de vida del insecto. Además, observaron que la mortalidad de la plaga fue más baja a temperaturas de 25,6<sub>0</sub>C que a temperaturas mayores y concluyeron que el uso de unidades térmicas para calcular el ciclo de vida de este insecto, permite un uso más eficiente de la combinación insecticida-parásitos en el manejo integrado de la mosca prieta.

Al exponer A. woglumi y su parásito A. hesperidum a temperaturas extremas, por períodos de 3 horas, Cherry (6) observó que el DL<sub>50</sub> (dosis letal) para adultos de mosca prieta y ninfas del primer estadio ocurrió entre 40 y 45<sub>0</sub>C.

El  $DL_{50}$  para adultos de A. hesperidum ocurrió entre 35 y 40°C y aumentó cuando decreció la humedad, ambos en condiciones de verano. En el invierno, el  $DL_{50}$  para huevos de mosca prieta y adultos ocurrió entre -5°C y -10°C y para otros estadios entre -10°C y -15°C. El  $DL_{50}$  y la supervivencia y emergencia del parásito ocurrió entre -10°C y -15°C. Al comparar los datos de ambas estaciones en los diferentes estadios, determinó que el adulto de la mosca prieta fue el más sensitivo a los cambios de temperatura. Por el contrario, el parásito fue más sensitivo a esos cambios que el adulto de A. woglumi, especialmente cuando las temperaturas fueron más altas.

Se ha observado que la muerte de los parásitos de la mosca prieta (E. opulenta y E. smithi) ocurre entre los 35°C y 40°C. Estos parásitos no fueron capaces de emerger de su hospedero cuando las temperaturas alcanzaron entre 45°C y 50°C en el verano. En el invierno los adultos de ambas especies sucumbieron entre -5 y -10°C, pero dentro del hospedero E. opulenta fue capaz de sobrevivir entre -10 y -15°C, mientras que E. smithi sucumbió entre -5 y -10°C. Al comparar las dos estaciones se determinó que un mayor porcentaje de adultos de E. smithi sobrevivieron a temperaturas bajas y altas en comparación a E. opulenta (43).

Durante la estación seca las temperaturas altas y la humedad baja provocan la desecación de hasta un 70% de huevos y ninfas, principalmente de los primeros estadios. En la época lluviosa la desecación apenas sobrepasa el 20% (39).

## 2.4 Relación insecto-planta y dispersión

### 2.4.1 Relación insecto-planta

Las especies de plantas usadas para oviposición por la mosca prieta de los cítricos, varían directamente con el tamaño de la población de adultos. Cuando las densidades son bajas, los más utilizados son los cítricos, el mango y Murraya paniculata (21).

Unas 20 a 30 especies de plantas son capaces de soportar el desarrollo completo de este insecto, del estado de huevo a adulto (21).

A. woglumi prefiere ovipositar en Citrus spp. y Mangifera indica L. (18) aunque también existe alguna preferencia por Fortunella sp. y Tabebuia pallida (34).

En mango, Dowell (11) no observó diferencias en el tiempo que tardó el insecto en desarrollarse comparado con cítricos, sin embargo, la supervivencia fue significativamente menor en mango.

Otras plantas como Annona reticulata, Ardisia+ escalloniodes Schlect. y Cham., A. solanacea Rosb., Persea americana L., Myrsine guianensis (Aub L.) Kuntz, Coffea arabica L. y otras son utilizadas como hospederos, aunque son menos preferidas (42).

De 23 especies de plantas evaluadas por Dowell y Steinberg (16) solamente siete especies fueron capaces de soportar por largo tiempo poblaciones de la plaga. Únicamente cinco cítricos (Citrus spp.), así como: Diospyros

ebenaster Jacq., Clausena lansium (Laur.) Skeels, A. escallonioides, y Eugenia uniflora L., soportaron 3 generaciones del insecto en el invernadero.

también determinaron que el número de grados-día requeridos para completar el ciclo de vida de la mosca prieta, no varió significativamente entre las plantas.

No se ha observado evidencia de que exista algún olor en las hojas de las naranjas que funcione como atrayente a los adultos de la mosca prieta. Sin embargo sí se ha determinado que estos insectos se orientan hacia cualquier objeto que refleje luz fuerte en el ámbito de 500 a 600 nm, indiferentemente de la forma o el tamaño (18).

Algunas investigaciones revelan que entre los cítricos toronja (Citrus paradisi), limón (C. limon), lima (C. aurantifolia), naranjas (C. sinensis) el híbrido de tangelo "minelo" (C. por tangelo) y mandarina (C. reticulata) no existe diferencia en cuanto al tiempo de desarrollo de la mosca prieta (17). Sin embargo, se ha determinado una mayor supervivencia en limón y menor en toronja que en otros cítricos evaluados (22).

Howard (32) observó, al comparar la oviposición, la producción de adultos y la supervivencia de la mosca prieta en varias especies de Citrus sp., que la supervivencia medida como la relación entre el número de adultos y el número de grupos espirales de huevos por planta fue mayor en C. limonia cv. "Volkameriana" y en C. limettioides, que en C. aurantium. Estas evidencias sugieren que las plantas hospederas más

favorables para A. woglumi se encuentran entre las limas y los limones.

#### 2.4.2 Dispersión

La mosca prieta puede dispersarse 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 (22).

Trabajos realizados en Florida y Texas han demostrado, que este insecto es capaz de desplazarse de 400 a 600 metros por generación sin la ayuda del hombre (22). En México se observó una dispersión por el vuelo de los adultos de al menos 400 metros por generación (41).

Dentro de los árboles, Cherry y Fitzpatrick (5) determinaron que A. woglumi se concentra más en la parte más baja e interior del árbol. Sin embargo, también encontraron hojas infestadas en la parte más baja pero no en el interior de las plantas.

Quezada (39) observó limitaciones en la dispersión de esta plaga, sobre todo por factores del ambiente, en plantaciones localizadas a más de 1000 metros de altura.

#### 2.4.3 Daño causado por la plaga

A. woglumi puede afectar las plantas de cítricos de dos maneras: a través de la alimentación directa de las ninfas sobre las hojas o la producción de secreciones melosas que permiten el desarrollo de hongos (fumagina). Las ninfas

remueven nutrimentos de las plantas e inyectan toxinas dentro de las hojas a las que les causan daños celulares, que han sido evaluados por medio de la producción de gas etileno, de las mismas. También se ha determinado que A. woglumi produce menos de 1/200 de daño celular (etileno) que el causado por el ácaro raspador, Phyllocoptruta oleivora, a la misma densidad (19).

El nivel de nitrógeno orgánico y de otros materiales orgánicos removidos durante la infestación también son indicadores del nivel de daño económico. Se ha observado que se requieren de 5 a 10 ninfas de la mosca prieta por centímetro cuadrado, para reducir el nivel de nitrógeno por debajo de 2,2%, que es lo que se requiere para obtener naranjas de calidad (22). En México se ha informado hasta un 90% de reducción en la producción de frutas, cuando las infestaciones han excedido 5 a 7 ninfas por  $\text{cm}^2$  en virtualmente todas las hojas (41).

## 2.5 Control

### 2.5.1 Muestreo y detección

Para que el manejo integrado de las plagas sea efectivo, es fundamental realizar muestreos eficientes que permitan determinar los niveles de población y el momento oportuno para la aplicación de las diferentes medidas de control.

La mosca prieta de los cítricos puede muestrearse por simple inspección visual o utilizando trampas.

Dowell y Cherry (23) observaron que trampas amarillas, que reflejan la luz de una longitud de onda de 550 nanómetros, son las más efectivas para capturar adultos de mosca prieta de los cítricos. Sin embargo, en condiciones de bajas infestaciones sobre árboles de cítricos aislados en la zona urbana, resultó significativamente más efectivo el muestreo visual.

Para el agricultor, es suficiente realizar el muestreo visual de sus árboles dos o tres veces al año, para detectar cualquier nivel de daño potencial de esta plaga.

Dowell y Cherry (25) también determinaron que las trampas pegajosas de color amarillo, son las más efectivas para capturar parásitos y depredadores de la mosca prieta.

#### 2.5.2 Control químico

Cuando las densidades de la plaga son altas, sobre todo en la época seca o cuando la supervivencia y reproducción de los parásitos y depredadores se ve afectada por condiciones ambientales adversas, se hace necesario recurrir con cautela, a otros medios de control, como el tratamiento con insecticidas (22). Además de la escogencia adecuada del insecticida, es necesario que ésta medida de control vaya precedida de un muestreo preliminar para determinar el grado de infestación, distribución de la plaga y porcentaje de parasitismo en las ninfas, de manera que se cause el menor impacto a los parásitos e insectos benéficos dentro del naranjal (39).



Fitzpatrick, et al. (26) evaluaron el efecto de 3 insecticidas organofosforados: acefato y malathion, utilizado para el control de la mosca prieta, methidathion, utilizado para el control de plagas en plantaciones comerciales, los cuales fueron probados sobre los parásitos y depredadores de A. woglumi en condiciones de campo\*. Los resultados revelaron, reducciones altamente significativas del número de parásitos A. hesperidum, después de una aplicación de malathion y methidathion. Sin embargo, la aplicación de acefato no redujo significativamente el número de estos parásitos. También se observaron reducciones significativas del predator Delphastus pusillus luego del tratamiento con methidation, mientras que la reducción no fue significativa, con los tratamientos de malathion y acefato.

En un trabajo posterior, se evaluó el efecto de 14 insecticidas sobre la supervivencia y subsecuente emergencia de A. hesperidum y E. opulenta, y sobre el cuarto estadio de A. woglumi. En este caso no se observó relación entre la toxicidad de los compuestos sobre los mamíferos y el hospedero, con el efecto agudo de esos compuestos sobre cada uno de los parásitos. Sin embargo, sí hubo relación entre la solubilidad de los insecticidas en agua y el efecto agudo sobre la supervivencia de los parásitos. Los compuestos que ocasionaron menos daño, a ambas especies de parásitos, fueron los muy solubles en agua (>2000 ppm) como el naled, acefato, dimetoato y metamidofos. En este experimento el

---

\* La mención de cualquier insecticida no indica una recomendación del mismo.

carbofenotion, el ethion, el fenitrothion y el malathion tuvieron una severidad moderada (28).

Dowell y Fitzpatrick (21) evaluaron el impacto de cinco programas de aplicación estacional de insecticidas en Florida, sobre la mosca prieta y sus parásitos y depredadores asociados. Los resultados revelaron que el máximo control de A. woglumi se logró con dos aplicaciones de insecticidas, espaciadas seis semanas, con la primera aplicación a principios de junio. Aplicaciones más tempranas o más tardías o a espacios mayores de seis semanas, parecen disminuir el efecto de los insecticidas sobre la plaga. También se observó que no hubo diferencias significativas en el número promedio de hojas con parásitos, entre los tratamientos. Al parecer, el número de parásitos estuvo más influenciado por la presencia o ausencia de su hospedero, que por los insecticidas. Algunos datos demuestran que A. hesperidum y E. opulenta pueden emerger de hojas, a las que se ha aplicado o se han sumergido en tanques, conteniendo ethion o carbofenotion. A pesar de que estos productos eliminan muchos parásitos, en el interior de su hospedero o como adultos sobre las hojas, el mayor impacto pareció ser en la reducción del número de hospederos.

Las características de algunos productos, de descomponerse en un tiempo relativamente corto (carbofenotion, 27 días; ethion, 37), permite que los parásitos protegidos en el interior del hospedero, puedan

emerger días después de la aplicación de los insecticidas, sin sufrir consecuencias (21).

Se ha observado, que el efecto de los insecticidas sobre el hospedero, puede no ser un buen indicador para estimar el efecto agudo de esos compuestos, sobre los parásitos de la mosca prieta. Algunos compuestos como acefato y dimetoato son efectivos para el control de infestaciones de A. woglumi, a pesar de que el efecto agudo, negativo, sobre los parásitos es bajo (28).

También se evaluó el efecto de insecticidas sistémicos aplicados al suelo en el control de la mosca prieta.

Productos como acefato 75 PS y dimetoato 2,65 CE produjeron un 85 y 91% de control, respectivamente, cuando se evaluaron una semana después de aplicados. El acefato 75 PS y el aldicarb 10 G aplicados a razón de 5,6 y 11,2 g, de ingrediente activo por hectárea y el dimetoato en concentración de 11,2 g de IA/ha, controlaron el 90% de las ninfas a las 3 semanas después de la aplicación (40).

Fitzpatrick, et al. (27) observaron que las aplicaciones de pesticidas (malathion, hidroxido de cobre, methidathion, benomil) recomendados en los cultivos de cítricos comerciales de Florida para el control de plagas y enfermedades, causaron una reducción significativa de A. woglumi. Además, no observaron efectos adversos crónicos sobre las poblaciones del parásito A. hesperidum o sobre el complejo de predadores (arañas, crisópidos, coccinélidos), atribuible a los tratamientos químicos. La ausencia de efectos crónicos,

sobre los agentes de control biológico fue interpretado, como un indicador del potencial de desarrollo de las estrategias de control integral contra la plaga. También determinaron una correlación positiva entre la incidencia de A. woglumi y la presencia de adultos de A. hesperidum.

### 2.5.3 Control biológico por parásitos, depredadores y hongos

En algunas regiones de Asia, como India y Pakistán, se ha observado un buen control de A. woglumi por tres parásitos importantes. En orden de eficiencia, ellos son: E. clypealis, A. hesperidum y E. opulenta. Otros parásitos relacionados con el control de esta plaga, pero más raros son: E. divergens Silv., E. merceti Silv., Eretmocerus serius, y E. smithi Silv. También se observó que estos parásitos de la mosca prieta son atacados por el hiperparásito Ablerus macrochaeta inquirenda. En la región de Poona en Pakistán, un 80 a un 90% de los hospederos observados estaban parasitados por E. clypealis. Además, la mortalidad de estados inmaduros de este parásito, fue mucho menor en comparación con A. hesperidum, lo que indicó una mejor adaptabilidad de E. clypealis a temperaturas altas en esta área (29).

En el Norte de la India, cerca de Saharanpur se ha informado un 70% de parasitismo de A. hesperidum sobre su hospedero. En otras regiones el parasitismo fue menor del 30%. En la India entre Delhi y Dehara Sun, se observó un

alto parasitismo por parte de E. opulenta, en un ámbito de 60 a 70% (41).

Jiménez y Maltby (33) informan que el control biológico de la mosca prieta se inició en México en 1938, con la introducción de E. serius. Sin embargo, este parásito no logró un control efectivo de la plaga, excepto en algunas áreas con alta y continua humedad. Introducciones posteriores, realizadas en 1948, 1949 y 1950 de los parásitos A. hesperidum, E. clypealis y E. opulenta, si lograron un control efectivo de la plaga.

Se observó que A. hesperidum es un parásito efectivo cuando se libera en infestaciones fuertes, sin embargo, es dominando por los otros dos parásitos cuando la infestación es leve. Además, de estos tres parásitos es el que menos se adapta a condiciones de clima seco y cálido. E. clypealis se comporta mejor bajo condiciones húmedas y es menos efectivo cuando existen condiciones de períodos prolongados de sequía. E. opulenta fue el parásito mejor adaptado a una amplia variedad de climas, además de ser más eficaz que los otros dos en las regiones secas y cálidas.

El primer intento para el control biológico de la mosca prieta de los cítricos, se realizó en Cuba en donde la plaga se encontró establecida inicialmente en 1916. Para ello se importaron parásitos de Malaya, Java y Sumatra. Estos parásitos fueron E. serius, E. divergens, E. smithi y E. merceti, de los cuales, los tres primeros eran los más comunes y presentaban un potencial de parasitismo de cerca

del 60%. Ya para 1931, cuando se introdujo un embarque que contenía principalmente E. divergens, el parásito Eretmocerus serius estaba bien establecido en la isla (3).

En Panamá (1931) y en Costa Rica (1933), se introdujo el parásito Eretmocerus serius Silv. (10) que posiblemente junto con otros enemigos naturales ha mantenido a A. woglumi en densidades bajas de población.

En 1983 Hernández y Castiñeiras (31) determinaron un control de A. woglumi, de un 50 a un 80% en promedio, a través del parasitismo ejercido por E. serius, E. opulenta, E. smithi y Aspidiotiphagus citrinus (Crawf.). Además determinaron la presencia de depredadores como: Delphastus pusillus Lec., D. pallidus Lec., Scymnus ochrodeurs Muls., S. roscicollis Muls., Decadiomus bahamicus Csy., D. peltatus Chpn., Botynella quinquepunctata Wise, Chrysopa cubana Hagen, C. poeyi Navás. Estos depredadores se colectaron en árboles con densidades altas de la plaga, lo que indicó que su presencia estuvo asociada con la abundancia de las presas. También se observó, que no eran específicos, ya que en los casos en que la mosca prieta era escasa, se hallaron relacionados con otros aleuródidos. En esta evaluación se observó una mayor eficiencia de E. serius, con un 80% en el control de la plaga; E. smithi presentó un 30%, E. opulenta un 50% y A. citrinus un 3% de eficiencia en el parasitismo. Además se determinó algún efecto del hongo Aschersonia aleyrodidis Webber sobre el control de la plaga.

Quezada et al. (39) al evaluar el control biológico natural de A. woglumi en El Salvador, encontraron que depredadores como coccinelidos (Delphastus sp.), Chrysopa sp. y el hongo A. aleyrodis, ejercían un control importante sobre la mosca prieta, especialmente bajo condiciones de humedad favorable, aunque no eran capaces de controlar la plaga en condiciones de baja densidad. Sin embargo, al introducir el parásito E. opulenta en 1970, lograron un control completo de la mosca prieta a los dos años siguientes, en las zonas citrícolas en donde estaba presente la plaga. Se observó, también más de un 50% de mortalidad del estado pupal por efecto del parasitismo de E. opulenta. También se determinó que las temperaturas altas y la humedad baja podían desecar hasta un 18% de huevos y un 57% de ninfas jóvenes de la plaga, mientras que el tercer estado ninfal y las pupas eran más resistentes a la desecación.

En la costa de El Salvador, Alas de Velis y Huevo de Mira (1) compararon las poblaciones de la mosca prieta de Usulután con las del Norte de San Miguel. De acuerdo con los resultados, notaron un aumento explosivo de la plaga en Usulután, asociada a la aplicación de insecticidas en los algodones. Este afecta el ciclo de vida de especies benéficas. Por el contrario, en la región Norte de San Miguel, la incidencia de la mosca fue menor, relacionada a una mayor acción benéfica del parásito E. opulenta.

En Venezuela, Boscan de Martínez et al. (4) determinaron como depredadores involucrados en el control natural de esta

plaga, a coccinélidos como: Azya sp. Azya trinitatis Marshall, Curinus sp., Delphastus (posiblemente argentanicus), Delphastus sp., Diomus sp., Pentilia castanea Mulsant, y Stethorus sp.; derméstidos no identificados, larvas de Chrysopa sp., y Nodita sp., este último un neuróptero de la familia Mantispidae. También identificaron como parásitos a himenópteros de la familia Aphelinidae, tales como Cales sp., Encarsia sp., y Eretmocerus sp. Como patógenos determinaron a hongos del orden de los Moniliales (Aegerita webleri Faurett) y del orden Sphaeropsidales (A. aleyrodis) los cuales se presentaron en condiciones de alta humedad (2).

En Florida, se observaron reducciones de hasta un 98% en las poblaciones de A. woglumi. al introducir los parásitos A. hesperidum, E. opulenta y E. clypealis. También se determinó que varias especies de arácnidos, crisopas y coccinélidos actuaban como depredadores pero no eran capaces, por sí solos, de controlar las poblaciones de la plaga. Además, se observó que el hongo nativo Aschersonia sp. no atacaba a la mosca prieta, aunque si ejercía un control efectivo sobre especies de moscas blancas en cítricos de Florida (34).

Dowell (20) observó, al evaluar la sincronía de A. hesperidum con su hospedero, que virtualmente todos los parásitos emergieron cuando la mayoría de las ninfas de mosca prieta, presentes en la nueva generación, estaban en sus estadios tempranos. Se notó que el número de individuos parasitados excedió el número de los que sobrevivieron.



Además, determinó que A. hesperidum fue el mayor factor de mortalidad que actuó sobre todos los estadios de desarrollo de la plaga, aunque solo el 29% de las ninfas supervivientes del cuarto estadio fueron parasitadas. El parásito sobrevivió un promedio de 2 días sin alimento ni agua, 2,3 días sin agua, y 4,1 días con una mezcla de dulce y agua. Los depredadores tuvieron un mayor impacto en las poblaciones de mosca prieta en el campo, que en el centro de investigación, debido probablemente al mayor número de coccinélidos D. pusillus y crisópidos (Chrysopa spp.) en el primer sitio. En el Sur-Oeste de Florida la densidad de población de A. woglumi en promedio era de 40 a 60 ninfas vivas por hoja infestada, para el período de junio de 1976 a febrero de 1977, con un pico máximo de 180 por hoja en agosto de 1976. En ausencia de los parásitos el potencial de incremento de la plaga era de 4,5 en el número de huevos por generación. Durante el período de rápido declive de la plaga (feb.-set. 1977) la acción combinada de A. hesperidum y E. opulenta indujeron una mortalidad sustancial, de manera que el potencial de reemplazo de cada generación de mosca prieta fue de 0,22 huevos, por huevo inicial. La inducción de mortalidad por parte de estos parásitos, fue el factor crítico responsable del 98% de declinación de la densidad de ninfas de la plaga, entre febrero y octubre de 1977.

En Fort Lauderdale, Florida, en 1976, se liberaron tres especies de parásitos (A. hesperidum, E. opulenta y E. clypealis). Siete meses después de la liberación inicial, se

determinó un 100% de parasitismo de las pupas de la mosca prieta en algunos sitios. Observaciones después de un año, mostraron niveles significativos de parasitismo, especialmente de A. hesperidum, que resultó ser más efectiva a densidades mayores del hospedero. El efecto de E. opulenta fue menos claro, lo que confirmó la apreciación, de que este parásito se comporta mejor, cuando las densidades del hospedero son bajas (30).

Cherry y Pastor (8) determinaron en las áreas urbanas de Broward County en Florida, una mayor eficiencia de A. hesperidum como parásito de la mosca prieta, que E. opulenta. También observaron que ambos parásitos coexistían y provocaban mortalidad sobre poblaciones bajas de la plaga a pesar de las aplicaciones de insecticidas, lo que sugirió la posibilidad del manejo integrado de A. woglumi. También determinaron que E. opulenta fue más efectiva a bajas densidades del hospedero, pudiendo contribuir a mantener las poblaciones de A. woglumi, a niveles abajo del daño económico, a menos que existan factores externos que la disturben. Además observaron niveles de parasitismo de 25-35%.

Cherry y Dowell (7) determinaron en Florida, a las arañas y coccinélidos D. pusillus como los depredadores más abundantes, que constituyeron el 90% de los capturados. Además, los depredadores causaron una reducción del 52 al 66% en las poblaciones de la mosca prieta.

En México, principalmente en las regiones con una alta infestación de la mosca prieta, se ha observado una alta mortalidad de la plaga (80-90%) producto de la acción del depredador D. pusillus. Al parecer, este depredador se comporta mejor cuando las temperaturas son moderadas y la humedad es alta. Otros depredadores y hongos entomopatógenos, han sido menos importantes en el control de A. woglumi, en el país (33).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización del área experimental

Esta investigación se realizó en cuatro localidades del país (Figura 1) representativas de las áreas citrícolas, con características ambientales muy particulares. Estos fueron:

\* Siquirres: (28 Millas): está ubicado a 10<sub>0</sub> y 06 minutos latitud Norte y 83<sub>0</sub> y 26 minutos de longitud Oeste con una elevación de 40 m.s.n.m. El promedio anual de precipitación es de 3574 mm, la temperatura de 24,6 <sub>0</sub>C y la humedad relativa de 98%. Esta zona se localiza en el área climática del Atlántico con excesiva precipitación.

\* Esparza: está ubicada a 9<sub>0</sub> y 59 minutos de latitud Norte y 84<sub>0</sub> y 39 minutos de longitud Oeste con una elevación de 208 m.s.n.m. El promedio anual de precipitación es de 2320 mm, la temperatura de 26,5<sub>0</sub>C y la humedad relativa de 79%. Esta zona se localiza en el área climática del Pacífico Seco, con clima seco.

\* Guápiles: está ubicado a 10<sub>0</sub> y 13 minutos de longitud Norte y 83<sub>0</sub> y 46 minutos de longitud Oeste con una elevación de 249 m.s.n.m. El promedio anual de precipitación es de 4491 mm, la temperatura de 25,1<sub>0</sub>C y la humedad relativa de 90%. Esta zona se localiza en el área climática del Atlántico con excesiva precipitación.

\* Atenas: está ubicada a 9<sub>0</sub> y 59 minutos de latitud Norte y 84<sub>0</sub> y 20 minutos de longitud Oeste con una elevación de 696 m.s.n.m. El promedio anual de precipitación es de



*Figura 1 Ubicación de los sitios evaluados en cuanto a presencia y parasitismo de la mosca prieta en Costa Rica, 1986.*

(1) Escala: 1: 2.500 000

1771 mm, la temperatura de 23,7°C y la humedad relativa de 81%. Esta zona se localiza en el área climática del Valle Central con clima seco.

### 3.2 Descripción del material experimental y la metodología de recolección en el campo

Como material experimental se utilizaron hojas de árboles de cítricos infestadas por la mosca prieta, que se recolectaron en sitios establecidos previamente, en cada una de las localidades en estudio. Para esto se realizaron giras mensuales a cada lugar durante un año, a partir de la primera semana de enero de 1986 hasta la última semana de diciembre de 1986. En las plantaciones o árboles seleccionados se evitó la aplicación de insecticidas que pudieran alterar la eficiencia del control biológico. Las muestras se recogieron en plantaciones comerciales y árboles aislados localizados en los diferentes sitios. Las hojas que se recolectaron presentaban ninfas de A. woglumi principalmente del 2<sup>do</sup> estadio. Estas muestras no representaron la población del insecto, ya que no se consideraron todos los árboles de la plantación, sino algunos de ellos hasta completar 60 hojas infestadas.

Inmediatamente después de la recolecta, se hicieron observaciones en el laboratorio para determinar el grado de parasitismo en el campo y el número de ninfas de la plaga por muestra.

### 3.3 Descripción del manejo del material experimental en el laboratorio

En el laboratorio se seleccionaron 50 hojas al azar, de un total de 60. El material se recortó, dejando únicamente el área afectada. Con un estéreo microscopio se determinó el número de ninfas parasitadas en el campo, mediante el recuento de las que presentaban el agujero de emergencia del parásito, típicamente redondo y situado en el extremo posterior de la pupa, diferente al agujero amplio en el extremo anterior de la pupa que deja el adulto de la mosca prieta cuando ha emergido (Figura 2). Las muestras de hojas se dejaron en frascos acondicionados en bandejas plásticas con papel absorbente húmedo en su fondo (Figura 3), de manera que al mes siguiente se pudieran realizar recuentos de parásitos emergidos en el laboratorio. Esta información se utilizó posteriormente, para corregir el porcentaje de parasitismo observado en las muestras. También se determinó la presencia de otros enemigos naturales en las hojas recolectadas. Los parásitos que se obtuvieron se conservaron en alcohol de 70%. Además, un ejemplar de cada morfo-especie fue identificado por un experto en la materia\* y se montaron especímenes en láminas fijas.

Para efectos de análisis se llevaron registros de las fechas de recolección de las hojas, parásitos y enemigos naturales encontrados, número de ninfas, número de parásitos emergidos en el campo, número de parásitos emergidos en el

\* Encarsia opulenta fue identificada por R. W. Carlson, Entomólogo del Laboratorio de Entomología Sistemática del USDA, Washington.

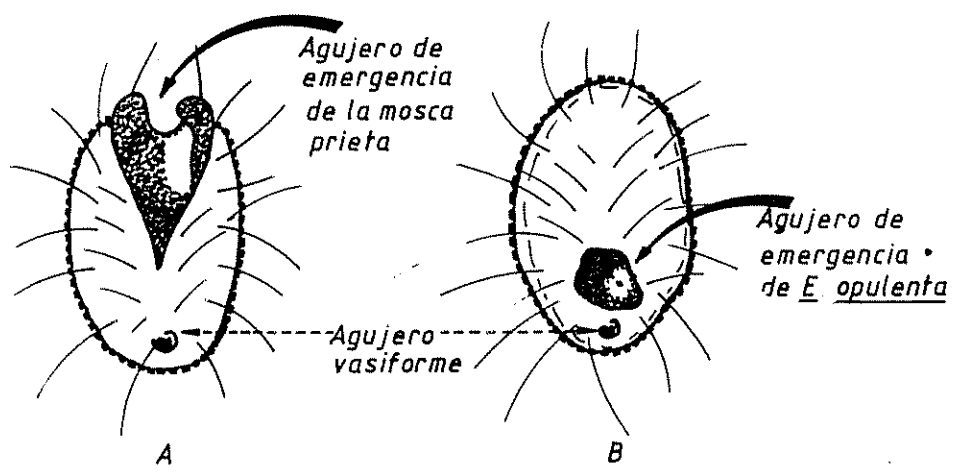


Figura 2 Agujeros de emergencia de la mosca prieta (A) y de su parásito E. opulenta (B)

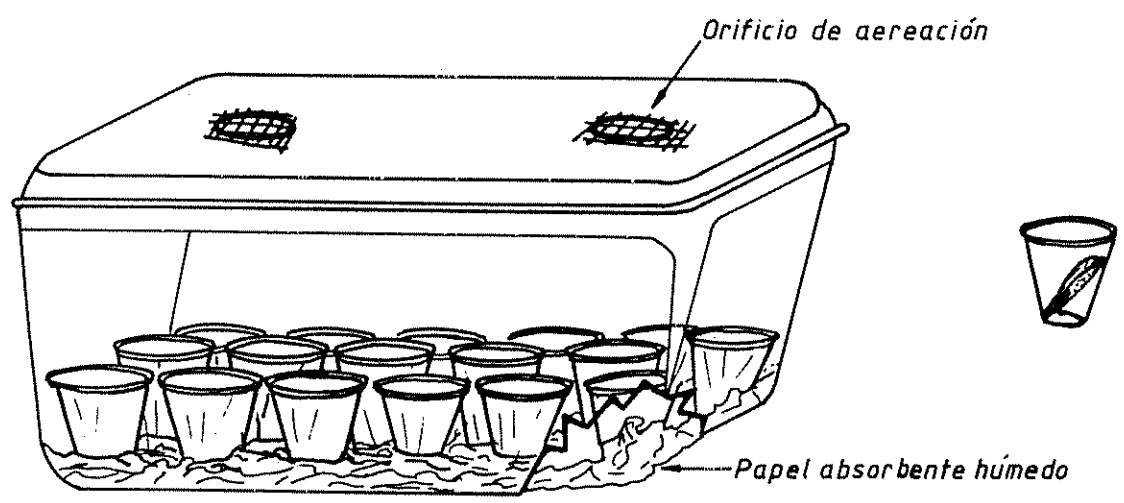


Figura 3 Equipo utilizado para el confinamiento de las hojas con mosca prieta, Costa Rica, 1986



laboratorio, además de los registros de temperatura máxima y mínima diaria, y temperatura y precipitación promedio mensual.

### 3.4 Factores estudiados

#### 3.4.1 Porcentaje de parasitismo en A. woglumi, en cada etapa de muestreo

Para determinar este porcentaje, se llevó un control del número de parásitos en cada muestra al momento de la recolecta en el campo y el número de parásitos emergidos un mes después, además del número de ninfas por hoja, durante cada mes. Se denominó parasitismo en el campo al determinado en el momento de la recolecta por el recuento de ninfas con el agujero típico y parasitismo total, al parasitismo en el campo más el recuento de los parasitoides emergidos un mes después del confinamiento.

#### 3.4.2 Enemigos naturales presentes

Se llevó un control de enemigos naturales recolectados en el campo y en el laboratorio. Los especímenes se preservaron en alcohol de 70% y láminas fijas, además fueron identificados por personal especializado.

#### 3.4.3 Número de generaciones posibles de mosca prieta en cada localidad

Con el propósito de describir el desarrollo de A. woglumi, en grados-día, y definir el número de generaciones durante el año, se llevó el control de la temperatura máxima

y mínima diaria, en cada localidad. Además se recolectó información de la presencia o ausencia de adultos de la plaga, en el campo y en el laboratorio, durante los últimos seis meses del experimento con el objeto de utilizar la información como un indicador de lo acertado del modelo\* en las condiciones del trópico.

### 3.5 Metodología del análisis estadístico y diseño experimental

Para efectos de tener una mejor apreciación del comportamiento del parasitismo en cada localidad, se calculó el porcentaje total de parasitismo por mes y se relacionó con el promedio de ninfas por hoja de muestreo por mes y la temperatura y precipitación promedio mensual. También se calcularon los grados-día por mes, obtenidos con la fórmula propuesta por Dowell y Fitzpatrick (1978) y el número de generaciones posibles durante el año según esa información.

Se realizó un análisis de varianza con el propósito de determinar las diferencias entre las cuatro localidades y las doce épocas, en cuanto al porcentaje total de parasitismo y el número promedio de ninfas por hoja de muestreo por mes.

El modelo estadístico del diseño experimental usado, fue:

$$Y_{ijk} = M + L_i + E_j + E_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = variable de respuesta

$M$  = media poblacional

---

\*  $\frac{\text{Temp. máxima} + \text{temp. mínima}}{2} - 13,70\text{C}$  por día=Grados-día (Dowell y Fitzpatrick 1978).

$L_i$  = efecto de localidad

$E_j$  = efecto de época

El análisis de varianza se hizo sin transformar los datos de acuerdo con Little (35) y quedó estructurado de la siguiente manera.

Fuente de variación		Gl.
Localidad	(L - 1)	3
Epoca	(E - 1)	11
Error experimental	(E-1) (L-1)	33

Para todos los lugares estudiados se estimaron modelos de regresión lineal del porcentaje de parasitismo total como una función del porcentaje de parasitismo en el campo.

El análisis de dispersión de los datos mostró que estos se ajustaban mejor a un modelo de tipo lineal:

$$Y = a_{ij} + b_{ij}x$$

Y = Porcentaje de parasitismo total

a = Intercepto

b = Coeficiente de regresión

x = Porcentaje de parasitismo en el campo

i = 1, ..., 4 localidades

j = 1, ..., 12 meses

Posteriormente se estimaron 12 curvas de regresión lineal ajustadas para cada localidad y cada mes. Como resultado se obtuvieron 48 valores (12 meses por cuatro

sitios) del intercepto (a) y del coeficiente de regresión (b) a los que se les aplicó una prueba de "t".

Al determinar diferencias entre los parámetros de regresión en las épocas y las localidades se reagruparon los meses en bimestres secos (1,2) y lluviosos (3,4,5,6) a los que posteriormente se les aplicó una prueba de contrastes. Se trató de explicar las diferencias entre las localidades y las épocas por efecto de las temperaturas y niveles de precipitación, para lo que se hizo un análisis de correlación entre estos factores y el porcentaje de parasitismo total.

Finalmente, de acuerdo con este análisis, se procedió a definir modelos de regresión lineal que permiten hacer el cálculo del porcentaje total de parasitismo con solo observar las muestras en el campo, sin tener que confinarlas durante un mes en el laboratorio, para hacer el recuento de nuevos parásitos emergidos y la corrección correspondiente.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Muestreo preliminar

Un muestreo preliminar realizado en las cuatro zonas climáticas del país: Pacífico Seco, Región Atlántica, Valle Central y Pacífico Húmedo (Figura 4), reveló la presencia de la mosca prieta (A. woglumi) en todas ellas, de manera que se puede considerar que esta plaga se encuentra en todas las zonas en donde los cítricos son un cultivo importante. En el Pacífico Seco (Guanacaste) se observó una mayor población de las mosca prieta (40 ninfas promedio/hoja en un 30% del árbol) en las zonas aldoneras de Filadelfia y Guardia de Liberia con una tendencia similar a las observadas por Quezada et al. (39) en El Salvador y en Guatemala por el autor.

Sin embargo, el parasitismo ejercido por E. (Prospaltella) opulenta en una proporción de 40% a 90% (Cuadro 1) determinado preliminarmente en estos lugares y la presencia de depredadores (Delphastus sp. y Chrysopa sp.) y hongos entomopatógenos (Aschersonia aleyrodis), mantiene las poblaciones de A. woglumi a densidades bajas. En las zonas altas de Cartago, en Santa María de Dota, San Pablo de León Cortés y San Marcos de farrazú no se detectó este insecto (Cuadro 1), lo que concuerda con lo observado por Quezada (39) en El Salvador, quien en sitios a más de 1000 msnm no observó la presencia de esta plaga.



Figura 4 Ubicación del recorrido preliminar realizado para la localización de *A. woglumi* y de sus enemigos naturales, en Costa, 1986.

(1) Escala: 1: 2.500 000

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

Lugar	Número de ninfas/ hoja de muestreo	Porcentaje de parasitismo	Altitud sobre el nivel del mar
Siquirres	30	60	40
Guápiles	30	70	249
Turrialba	50	80	602
*Cartago	-	-	1440
*Santa María de Dota	-	-	1560
*San Marcos de Tarrazú	-	-	1430
*San Pablo de León Cortés	-	-	1542
Paso Canoas	20	60	128
San José	20	90	1172
San Ignacio de Acosta	30	50	1005
Atenas	16	50	696
Esparza	17	90	208
Miramar	11	40	450
Guanacaste	30	80	144

\*Sitios en donde no se detectó A. woglumi

En todas estas 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.

#### 4.2 Generaciones de A. woglumi

El modelo de grados-día propuesto por Dowell y Fitzpatrick (13) para el cálculo de las generaciones de A. woglumi fue efectivo, con algunas modificaciones, para la estimación de estas en las condiciones ambientales de los cuatro lugares evaluados.

Al determinar los grados-día se observó que existe un remanente en el último mes del año. Considerando que el promedio de temperatura máxima y mínima varía muy poco en las condiciones tropicales de cada sitio y en los diferentes años, se puede asumir que ese remanente es similar al que se presentó en el año anterior a la evaluación y que afectó indiscutiblemente a la primera generación de cada lugar. Con este supuesto se le sumó el remanente de grados-día a los obtenidos en el mes de enero de cada sitio y se determinaron los meses en que se presentaron las siguientes generaciones y el 2<sup>do</sup> estadio ninfal (Cuadros 2A, 5A, 6A, 7A).

En Guápiles, Siquirres y Atenas se presentaron cuatro generaciones de A. woglumi espaciadas en promedio cada tres



meses y en Esparza cinco, distanciadas entre si cada 2,5 meses en promedio.

De acuerdo con Quezada et al. (39) en las condiciones de El Salvador las generaciones de A. woglumi se presentan cada 2,5 o 3 meses.

También se observó alguna correspondencia entre los aumentos en el número de ninfas de mosca prieta/hoja de muestreo y las épocas en que de acuerdo con los grados-día se presentaron las generaciones de A. woglumi.

El registro de adultos observados en el campo en la segunda mitad del año permitió determinar que el modelo con la corrección propuesta se podría utilizar en la determinación de las generaciones de mosca prieta ya que la presencia de estos adultos correspondió, con algunas excepciones, a los meses en que de acuerdo con los grados-día se ubicaron las generaciones (Cuadro 3A). Sin embargo, el modelo debe revalidarse con pruebas más estrictas, en vista de que considera únicamente las temperaturas máximas y mínimas sin tomar en cuenta otros factores como radiación solar, humedad relativa, etc. que en el trópico son importantes.

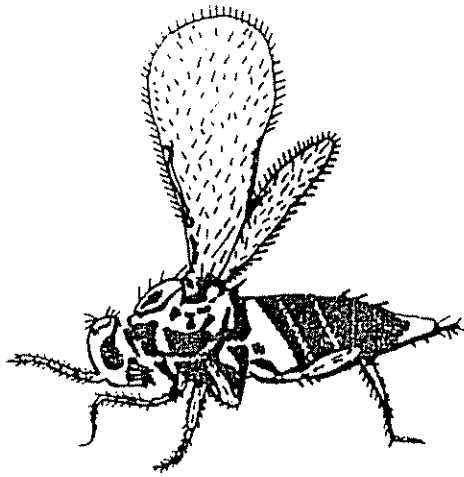
#### 4.3 Número promedio de ninfas de A. woglumi por hoja

En todas 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. (41) 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 detectados en estos lugares que permiten densidades tan bajas fueron: el parásito E. opulenta, el hongo entomopatógeno Aschersonia aleyrodís y los depredadores Delphastus sp. y Chrysopa sp. (Figura 5). De ellos, el de mayor importancia fue el parasitoide E. opulenta con una eficiencia de 25 a 92% en el porcentaje de parasitismo detectado.

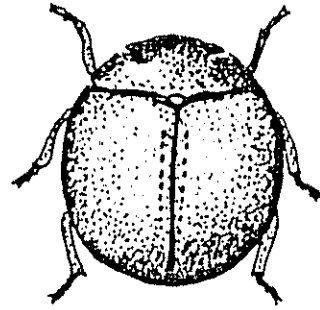
Los demás enemigos naturales, aunque estaban presentes, sus niveles fueron tan bajos que no fueron un factor de gran influencia en la reducción de la población de A. woglumi. Durante el período de evaluación (año 1986) únicamente se detectó la presencia de un parasitoide (E. opulenta), posiblemente asociada a la baja población de A. woglumi. Cherry y Pastor (8) determinaron que E. opulenta fue más efectiva cuando las densidades del hospedero fueron bajas, a diferencia de A. hesperidum que resultó ser más efectivo cuando las poblaciones fueron altas (30).

El análisis de varianza (Cuadro 1A, Figura 6) muestra que hubo diferencias significativas ( $P < 0,1$ ) para el número promedio de ninfas/hoja de muestreo entre los diversos sitios evaluados, no así entre los meses del año. 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 que presentó condiciones de temperatura y precipitación ideales para el desarrollo de la plaga durante el período de



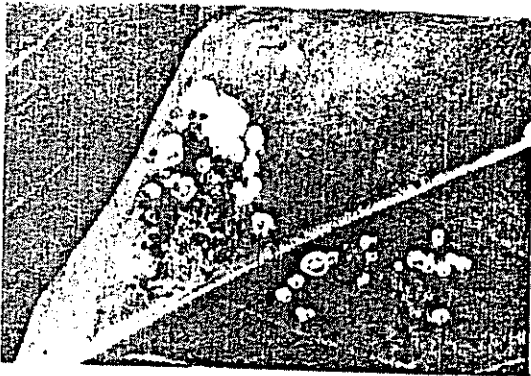
0,9 - 1mm

A \*

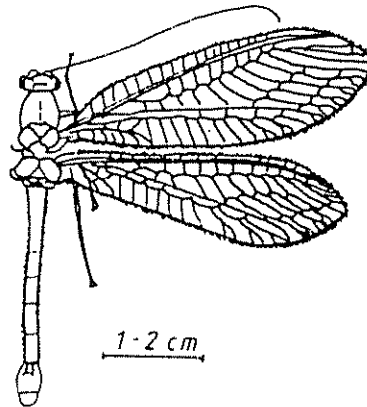


0,8 - 1mm

B \*

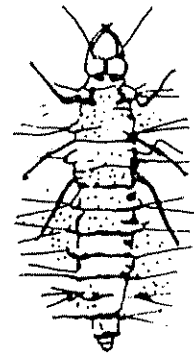


C \*\*



1 - 2 cm

d-1



d-2

Figura 5 Enemigos naturales de la mosca prieta (A) *E. opulenta*, (B) *Delphastus* sp (C) *Aschersonia aleyrodis*, (D) *Crysopa* sp. (d-1 adulto, d-2 larva), detectados en Costa Rica, 1986

\* Redibujado de Hernández y Castiñeiras (31)

\*\* Cedida por Quezada (39)

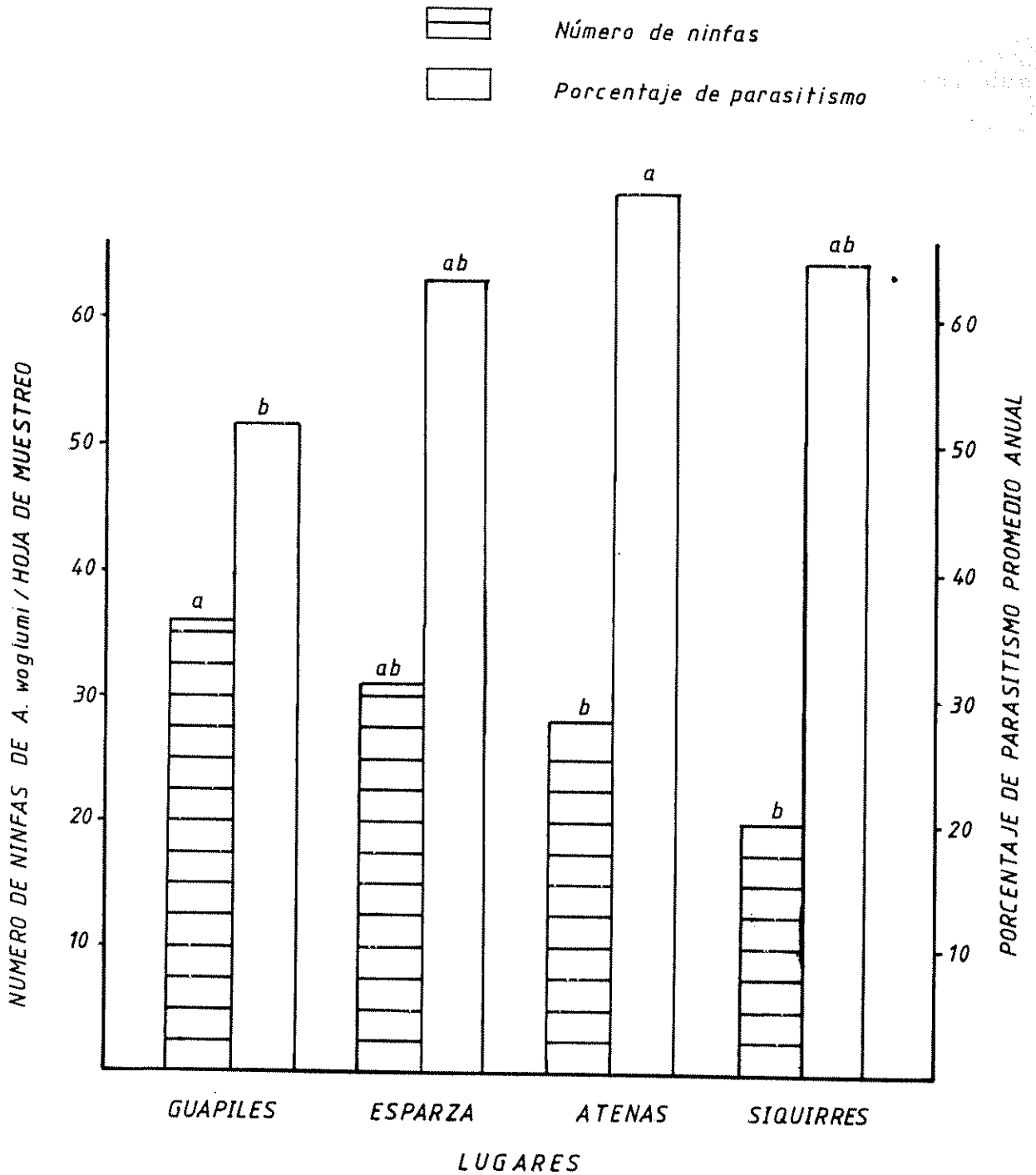


Figura 6. Número promedio de ninfas de *A. woglumi* / hoja de muestreo y porcentaje de parasitismo promedio anual ejercido por *E. opulenta* en una evaluación en Costa Rica, 1986.

Columnas con igual letra no difieren significativamente, (Duncan,  $P < 0,05$  )

evaluación, excepto en los meses de octubre y setiembre, que fueron muy lluviosos (Cuadro 2, Figura 7). En México, Smith et al. (41) observaron hasta un 90% de reducción en la producción de frutas, cuando las infestaciones de A. woglumi excedieron de 5 a 7 ninfas por  $\text{cm}^2$  en virtualmente todas las hojas del árbol. De acuerdo con lo observado en Costa Rica, la densidad de mosca prieta es muy baja ya que el número de ninfas/hoja de muestreo más alto (36,6) determinado en Guápiles representa las ninfas/lámina foliar con una infestación de menos de 2% de las hojas de los árboles.

En Guápiles se observó un número bajo de mosca prieta (33,3 ninfas/hoja de muestreo) en el mes de enero, decreciendo aún más en febrero. Posteriormente aumentó durante los tres meses siguientes hasta alcanzar su máximo (57,2 ninfas/hoja de muestreo) en el mes de mayo, cuando las condiciones de temperatura y precipitación ( $23,94^{\circ}\text{C}$  y 206,4 mm) fueron óptimas para el desarrollo de la plaga. Hay que hacer notar que este comportamiento en el número de ninfas de A. woglumi estuvo asociada a una relación evidente con la presencia del parasitoide E. opulenta. El descenso observado de mayo a junio no sólo estuvo asociado a la relación (parásito-hospedero) sino también a un aumento de la precipitación y la temperatura durante ese lapso de tiempo (Cuadro 2A, Figura 7). Durante el año se presentaron cuatro generaciones de la mosca prieta: en febrero (precisamente cuando se observó la mayor intensidad en el aumento de la población de la plaga) junio, setiembre y diciembre. En las

Cuadro 2. Número promedio de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por E. opulenta en Guápiles, en una evaluación en Costa Rica, 1986.

Mes	Número de ninfas promedio por hoja	Porcentaje total de parasitismo
Enero	33,38	58,84
Febrero	32,94	69,55
Marzo	40,74	62,74
Abril	45,66	54,18
Mayo	57,2	64,59
Junio	32,26	62,54
Julio	28,02	44,26
Agosto	24,52	50,31
Setiembre	30,72	30,44
Octubre	30,14	51,76
Noviembre	47,58	43,71
Diciembre	37,06	25,83

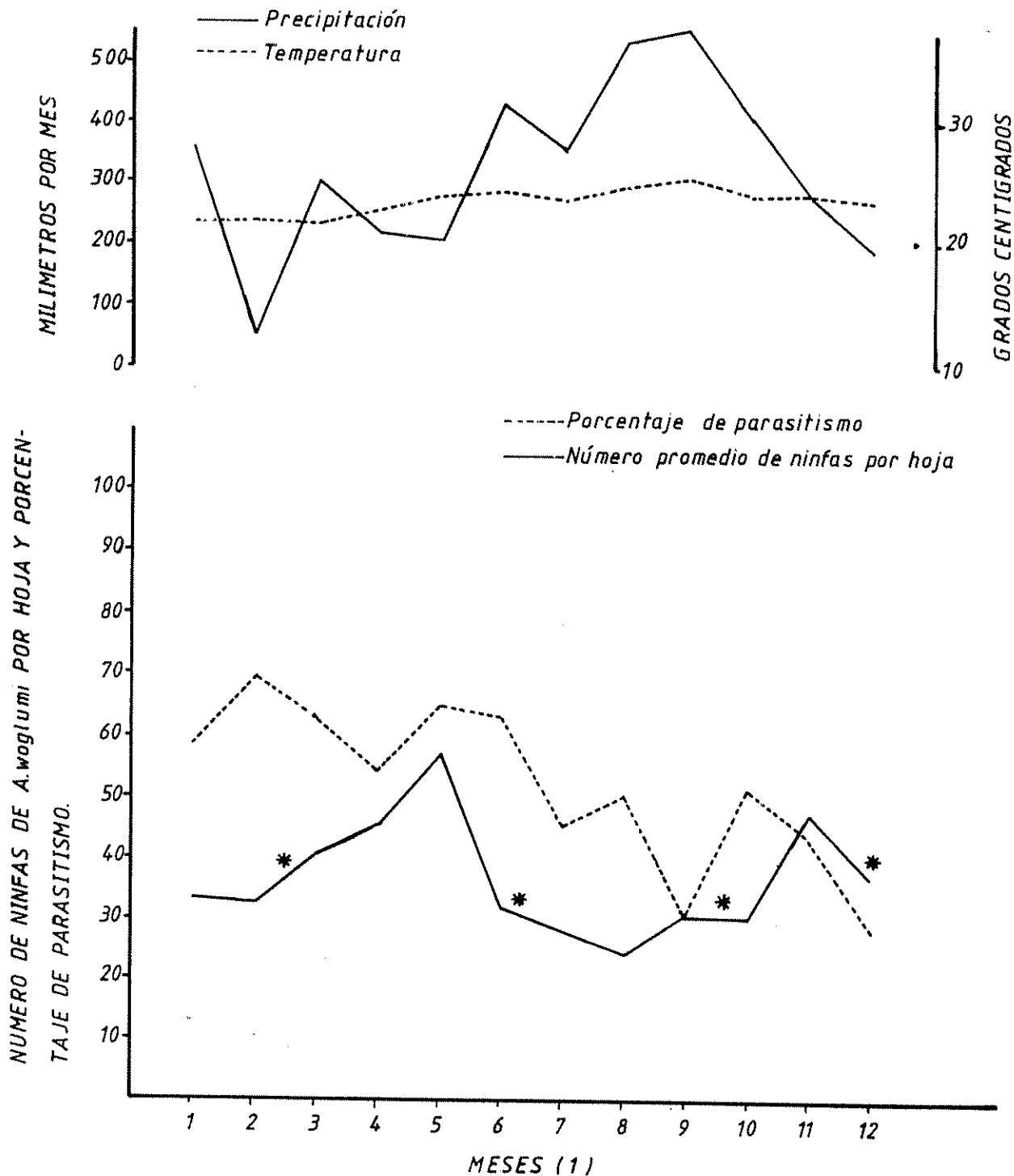


Figura 7. Número promedio de *A. woglumi* / hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por *E. opulenta* en Guápiles, en una evaluación en Costa Rica, 1986.

\* Generaciones de *A. woglumi*

(1) Meses: 1 enero, 2 febrero, ..... 12 diciembre.

observaciones de campo y laboratorio en la segunda mitad del año también se observaron adultos de A. woglumi en esos meses, (Cuadro 3A).

En la segunda mitad del año (julio-diciembre) la relación parásito-hospedero fue evidente de junio a julio y de setiembre a diciembre, cuando el número de ninfas de la mosca prieta/hoja de muestreo decreció y aumentó en correspondencia al crecimiento y disminución del porcentaje de parasitismo.

A pesar de que la segunda generación de A. woglumi se presentó, a mediados de junio (Cuadro 2A), el número de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo continuó decreciendo de julio a agosto cuando alcanzó el valor más bajo del año (24,52 ninfas promedio/hoja de muestreo). Este comportamiento se justifica por cuanto en este período se observó un pequeño incremento en el porcentaje de parasitismo y un aumento en la precipitación que fortaleció la presencia de hongos entomopatógenos (Figura 7; Cuadro 2A), aunque la correlación entre el número promedio de ninfas/hoja de muestreo y la precipitación y la temperatura fue baja ( $r = -0.113$  y  $-0.03$ , respectivamente) (Cuadro 4A).

En Esparza se detectó un mayor número de ninfas de A. woglumi (58,12 ninfas/hoja de muestreo) en el mes de enero con un comportamiento muy diferente al observado en los otros lugares (Cuadro 3). En este sitio el número decreció en enero, febrero y marzo debido al parasitismo de E. opulenta que aumentó progresivamente (24,77 a 76,32%) y a las



Cuadro 3. Número promedio de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por E. opulenta en Esparza, en una evaluación en Costa Rica, 1986.

Mes	Número de ninfas promedio por hoja	Porcentaje total de parasitismo
Enero	58,12	24,77
Febrero	48,32	36,96
Marzo	47,04	49,19
Abril	33,16	40,19
Mayo	28,08	64,06
Junio	18,38	76,32
Julio	37,22	64,20
Agosto	20,20	80,86
Setiembre	18,54	88,22
Octubre	24,34	82,87
Noviembre	18,82	81,27
Diciembre	26,12	72,85

condiciones poco apropiadas de temperatura (26,6 a 28,8°C) y precipitación (0 a 3,5 mm) para el desarrollo de A. woglumi (Figura 8). El mayor número de ninfas observado en enero y febrero (58,12 y 48,32 ninfas/hoja de muestreo, respectivamente) estuvo asociado con una quinta generación ubicada a finales de diciembre. A pesar de que a principios de marzo se ubicó la primera generación de mosca prieta, el número de ninfas/hoja de muestreo continuó decreciendo durante los meses de abril, mayo y junio debido al aumento del parasitismo ejercido por E. opulenta. En este lapso de tiempo el comportamiento de la relación parasito-hospedero fue diferente al que teóricamente debió presentarse debido probablemente a que en los meses de abril y mayo hubo disponibilidad de nuevas ninfas producto de la primera generación. Estas permitieron un aumento en el porcentaje de parasitismo a pesar de que el número de ninfas decreció en esos meses con respecto a marzo (Figura 8). Además las condiciones de temperatura (27,7°C en mayo y 27 en junio) y precipitación (127,3 mm en mayo y 112,4 en junio) fueron aceptables para la presencia del parasitoide E. opulenta (Cuadro 5A, Figura 8).

En la segunda mitad del año (julio-diciembre) el número de ninfas/hoja de muestreo decreció y aumentó conforme creció y disminuyó el porcentaje de parasitismo. En este período el número de ninfas/hoja de muestreo fue menor (ámbito de 37,22 - 18,54) al observado de enero a junio (ámbito de 58,12 - 18,32), producto de un aumento en el parasitismo (88,22 % en

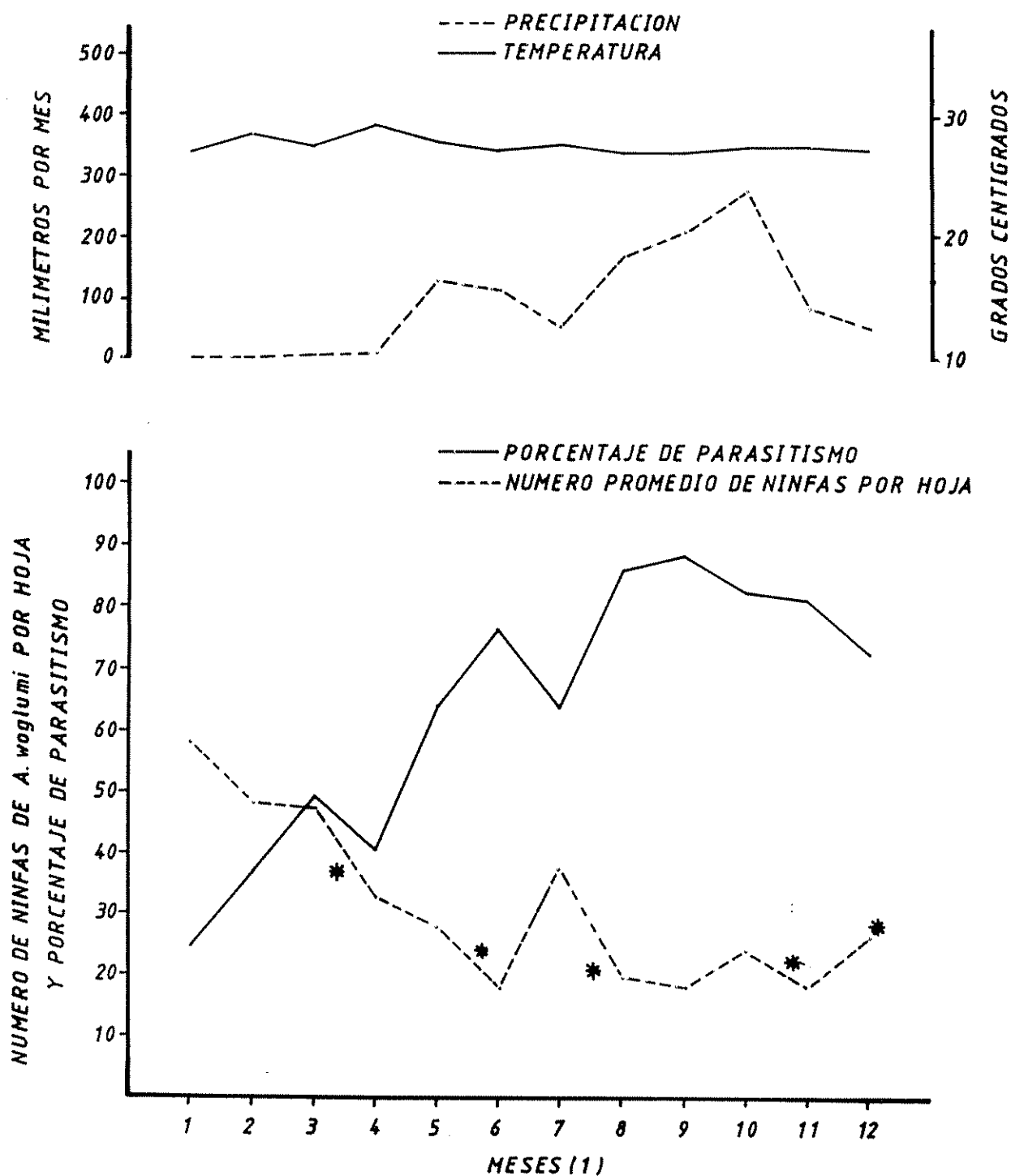


Figura 8 Número promedio de ninfas de *A. woglumi* por hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por *E. opulenta* en Esparza en una evaluación en Costa Rica, 1986.

\* Generaciones de *A. woglumi*

(1) Meses: 1 enero; 2 febrero; ..... 12 diciembre.

setiembre) favorecido por el incremento en la precipitación (163,2 mm en agosto y 202,4 en setiembre) (Cuadro 5A, Figura 8). Este comportamiento fue muy diferente al observado en Guápiles, en donde el mayor porcentaje de parasitismo (69,55%) se alcanzó en febrero y como consecuencia el número de ninfas/hoja de muestreo fue relativamente bajo (32,9) (Cuadro 2A). En este sitio el incremento en la precipitación hasta niveles excesivos (530,5 mm en agosto y 551,6 en setiembre) desfavoreció la manifestación del parasitismo (30,44% en setiembre) (Cuadro 2A, Figura 7).

En Esparza se observó una baja correlación negativa entre el número de ninfas/hoja de muestreo y la precipitación ( $r = -0,318$ ) y una correlación también baja pero positiva con la temperatura promedio diaria ( $r = 0,082$ ) (Cuadro 4A).

En Siquirres la relación parasito-hospedero fue evidente en los primeros seis meses del año. Se notó un aumento del número de ninfas/hoja de muestreo de enero (21,3) a febrero (28,5) producto posiblemente de la cuarta generación de A. woglumi que se ubicó a mediados de noviembre (Cuadro 6A). En este período también se observó un aumento en el parasitismo (32,52% en enero y 52,31 en febrero) que provocó una disminución del número de ninfas/hoja de muestreo en marzo y abril (24,66 y 21,5 respectivamente) (Cuadro 4). De abril a mayo se observó un aumento en el número de ninfas/hoja de muestreo (de 21,50 a 31,60, respectivamente). Sin embargo, a partir de junio (25,86 ninfas/hoja de muestreo) hasta setiembre (22,12 ninfas/hoja de muestreo) el número de ninfas

Cuadro 4. Número promedio de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por E. opulenta en Siquirres, en una evaluación en Costa Rica, 1986.

Mes	Número de ninfas promedio por hoja	Porcentaje total de parasitismo
Enero	21,30	32,52
Febrero	28,56	52,31
Marzo	24,66	49,32
Abril	21,50	45,04
Mayo	31,60	61,86
Junio	25,86	68,96
Julio	24,34	73,09
Agosto	22,28	77,46
Setiembre	22,12	87,16
Octubre	33,52	80,99
Noviembre	25,02	70,58
Diciembre	23,82	79,53

de A. woglumi decayó, a pesar de que a principios de junio se ubicó la segunda generación de la plaga. Esta tendencia estuvo asociada a un aumento del porcentaje de parasitismo ejercido por el parasitoide E. opulenta de 61,86% en mayo a 87,16 en setiembre (Cuadro 4, Figura 9). Según se aprecia en el Cuadro 6A, la tercera generación se presentó a finales de agosto, lo que probablemente provocó el aumento determinado de setiembre a octubre de 22,12 a 33,52 ninfas/hoja de muestreo. Sin embargo, el alto parasitismo que se detectó en octubre (80,99%) y noviembre (70,58%) fue el motivo de que el número de ninfas de A. woglumi decreciera de 33,52 ninfas/hoja de muestreo en octubre a 23,82 en diciembre (Figura 9).

Al igual que en los otros sitios evaluados, las correlaciones entre el número de ninfas/hoja de muestreo y la precipitación y la temperatura fueron bajas ( $r = 0,059$  y  $0,107$ , respectivamente) (Cuadro 4A).

En Atenas, la relación parásito-hospedero no fue tan clara de enero a febrero como la observada en Siquirres. En este lapso de tiempo el número de ninfas de A. woglumi aumentó de 26,44 ninfas/hoja de muestreo en enero a 42 en febrero, mientras que el parasitismo decreció de 83,42 en enero a 69,14 en febrero, debido posiblemente a que las condiciones de precipitación (0 mm en enero y 3,7 en febrero) no fueron las apropiadas para la supervivencia del parásito, además de que las ninfas, especialmente del segundo estadio, disponibles para E. opulenta, fueron menos ya que la última

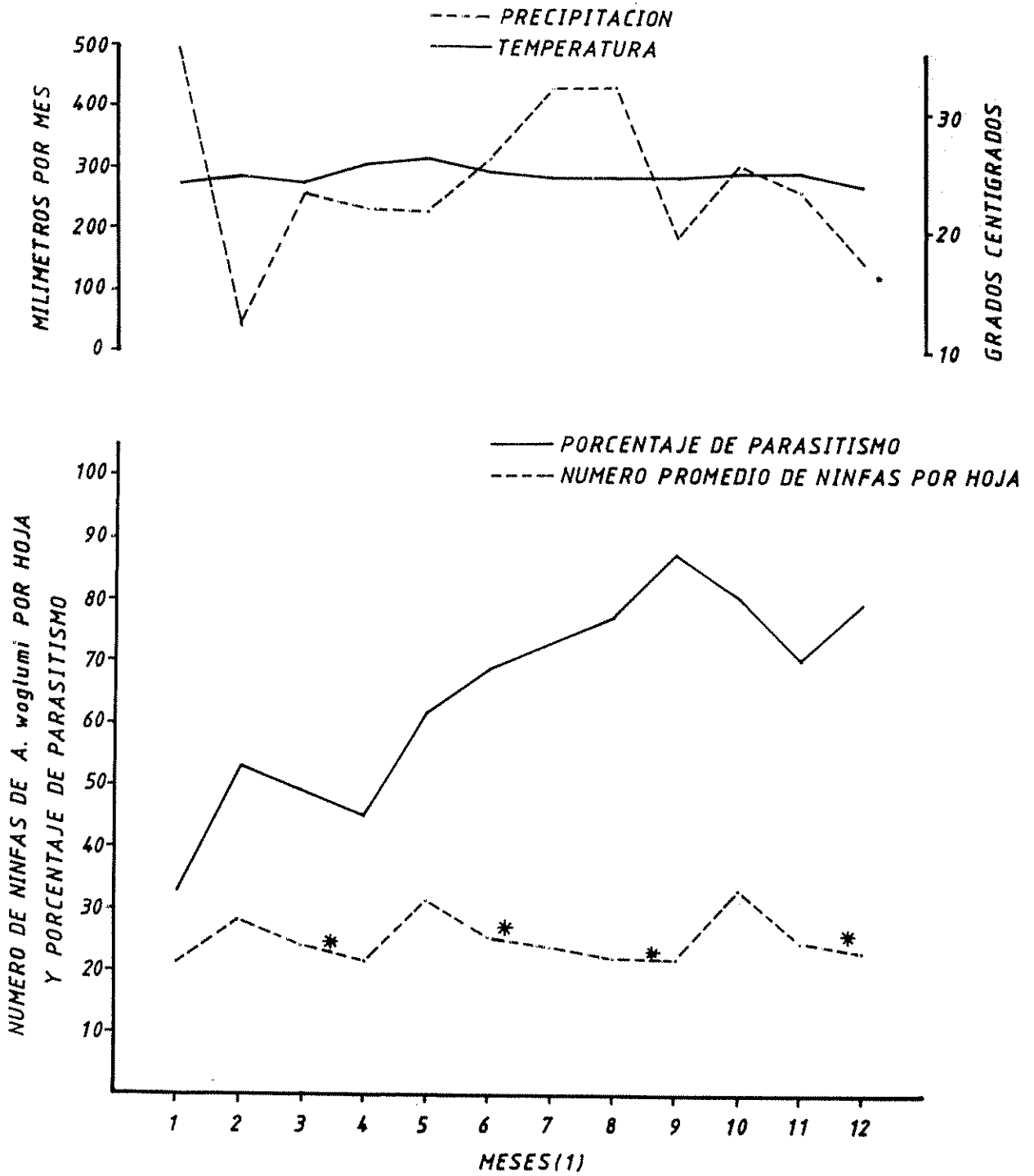


Figura 9 Número promedio de ninfas de *A. woglumi* por hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por *E. opulenta* en Siquirres en una evaluación en Costa Rica, 1986.

\* Generaciones de *A. woglumi*

(1) Meses: 1 enero; 2 febrero; .....12 diciembre

generación de mosca prieta se ubicó a principios de noviembre (Cuadro 7A).

De marzo a mayo el número de ninfas/hoja de muestreo disminuyó de 31,36 a 22,70 (Cuadro 5) a pesar de que la primera generación de A. woglumi se presentó a finales de febrero. Posiblemente ésto se debió al incremento observado en el porcentaje de parasitismo ejercido por E. opulenta, que alcanzó su punto máximo durante el año en marzo (92,19%) además del efecto adverso que pudo tener sobre los huevos y el primer estadio ninfal la baja precipitación (3,7 mm en febrero, 17,5 en marzo y 10,3 en abril) y el aumento de temperatura (25,65°C en febrero, 26,61 en marzo y 27,03 en abril) que no permitió que A. woglumi se manifestara en todo su potencial (Figura 10). Quezada et al. (39) observaron que en la estación seca las temperaturas altas y la humedad baja provocaron la desecación de hasta un 70% de huevos y ninfas, principalmente de los primeros estadios.

A partir de mayo, cuando se presentó la segunda generación de A. woglumi se determinó un incremento en el número de ninfas/hoja de muestreo de 22,70 en ese mes a 30,16 en junio, igual comportamiento se notó en agosto y noviembre que fueron los meses en los que se dió la tercera y cuarta generación de mosca prieta. En el período de mayo a diciembre la tendencia en el aumento y disminución del número de ninfas/hoja de muestreo estuvo asociada al incremento y disminución del porcentaje de parasitismo ejercido por E. opulenta (Figura 10).



Cuadro 5. Número promedio de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por E. opulenta en Atenas, en una evaluación en Costa Rica, 1986.

Mes <sup>•</sup>	Número de ninfas promedio por hoja	Porcentaje total de parasitismo
Enero	26,44	83,42
Febrero	42,0	69,14
Marzo	31,36	92,19
Abril	27,64	62,23
Mayo	22,70	47,79
Junio	30,16	50,65
Julio	18,76	53,80
Agosto	20,38	58,54
Setiembre	32,18	90,08
Octubre	24,84	87,56
Noviembre	26,98	63,31
Diciembre	34,52	82,38

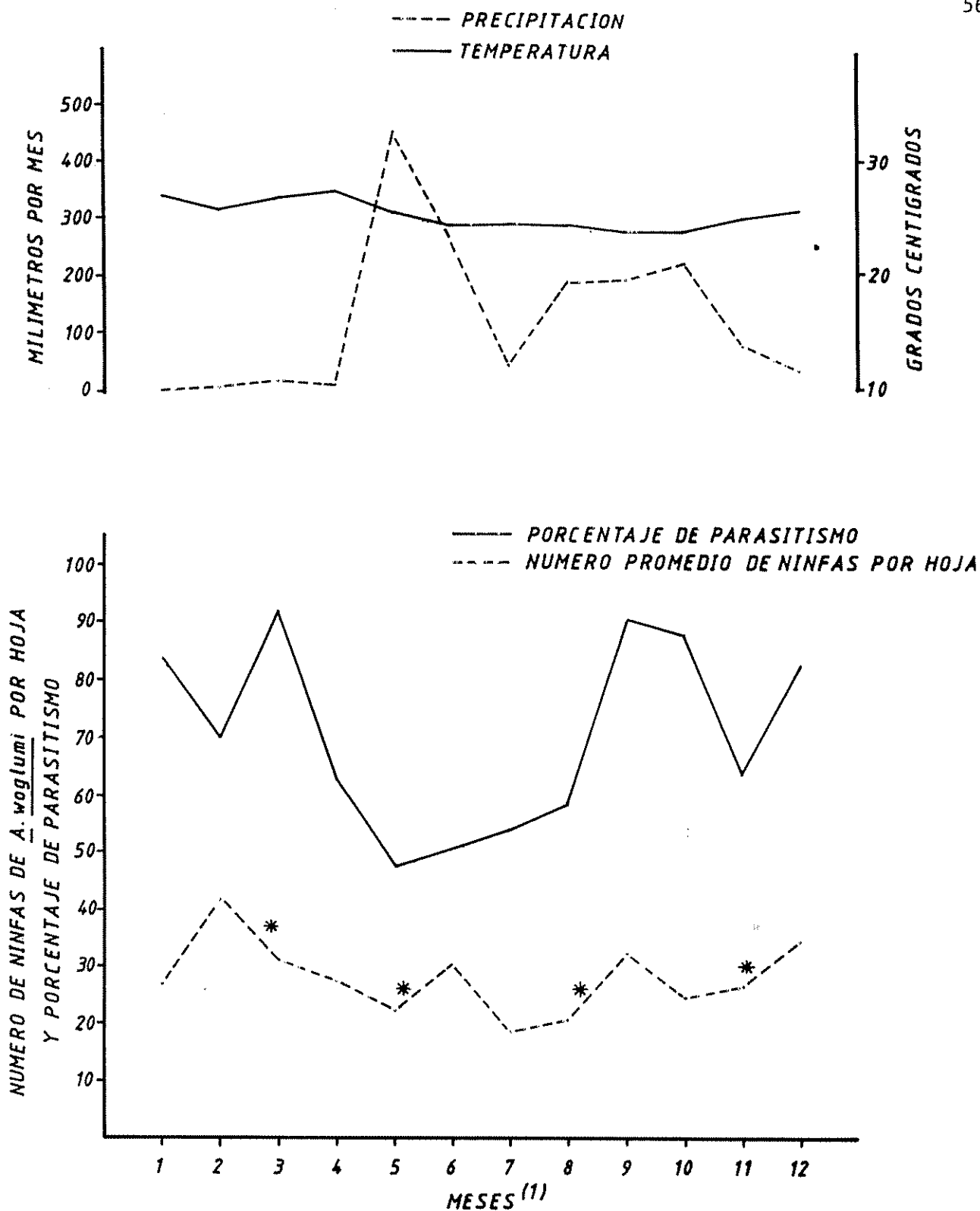


Figura 10. Número promedio de ninfas de *A. woglumi* por hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por *E. opulenta* en Atenas en una evaluación en Costa Rica, 1986.

\* Generaciones de *A. woglumi*

(1) Meses: 1 enero; 2 febrero; .....12 diciembre.

Para este sitio la correlación determinada entre el número de ninfas/hoja de muestreo y la precipitación y la temperatura fueron bajas ( $r = -0,068$  y  $0,048$ , respectivamente) (Cuadro 4A).

#### 4.4 Porcentaje de parasitismo

El análisis de varianza (Cuadro 8A, Figura 6) muestra que no hubo diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre los lugares ni tampoco entre los meses del año. El porcentaje más alto de parasitismo (70,09%) ejercido por E. opulenta se detectó en Atenas (Figura 6, Cuadro 5). En este lugar el porcentaje fluctuó entre 92,19 y 47,79 durante el período de evaluación (Cuadro 5). El porcentaje más bajo de parasitismo (51,56%) se determinó en Guápiles (Figura 6). En este sitio el porcentaje fluctuó entre 69,55% y 25,83 durante el año (Cuadro 2). En Esparza y Siquirres el ámbito en el porcentaje de parasitismo observado fue de 24,77 a 88,22% y 87,16 a 32,52%, respectivamente (Cuadro 3, 4). A este respecto Quezada et al. (39) observaron en El Salvador más de un 50% de mortalidad del estado pupal por efecto del parasitismo de E. opulenta. También en Cuba, Hernández y Castiñeiras (31) determinaron un control de A. woglumi, de un 50 a un 80% en promedio, a través del parasitismo ejercido por E. serius y E. opulenta. Estos resultados demuestran que el porcentaje de parasitismo de E. opulenta sobre A. woglumi se mantiene en el país dentro del ámbito observado en otros

sitios (El Salvador, Cuba, etc.) en condiciones de equilibrio (hospedero-parásito) y de bajas poblaciones de A. woglumi.

En Guápiles de enero a febrero, se notó un aumento en el porcentaje de parasitismo de 58,84 a 69,55, respectivamente que pudo estar relacionado a la presencia de material nuevo (ninfas del 2<sup>do</sup> estadio) producto de una cuarta generación de A. woglumi, que se ubicó en diciembre. Esto permitió la reproducción del parasitoide a pesar de que el número de ninfas de mosca prieta/hoja de muestreo decreció de 33,38 en enero a 32,94 en febrero (Cuadro 2, Figura 7). No obstante que el número de ninfas/hoja de muestreo aumentó de febrero a abril el porcentaje de parasitismo decreció de 69,55 en febrero a 54,18 en abril. Hay que hacer notar que en febrero se presentó el porcentaje de parasitismo más alto del año (69,54%) y un bajo número de ninfas de mosca prieta/hoja de muestreo, lo que posiblemente significó una menor disponibilidad de material nuevo de mosca prieta (principalmente ninfas del 2<sup>do</sup> estadio) a principios de febrero que permitiera un repunte del porcentaje de parasitismo en ese período. De mayo a julio la relación parásito-hospedero fue clara de manera que el porcentaje de parasitismo aumentó y decreció conforme creció y disminuyó el número de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo. De julio a agosto se observó un aumento en el parasitismo ejercido por E. opulenta de 44,26 a 50,31% para decrecer a 30,4% en setiembre, con un comportamiento similar al determinado de enero a abril (Cuadro 2, Figura 7). En este caso, a pesar de

que la segunda generación de A. woglumi se presentó a principios de junio, el número de ninfas/hoja de muestreo decreció al mínimo del año (24,5) en agosto, producto del efecto adicional del hongo entomopatógeno Ashersonia aleyrodis que se vio favorecido con el aumento de la precipitación. Esto ocasionó que el número de ninfas (principalmente ninfas del 2<sup>do</sup> estadio) fuera menor para la cantidad de parasitoides (E. opulenta) disponibles de agosto a setiembre. Por el contrario, la presencia de material nuevo de A. woglumi (principalmente ninfas del 2<sup>do</sup> estadio) permitió el aumento en el porcentaje de parasitismo observado de julio a agosto (Figura 7). De setiembre a diciembre el porcentaje de parasitismo ejercido por E. opulenta varió en correspondencia al número de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo (Figura 7).

En Esparza durante los tres primeros meses del año la relación parásito-hospedero no fue evidente ya que el número de ninfas de A. woglumi decreció de 58,12 ninfas/hoja de muestreo en enero a 47,04 en marzo y el porcentaje de parasitismo aumentó de 24,77% en enero a 49,19% en marzo (Figura 8). Este comportamiento pudo estar asociado al alto número de ninfas/hoja de muestreo que permitió el aumento de la población del parasitoide E. opulenta y su supervivencia, a pesar de que las condiciones de temperatura y precipitación no fueron las óptimas (de 26,6 a 28,4°C y 0 a 3,5 mm) (Cuadro 5A). Hay que hacer notar que la presencia de A. woglumi se localizó en árboles cercanos a una fuente de agua que

permitió una mayor humedad en el ambiente en comparación con el resto de la plantación. Esto pudo haber favorecido la presencia del parasitoide a pesar de las condiciones adversas de clima durante enero, febrero y marzo. En abril la relación fue más clara, ya que el porcentaje de parasitismo decreció de 49,19 en el mes anterior a 40,19%, con igual comportamiento para el número de ninfas/hoja de muestreo. En mayo y junio se notó un repunte en el porcentaje de parasitismo ejercido por E. opulenta (64,06 y 76,32%, respectivamente) a pesar del descenso observado en el número de ninfas de mosca prieta/hoja de muestreo. Esta tendencia puede atribuirse a que durante estos meses la precipitación (127,3 mm en mayo y 112,4 en junio) y la temperatura (27,7°C en mayo y 27 en junio) fue favorable para el parasitoide, de acuerdo a lo señalado por Quezada et al. (39) a pesar del menor número de ninfas/hoja de muestreo (Figura 8).

Además, la presencia de material nuevo de A. woglumi (principalmente ninfas del 2<sup>do</sup> estadio) presentes en abril y mayo y producto de la primera generación de mosca prieta, que se ubicó a mediados de marzo, pudo favorecer el aumento en el porcentaje de parasitismo observado en estos meses.

De junio a julio ese porcentaje decreció de 76,32 a 64,20%, no obstante que el número de ninfas/hoja de muestreo aumentó de 18,38 en junio a 37,22 en julio (Cuadro 3, Figura 8). Este comportamiento es explicable, ya que en junio el porcentaje de parasitismo observado fue alto (76,32%) y el número de ninfas/hoja de muestreo fue bajo (18,38) lo que

ocasionó posiblemente una mayor disponibilidad del número de parasitoides (E. opulenta) con respecto al hospedero presente que obstaculizó la reproducción del parasitoide, incluso por superparasitismo. De julio a setiembre, el porcentaje de parasitismo ejercido por E. opulenta volvió a aumentar de 64,20 a 88,22%, favorecido posiblemente por la presencia de material nuevo de mosca prieta (principalmente ninfas del 2<sup>do</sup> estadio) producto de la segunda y tercera generación, que se ubicaron a mediados de mayo y finales de julio, respectivamente. En los meses siguientes (octubre y noviembre y diciembre) el comportamiento en el porcentaje de parasitismo fue similar al discutido de junio a setiembre.

Es importante hacer notar que de julio a diciembre este porcentaje detectado fue estable y alto en correspondencia con un aumento moderado de la precipitación y una mayor estabilidad del número de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo. Esta tendencia fue muy diferente en los primeros seis meses del año en donde el número de ninfas de A. woglumi no fue estable, la precipitación fue relativamente baja y la temperatura fue alta. En este período la población de A. woglumi se localizó cerca de una fuente de agua lo que al parecer favoreció la actividad del parasitoide que no se vio afectado por las condiciones ambientales adversas (Cuadro 5A, Figura 8). Sin embargo, durante el mismo período (julio-diciembre) en Guápiles, el aumento de la precipitación a niveles altos (hasta 530,5 mm en agosto) y temperaturas promedio diario de 23,5 a 25,2°C tuvieron un efecto

contrario. En Esparza la correlación entre el porcentaje de parasitismo y la precipitación y temperatura promedio mensual fue de  $r = 0,46$  y  $r = -0,25$ , respectivamente (Cuadro 4A).

En Siquirres la relación entre el parásito y el hospedero fue más evidente 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 de enero a mayo (Figura 9).

En los meses de mayo y junio se observó un repunte en el porcentaje de parasitismo (61,86 y 68,96%, respectivamente) asociado no sólo al mayor número promedio de ninfas disponibles de A. woglumi/hoja de muestreo (31,6) en el mes de mayo sino también a las condiciones más favorables de precipitación (222 mm en mayo y 314,3 en junio) y temperatura (25,6 en mayo y 24,6°C en junio) para la supervivencia del parasitoide (Figura 9).

De mayo hasta setiembre, el porcentaje de parasitismo aumentó de 61,86 a 87,16% que fue el máximo del año, con un comportamiento similar al observado en Esparza, en la misma época (Cuadro 4, Figura 9). De setiembre a octubre el parasitismo decayó ligeramente de 87,16 a 80,99% a pesar de que el número de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo aumentó en ese mismo período. Esto puede atribuirse a una alta disponibilidad de parasitoides (E. opulenta) en el mes de setiembre cuando el hospedero era bajo, lo que pudo haber obstaculizado la reproducción del parasitoide, incluso por superparasitismo. En octubre, el porcentaje de parasitismo



(80,99%) fue alto, que está de acuerdo con lo informado por Quezada et al. (39) a pesar de que disminuyó con respecto a setiembre. Esto provocó una reducción del número de ninfas de A. woglumi de octubre a noviembre con la consecuente disminución del parasitismo de 80,99 a 70,58% observado en el mismo período. De noviembre a diciembre se notó un aumento (de 70,58 a 79,53%) en el porcentaje de parasitismo asociado posiblemente más a la presencia de nuevo material de mosca prieta (principalmente ninfas del 2<sup>do</sup> estadio) producto de la cuarta generación que se ubicó a principios de noviembre, que al número de ninfas/hoja de muestreo que disminuyó de noviembre a diciembre (Cuadro 4, Figura 9).

En Siquirres el porcentaje de parasitismo ejercido por E. opulenta aumentó con la precipitación, que fue moderada y mejor distribuida que la de Guápiles, durante la segunda mitad del año, con un comportamiento similar al observado en Esparza. La correlación entre el porcentaje de parasitismo total y la precipitación mensual y la temperatura promedio mensual fue de  $r = -0,060$  y  $r = 0,0026$ , respectivamente (Cuadro 4A).

En Atenas el porcentaje de parasitismo ejercido por E. opulenta disminuyó de 83,42 en enero a 69,14% en febrero a pesar de que se observó un aumento de 26,44 a 42 ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo en el mismo período. Este comportamiento puede estar asociado a las condiciones poco favorables de precipitación (0 mm en enero y 3,7 en febrero) que afectó la actividad del parasitoide (Figura 10) de

acuerdo con Quezada (39). De febrero a marzo el porcentaje de parasitismo aumentó de 69,14 a 92,19 no obstante que el número de ninfas de mosca prieta/hoja de muestreo decreció de 42 a 31 en el mismo período. Esto puede atribuirse a la presencia de nuevo material proveniente de la primera generación de A. woglumi, que se ubicó a finales de febrero, lo que permitió una mayor actividad del parasitoide E. opulenta en marzo (Cuadro 5, Figura 10). A partir de este mes hasta junio, el comportamiento en el porcentaje de parasitismo estuvo asociado a la relación parásito-hospedero. De junio a julio el parasitismo ejercido por E. opulenta aumentó ligeramente de 50,65 a 53,80% a pesar de que el número de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo disminuyó. Esta tendencia puede atribuirse, al igual que en los otros sitios evaluados, a la presencia de material nuevo del hospedero (principalmente ninfas del 2<sup>do</sup> estadio) que favoreció la actividad del parasitoide en ese lapso de tiempo (Cuadro 5, Figura 10). De julio a diciembre la relación parásito-hospedero fue evidente, excepto de octubre a noviembre cuando el porcentaje de parasitismo disminuyó de 87,56 a 63,3, mientras que el número de ninfas de A. woglumi aumentó de 24,84 a 26,98. En la figura 10 se observa que para octubre el parasitismo fue alto (87,56) y el número de ninfas bajo (24,84) lo que posiblemente provocó una mayor disponibilidad de parasitoides (E. opulenta) para la cantidad del hospedero presente que obstaculizó la reproducción del parasitoide, incluso por superparasitismo (Cuadro 5, Figura

10), además de que no existió material nuevo disponible de A. woglumi en ese período (Cuadro 5, Figura 10).

En Atenas la relación entre el aumento del porcentaje de parasitismo y la precipitación no fue tan clara como en los otros lugares evaluados, ya que se observaron niveles altos de parasitismo tanto en la época seca como en la lluviosa (Figura 10). La correlación entre el porcentaje total de parasitismo y la precipitación mensual y la temperatura promedio mensual fue de  $r = 0,19$  y  $r = 0,08$ , respectivamente (Cuadro 4A).

#### 4.5 Modelos de regresión para el cálculo del porcentaje total de parasitismo

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 cada lugar que mostraron el mejor ajuste para una relación regresional de la forma  $a + b x$ , cuando el porcentaje de parasitismo en el campo fue mayor del 25%. El análisis de varianza para los parámetros de las regresiones "a", "b" tomados por bimestre (BIM 1: enero-febrero, BIM 2: marzo-abril, BIM 3: mayo-junio, BIM 4: julio-agosto, BIM 5: setiembre-octubre, BIM. 6: noviembre-diciembre) y por lugar (Guápiles (1), Esparza (2), Siquirres (3), Atenas (4)) mostró que hubo diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los bimestres y entre la interacción (BIM por lugar) no así entre los lugares, para el coeficiente de regresión "b" y diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los bimestres para

el intercepto "a" (Cuadros 9A, 10A).. Ante estos resultados se procedió a determinar las diferencias entre los bimestres que se clasificaron en secos (BIM 1, BIM 2)\* y lluviosos (BIM:3,4,5,6) en cada lugar. En el Cuadro 11A se aprecia que en Guápiles hubo diferencias estadísticamente significativas entre los bimestres "secos" y lluviosos y entre los lluviosos entre sí y los secos entre sí para el intercepto "a". Para el coeficiente de regresión "b" no se observaron diferencias significativas en ninguno de los contrastes (Cuadro 12A).

De acuerdo con la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ) (Cuadro 13A) y con una segunda prueba de contrastes (Cuadro 14A; 15A) los bimestres 1,3,5,6 fueron diferentes al cuatro y el 1,3,5 fueron diferentes al dos. Por esta razón en Guápiles se determinaron para el cálculo del porcentaje total de parasitismo, tres regresiones lineales correspondiente a BIM. 1,3,5,6 ( $Y=23,67 + 0,776 x$ ) BIM.2 ( $Y=14,70 + 0,8372 x$ ) y BIM.4 ( $Y=34,61 + 0,684 x$ ) (Figura 11). En la Figura 7 se observa que el bimestre 4 se caracterizó por una excesiva precipitación (de 354 a 530,5 mm) y un parasitismo moderado (44,26 a 50,31%). En los otros bimestres el parasitismo varió en un amplio margen y la precipitación fue moderada, lo que pudo haber sido la causa de estas diferencias.

En Esparza se observaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre los bimestres "secos" (1,2) y los lluviosos (3,4,5,6) tanto para el intercepto "a" (Cuadro

---

\* Se clasificaron como secos aunque en algunos sitios como Guápiles siempre hay precipitación.

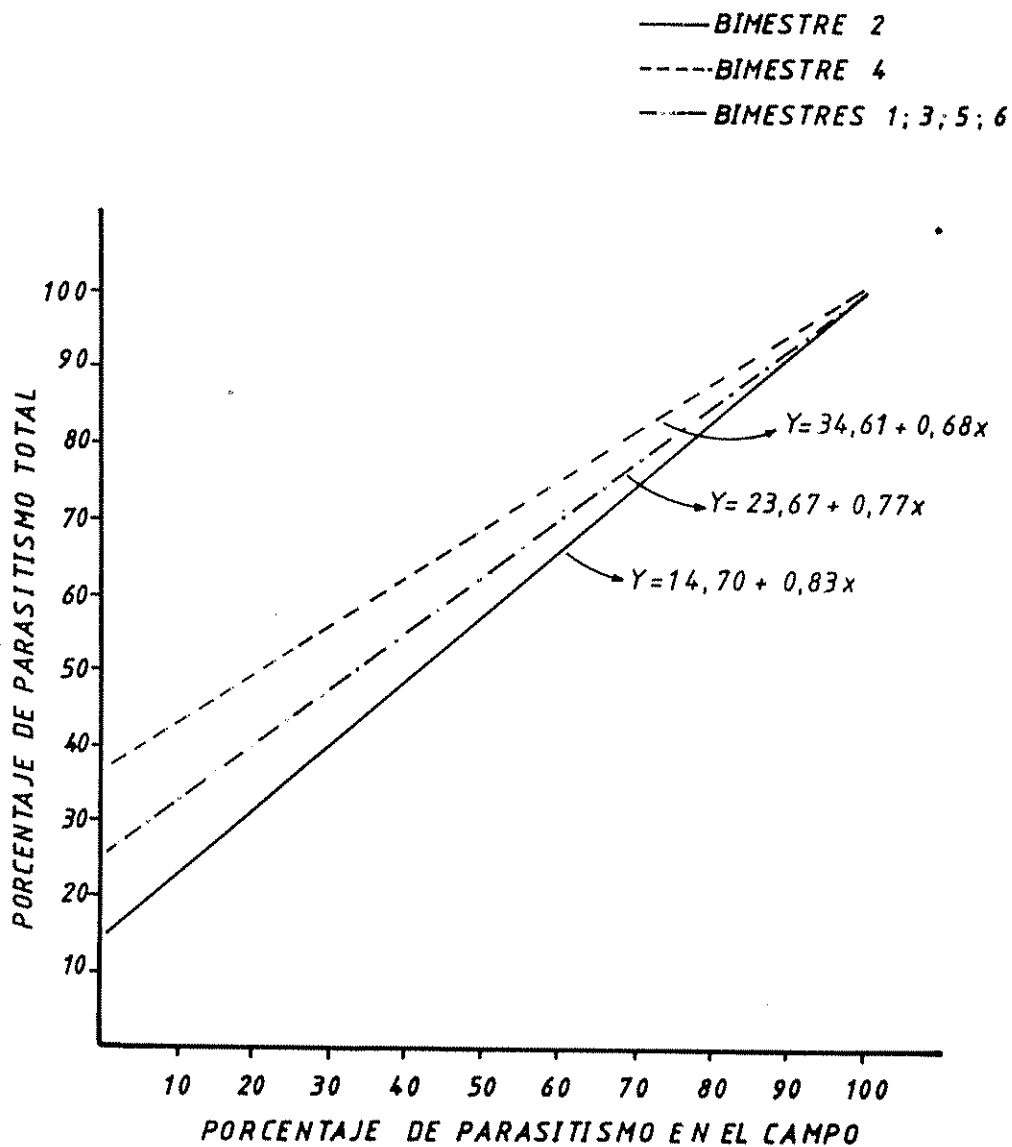


Figura 11 Modelos de regresión lineal que permiten el cálculo del porcentaje de parasitismo total a partir del porcentaje de parasitismo ejercido por *E. opulenta* en el campo en Guápiles, Costa Rica, 1986.

16A) como para el coeficiente de regresión "b" (Cuadro 17A). En este caso las regresiones lineales para el cálculo del porcentaje total de parasitismo, definidas de acuerdo a estas diferencias, fueron: BIM. 1,2 ( $Y=12,06 + 0,9519 x$ ) y BIM. 3,4,5 y 6 ( $Y=49,25 + 0,74 x$ ) (Figura 12). Este comportamiento puede atribuirse a que en este lugar el porcentaje de parasitismo y la precipitación fueron bajas en los bimestres 1,2 en comparación con el 2,4,5 y 6, lo que pudo marcar las diferencias (Figura 8).

En Siquirres, en contraste con los demás sitios evaluados, no se observaron diferencias entre los bimestres "secos" y lluviosos, ni entre sí, tanto para el intercepto "a" como para el coeficiente de regresión "b" (Cuadro 18A; 19A), lo que permitió el ajuste de una sola recta de regresión lineal ( $Y=28,81 + 0,69 x$ ) para el cálculo del porcentaje total de parasitismo en todos los bimestres (Figura 13). Esta tendencia puede atribuirse a que, aunque en este sitio se observaron diferencias entre la precipitación y porcentaje total de parasitismo en los bimestres 1,2 con respecto al 3,4,5 y 6, el comportamiento fue relativamente más estable que el observado en los otros lugares evaluados (Figura 9).

En los Cuadros 20A y 21A se aprecia que en Atenas hubo diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre los bimestres "secos" y lluviosos y de los lluviosos entre sí, tanto para el intercepto "a" como para el coeficiente de regresión "b". La prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ) (Cuadro 13A) mostró que no hubo

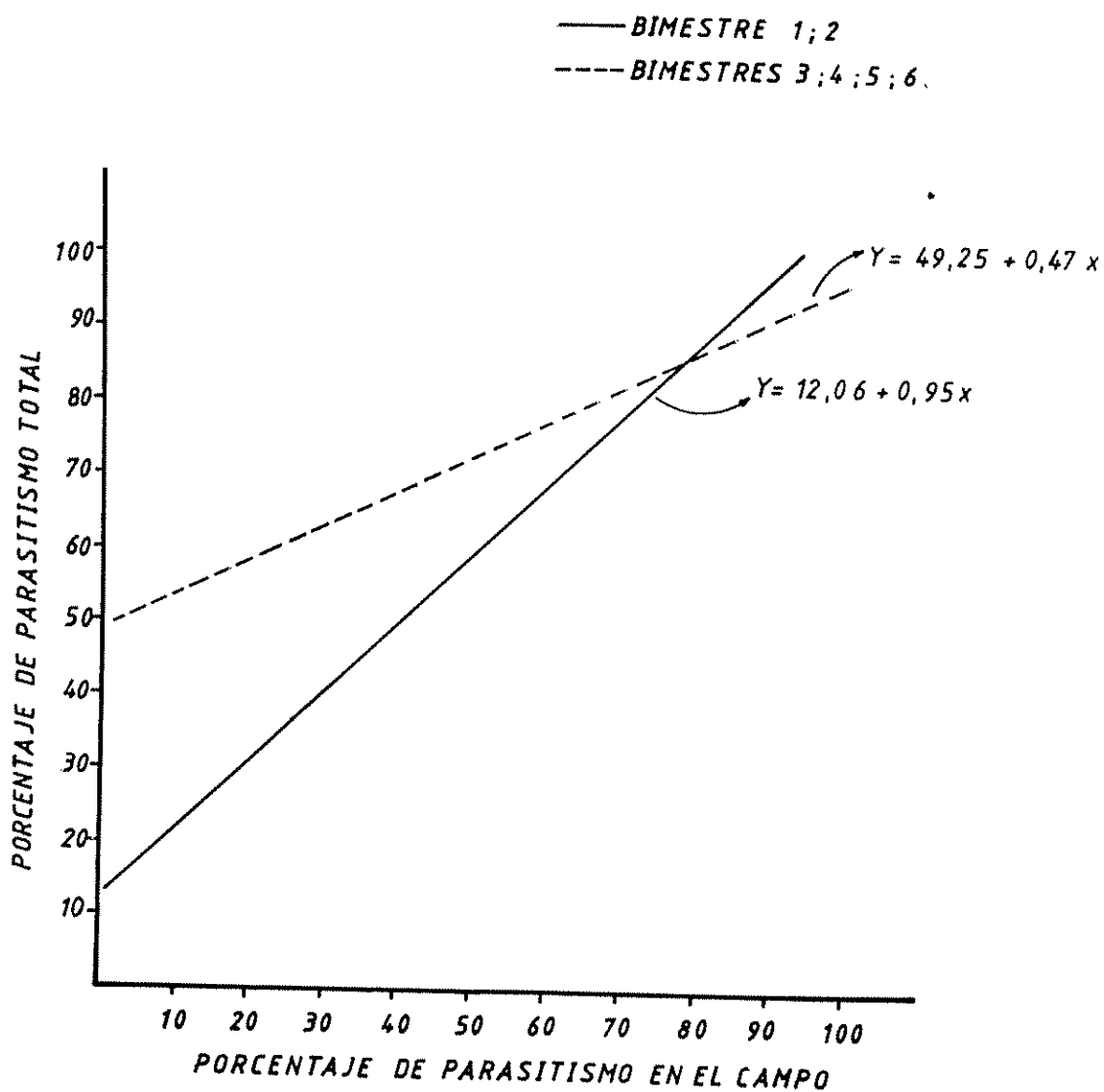


Figura 12. Modelos de regresión lineal que permiten el cálculo del porcentaje de parasitismo total a partir del porcentaje de parasitismo ejercido por E. opulenta en el campo en Esparza, Costa Rica, 1986.

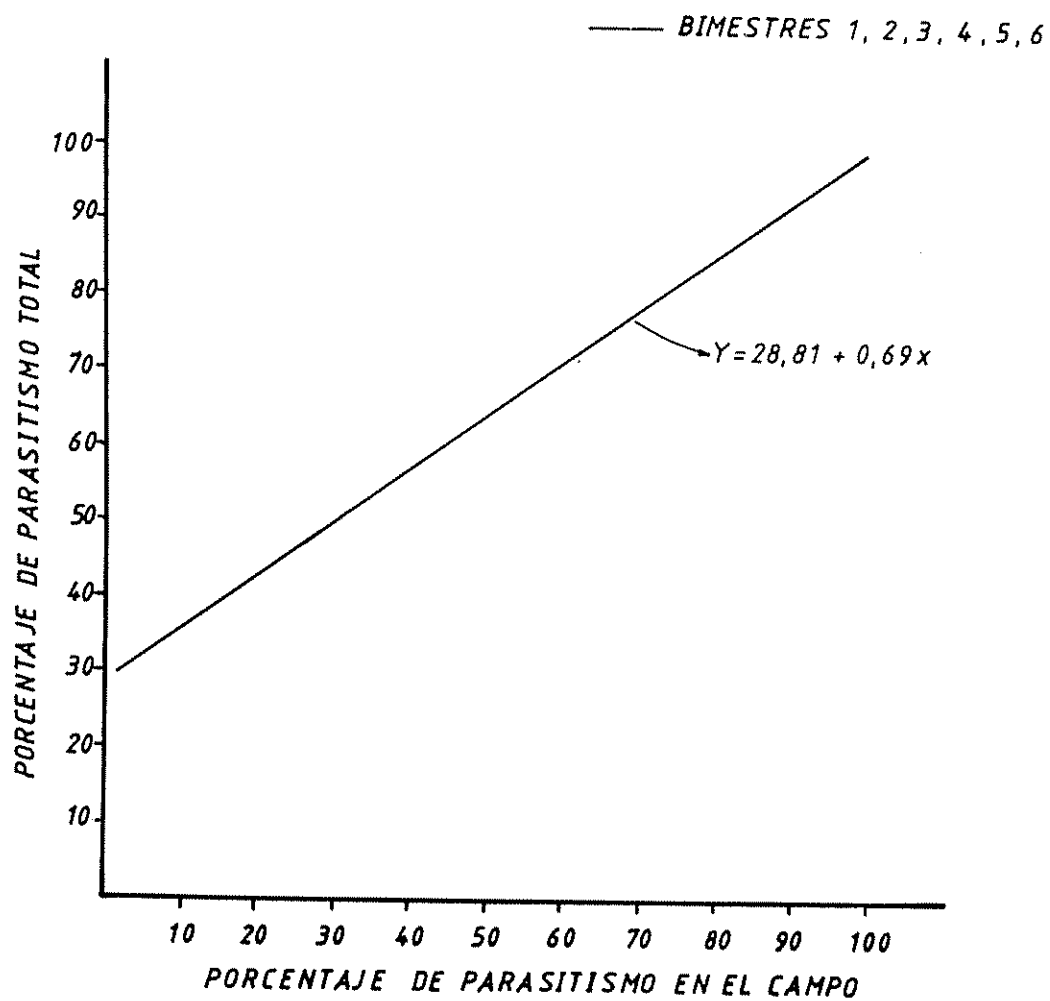


Figura 13 Modelo de regresión lineal que permite el cálculo del porcentaje de parasitismo total a partir del porcentaje de parasitismo ejercido por E.opulenta en el campo en Siquirres, Costa Rica, 1986.



diferencias entre los bimestres 1,2,3 y 4 ni entre el 5 y el 6 además de que el bimestre 4 no fue diferente a estos dos últimos. Con estos resultados y considerando que los bimestres 1,2 son "secos" y el 3 es de transición entre los meses "secos" y lluviosos se reagruparon los bimestres en 1,2,3 y 4,5,6 para los que se ajustaron dos curvas de regresión lineal ( $Y=13,94 + 0,858 x$  y  $Y=40,39 + 0,607 x$ , respectivamente) para el cálculo del porcentaje total de parasitismo (Figura 14). Como se observa en la Figura 10, en Atenas el porcentaje de parasitismo y la precipitación se comportan de manera diferente en los primeros cuatro meses en comparación a los últimos cuatro meses del año, a lo que pueden atribuirse las diferencias detectadas entre los bimestres.

En todos los lugares, la correlación entre el porcentaje total de parasitismo y la precipitación mensual y la temperatura promedio diaria fue baja (Cuadro 4A) y muy diferente de un lugar a otro. Por esta razón las curvas no se ajustaron por precipitación y temperatura como originalmente se había planeado.

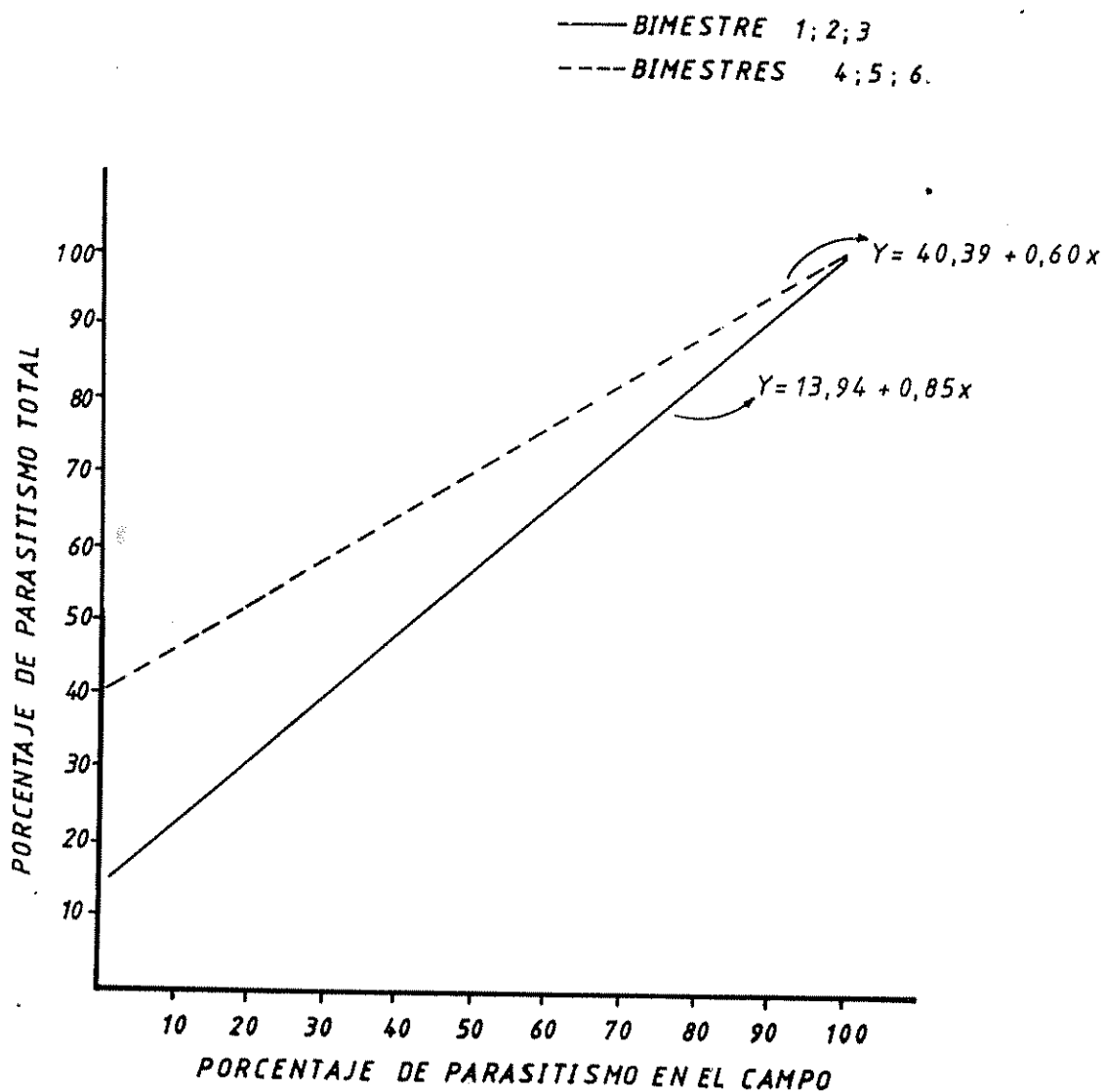


Figura 14. Modelos de regresión lineal que permiten el cálculo del porcentaje de parasitismo total a partir del porcentaje de parasitismo ejercido por *E. opulenta* en el campo en Atenas, Costa Rica, 1986.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede considerar que:

1. La mosca prieta, A. woglumi, se encuentra establecida en prácticamente todos los lugares de importancia citrícola del país con altitudes menores de 1200 m.s.n.m
2. E. opulenta, que ataca principalmente las ninfas del 2<sup>do</sup> estadio, fue el único parasitoide detectado en todas las zonas evaluadas. Otros enemigos observados, aunque de menor importancia en condiciones de bajas poblaciones de A. woglumi, fueron el hongo entomopatógeno Aschersonia aleyrodis y los depredadores Delphastus sp. y Chrysopa sp.
3. La de mosca prieta se encuentra bajo control 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 (36,38) y el menor en Siquirres (25,38).
4. 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 como en los meses de agosto y setiembre en Guápiles o cuando la disponibilidad del hospedero

(principalmente ninfas del 2<sup>do</sup> estadio) fue baja para el número de parásitos presentes del mes anterior.

5. 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.
6. Los bimestres secos fueron diferentes a los lluviosos para los parámetros regresionales (intercepto "a" y coeficiente de regresión "b") de la relación porcentaje de parasitismo total con el porcentaje de parasitismo en el campo, en todos los lugares evaluados excepto en Siquirres.
7. Para el cálculo del porcentaje total de parasitismo se obtuvo un modelo de regresión lineal en Siquirres, dos para los bimestres 1,2 y 3,4,5,6 en Esparza y para los bimestres 1,2,3 y 4,5,6 en Atenas y tres para los bimestres 2, el 4 y 1,3,5,6 en Guápiles. Se recomienda revalidarlos para incrementar su efectividad.
8. En el manejo integrado de la mosca prieta en Costa Rica debe considerarse antes de aplicar el control químico u otro similar que esta plaga se encuentra a densidades muy bajas gracias al parasitismo ejercido por E. opulenta y el efecto coadyuvante del hongo Aschersonia aleyrodis y los depredadores Delphastus sp. y Chrysopa sp.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ALAS, V. M. DE; HUEZO, M. A. DE. 1977. Estudio de enemigos naturales de la mosca prieta de los cítricos Aleurocanthus woglumi Ashby. Reunión Nacional de Control Biológico (6, 1977, Culiacán, Sinaloa). ;Trabajos¿. México, s.e. p. 161-173.
2. ANGELES, N. J. DE; DEDORDY, J. R.; REQUENA, J. R. 1971. Mosca prieta (Aleurocanthus woglumi Ashby.) de los cítricos en Venezuela. Agronomía Tropical (Ven.) 21 (2):71-75.
3. BARTLETT, B. R.; CLAUSEN, C. P.; DeBACH, P., GOEDEN, R. D.; LEGNER, E. F.; McMURTRY, J. A.; OATMAN, E. R.; BAY, E. C.; ROSEN, D. 1978. Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review. US Department of Agriculture. Agriculture Handbook no 480. p. 34.
4. BOSCAN DE, M. M.; TERAN, B. J.; GERAUD, F. 1979. Enemigos naturales de la mosca prieta de los cítricos Aleurocanthus woglumi Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) en Venezuela. Agronomía Tropical (Ven.) 29(5):453-458.
5. CHERRY, R.; FITZPATRICK, G. 1979. Intra-tree dispersion of citrus blackfly. Environmental Entomology (USA) no 8:997-999.
6. CHERRY, R. H. 1979. Lethal temperatures of citrus blackfly Aleurocanthus woglumi (Hom.: Aleyrodidae) and its parasite, Amitus hesperidum (Hym.: Platygasteridae). Entomophaga (Fran.) 24(1):35-39.
7. CHERRY, R.; DOWELL, R. V. 1979. Predators of citrus blackfly (Hom.: Aleyrodidae). Entomophaga (Fran.) 24 (4):385-391.
8. CHERRY, R.; PASTOR, S. 1980. Variations in population levels of citrus blackfly, Aleurocanthus woglumi (Hom: Aleyrodidae) and parasites during an eradication program in Florida. Entomophaga (Fran.) 25(4):365-368.

9. CLARKE, G. L. 1963. Elementos de ecología. Trad. por Miguel Fustí. 2 ed. Barcelona, España, Ediciones Omega. 637 p.
10. CLAUSEN, C. P. 1932. The citrus blackfly in Tropical Asia and the importation of its natural enemies into Tropical América. US. Department of Agriculture. no 320. 58 pp.
11. COSTA RICA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. 1975. Censo Agropecuario 1973. Regiones Agrícolas. San José. 432 p.
12. DOWELL, R. V. 1977. Suitability of mango as a long-term host of the citrus blackfly. Proceedings of the Florida State Horticultural Society (USA) no 90. 239-240.
13. \_\_\_\_\_; FITZPATRICK, G. E. 1978. Effects of temperature on the growth and survivorship of the citrus blackfly (Homoptera: Aleyrodidae). Canadian Entomologist (USA) 110:1347-1350.
14. \_\_\_\_\_; FITZPATRICK, G. E.; REINERT, J. A. 1979. Biological control of citrus blackfly in Southern Florida. Environmental Entomology (USA) 8(4):595-597.
15. \_\_\_\_\_; CHERRY, R. H.; FITZPATRICK, G. E. 1979. Citrus pests in an urban environment. Florida Scientist (USA) 42(4):196-200.
16. \_\_\_\_\_; STEINBERG, B. 1979. Development and survival of immature citrus blackfly (Homoptera: Aleyrodidae) on twenty-three plant species. Annals of the Entomological Society of America (USA) no 72: 721-724.
17. \_\_\_\_\_; REINERT, J. A.; FITZPATRICK, G. E. 1979. Development and survivorship of the citrus blackfly Aleurocanthus woglumi on six citrus hosts. Environmental Entomology (USA) no 7:524-525.

18. DOWELL, R. V.; HOWARDS, F. W.; CHERRY, R. H.; FITZPATRICK, G. E. 1979. Field studies of the host range of the citrus blackfly, Aleurocanthus woglumi (Homoptera: Aleyrodidae). Canadian Entomologist (Can.) no 111:1-6.
19. \_\_\_\_\_ . 1979. Host selection by the citrus blackfly Aleurocanthus woglumi (Homoptera: Aleyrodidae). Entomología Experimentalis et Applicata (Hol.) no 25:289-296.
20. \_\_\_\_\_ . 1979. Synchrony and impact of Amitus hesperidum (Hym.: Platygasteridae) on its host, Aleurocanthus woglumi (Hym.: Aleyrodidae) in Southern Florida. Entomophaga (Fran.) 24(3):221-227.
21. \_\_\_\_\_ ; FITZPATRICK, G. E. 1980. Citrus blackfly: influence of spray on its biological control. Citrus Industry (USA) no 29:29-36.
22. \_\_\_\_\_ ; 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.
23. \_\_\_\_\_ ; CHERRY, R. H. 1981. Detection of, and sampling procedures for, the citrus blackfly in urban Southern Florida. Researches on Population Ecology (USA) 23(1):19-26.
24. \_\_\_\_\_ ; PUCKETT, D.; JOHNSON, M. 1981. Searching and ovipositional behavior of Amitus hesperidum (Hym.: Platygasteridae) and Encarsia opulenta (Hym.: Aphelinidae) parasitoids of the Citrus blackfly (Hom.: Aleyrodidae). Entomophaga (Fran.) 26(3):233-239.
25. \_\_\_\_\_ ; CHERRY, R. H. 1981. Survey traps for parasitoids, and coccinellid predators of the citrus blackfly, Aleurocanthus woglumi. Entomología Experimentalis et Applicata (Hol.) no 29:356-362.

26. FITZPATRICK, G.; CHERRY, R. H.; DOWELL, R. V. 1978. Short-term effects of three insecticides on predators and parasites of the citrus blackfly. *Environmental Entomology (USA)* no 7:553-555.
27. \_\_\_\_\_; CHERRY, R. H.; DOWELL, R. V. 1979. Effects of Florida citrus pest control practices on the citrus blackfly (Homoptera: Aleyrodidae) and its associated natural enemies. *Canadian Entomologist (Can.)* 3:731-734.
28. \_\_\_\_\_; DOWELL, R. V. 1981. Survival and emergence of citrus blackfly parasitoids after exposure to insecticides. *Environmental Entomology (USA)* no 10:728-731.
29. FLANDERS, S. E. 1969. Herbert D. Smith's observations on citrus blackfly parasites in India and Mexico and the correlated circumstances. *Canadian Entomologist (Can.)* 101:467-480.
30. HART, W. G.; SELHIME, A.; HARLAN, D. P.; INGLE, S. J.; SANCHEZ, R. M.; RHODE, R. H.; GARCIA, C. A.; CABALLERO, J.; GARCIA, R. L. 1978. The introduction and establishment of parasites of citrus blackfly, Aleurocanthus woglumi in Florida (HEM: Aleyrodidae). *Entomophaga (Fran.)* 23(4):361-366.
31. HERNANDEZ, L. R.; CATINEIRAS, A. 1983. Parásitos y depredadores de Aleurocanthus woglumi Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) sobre los cítricos del Archipiélago Cubano. Instituto de Zoología, Cuba. Reporte de investigación no 7. p. 1-14.
32. HOWARD, F. W. 1979. Comparación de seis especies de Citrus como plantas hospederas de Aleurocanthus woglumi Ashby. *Folia Entomológica Mexicana (Mex.)* no 41:33-40.
33. JIMENEZ, J. E.; MALTBY, E. 1963. Control biológico de la mosca prieta en México. *Fitófilo (Mex.)* 16(37): 6-41.
34. 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.



35. LITTLE, I. M. 1985. Analysis of Percentage and Rating Scale Data. Hortscience (USA) 20(4):642-644.
36. MORIN, C. 1980. Cultivo de cítricos. 2 ed. San José, Costa Rica, IICA. 598 p.
37. QUAYLE, H. J. 1941. Insects of citrus and other subtropical fruits. 2 ed. Ithaca, New York, Comstock Publishing. 583 p.
38. QUEZADA, J.R. 1986. Mosca prieta de los cítricos en Honduras. Boletín Informativo Manejo Integrado de Plagas (C.R.) CATIE No1:5
39. \_\_\_\_\_; 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.
40. REINERT, J. A. 1979. Citrus blackfly control on container grown citrus by soil drench with systemic insecticides. Folia Entomológica Mexicana (Mex.) no 41:41-47.
41. SMITH, H. D.; MALTBY, H. L.; JIMENEZ, E. J. 1964. Biological control of the citrus blackfly in Mexico. US. Department of Agriculture. Technical Bulletin no 1311. p. 1-29.
42. STEINBERG, B.; DOWELL, R. V.; FITZPATRICK, G. E.; HOWARD, F. W. 1978. Suitability among native and naturalized plant species of Southern Florida for citrus blackfly development. Florida Science (USA) 41(1):61-63.
43. THOMPSON, C. R. 1984. Lethal temperatures of citrus blackfly parasites, Encarsia opulenta and E. smithi (Hymenoptera: Aphelinidae). Entomophaga (Fran.) s.v.n.: 1-10.

## 7. APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para el número promedio de nin-  
fas de A. woglumi/hoja de muestreo en una evaluación  
en Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Lugar	3	851,45	77,40	3,62 *
Epoca	11	1015,79	92,34	1,18 n.s.
Error	33	2584,03	78,30	

\*Significativo ( $P \leq 0,10$ )

n.s. No significativo

Cuadro 2A. Precipitación mensual, temperatura promedio mensual y grados-día en Guápiles en una evaluación de la mosca prieta (A. woglumi) en Costa Rica, 1986.

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Grados-día*	Generaciones posibles de <u>A. woglumi</u>
Enero	364,8	21,78	250,55	2do estadio
Febrero	51	21,94	230,75	1era +104,5
Marzo	303,5	21,61	245,20	
Abril	219	22,80	275,40	2do estadio
Mayo	206,4	23,94	317,20	
Junio	432,5	24,30	318,40	2da +276,75
Julio	354,0	23,53	304,70	2do estadio
Agosto	530,5	24,64	338,95	
Setiembre	551,6	25,25	346,60	3ra +283
Octubre	408,1	24,01	319,75	2do estadio
Noviembre	273,0	23,92	306,75	
Diciembre	188,4	23,53	305,00	4ta +230

\*Grados-día de acuerdo con Dowell y Fitzpatrick (1978)

\*\*Posibles grados-día remanentes del año anterior.

Cuadro 3A. Adultos de A. woglumi observados en el campo y el laboratorio en los últimos seis meses en una evaluación en Costa Rica, 1986.

Mes	Guápiles	Esparza	Siquirres	Atenas
Junio	Aw	Aw	-	AW
Julio	-	AW	AW	AW
Agosto	AW	AW	AW	AW
Setiembre	AW	-	-	AW
Octubre	AW	-	AW	-
Noviembre	-	-	-	-
Diciembre	AW	-	AW	AW

Cuadro 4A. Correlación entre el porcentaje de parasitismo total ejercido por E. opulenta y el número de ninfas de A. woglumi/hoja de muestreo con la precipitación mensual y la temperatura promedio diaria. Costa Rica, 1986.

		Valores de "r"							
		Precipitación		Temperatura					
		Lugar*		Lugar*					
		1	2	3	4	1	2	3	4
Número de ninfas/hoja	-0,11	-0,31	-0,05	-0,06	-0,03	0,08	0,10	0,04	0,04
Porcentaje total de parasitismo	-0,11	0,46	-0,06	-0,19	-0,19	-0,25	0,002	0,08	0,08

- \*Lugar 1: Guápiles
- 2: Esparza
- 3: Siquirres
- 4: Atenas

Cuadro 5A. Precipitación mensual, temperatura promedio diario y grados-día en Esparza, en una evaluación de la mosca prieta (A. woglumi) en Costa Rica, 1986.

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Grados-día*	Generaciones posibles de <u>A. woglumi</u>
Enero	0	26,6	398,40	2do estadio
Febrero	0	28,4	411,70	
Marzo	3,5	27,36	423,50	1era + 342,05
Abril	9,6	29,0	459,60	2do estadio
Mayo	127,3	27,7	432,80	2da + 250,45
Junio	112,4	27,0	400,60	2do estadio
Julio	51,8	27,44	425,75	3ra + 92,8
Agosto	163,2	26,97	425,10	2do estadio
Setiembre	202,4	26,82	393,70	
Octubre	273,3	27,10	414,30	4ta + 341,9
Noviembre	82,7	27,36	409,80	2do estadio
Diciembre	50,3	27,15	417,20	5ta + 184,4

\*Grados-día de acuerdo con Dowell y Fitzpatrick (1978)

\*\*Posibles grados-día remanentes del año anterior.

Cuadro 6A. Precipitación mensual, temperatura promedio diario y grados-día en en Siquirres, en una evaluación de la mosca prieta (A. woglumi) en Costa Rica, 1986.

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Grados-día*	Generaciones posibles de A. woglumi
Enero	490,9	23,59	333,90	2do estadio
Febrero	46,6	24,39	294,15	
Marzo	254,2	23,99	335,30	1era + 216,85
Abril	235,7	25,14	352,25	2do estadio
Mayo	222,0	25,63	381,85	
Junio	314,3	24,69	362,55	2da + 329,5
Julio	431,5	24,10	351,45	2do estadio
Agosto	435,5	24,04	349,45	3era + 46,4
Setiembre	188,6	24,20	349,95	2do estadio
Octubre	304,7	24,71	379,45	
Noviembre	267,1	24,71	352,00	4ta + 143,8
Diciembre	147,4	23,70	331,20	2do estadio

\*Grados-día de acuerdo con Dowell y Fitzpatrick (1978)

\*\*Posibles grados-día remanentes del año anterior.



Cuadro 7A. Precipitación mensual, temperatura promedio diaria y grados-día en Atenas en una evaluación de la mosca prieta (A. woglumi) en Costa Rica, 1986.

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Grados-día*	Generaciones posibles de <u>A. woglumi</u>
Enero	0	26,89	402,20	2do estadio
Febrero	3,7	25,65	334,65	1era +8,25
Marzo	17,5	26,61	400,30	2do estadio
Abril	10,3	27,03	399,90	
Mayo	447,2	25,21	356,65	2da +181,1
Junio	273,3	24,22	315,40	2do estadio
Julio	47,8	24,46	333,90	
Agosto	187,0	24,44	333,20	3era +179,6
Setiembre	190,8	23,86	305,05	2do estadio
Octubre	219,9	23,78	302,90	
Noviembre	75,1	24,84	334,30	4ta +137,85
Diciembre	32,1	25,77	374,0	2do estadio

\*Grados-día de acuerdo con Dowell y Fitzpatrick (1978)

\*\*Posibles grados-día remanentes del año anterior.

Cuadro 8A. Análisis de varianza para el porcentaje promedio de parasitismo total ejercido por E. opulenta sobre A. woglumi en una evaluación en Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Lugar	3	2207,89	735,96	2,42 n.s.
Epoca	11	2806,71	255,15	0,84 n.s.
Error	33	10025,37	303,80	

C. V. = 26,619

n.s. = No significativo ( $P \leq 0,05$ )

Cuadro 9A. Análisis de varianza para el coeficiente de regresión "b" por bimestre y lugar obtenidos en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo ejercido por E. opulenta en el campo. Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Bimestre	5	0,36831	0,0736	3,60*
Lugar	3	0,11910	0,0397	1,94 n.s.
Bim. x Lugar	15	0,73576	0,0490	2,40 *
Error	24	0,49080	0,0204	
Total	47	1.71399		

C.V.= 45,36

\*Significativo al cinco por ciento

n.s. No significativo

Cuadro 10A. Análisis de varianza para el intercepto "a" por bimestre y lugar obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo ejercido por E. opulenta en el campo, Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Bimestres	5	3034,91	606,98	3,83 *
Lugar	3	718,28	239,43	1,51 n.s.
Bim. x Lugar	15	4846,97	323,13	2,04 n.s.
Error	24	3798,88	158,29	
Total	47	12399,06		

C.V. 45,36

\*Significativo al cinco por ciento

n.s. No significativo

Cuadro 11A. Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el intercepto "a" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Guápiles, Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Bimestres	5	498,34	99,67	14,64**
Error	6	40,83	6,80	
<u>Contrastes</u>				
S - LL	1	231,07		33,95 **
Entre "secos"	1	43,82		6,44 *
Entre lluviosos	3	223,47		10,94 **

\* Significativo al cinco por ciento

\*\* Significativo al uno por ciento

Cuadro 12A. Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el coeficiente de regresión "b" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Guápiles, Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Bimestres	5	0,089	0,018	2,29 n.s.
Error	6	0,047	0,008	
<u>Contrastes</u>				
S - LL	1	0,001		0,19 n.s.
Entre "secos"	1	0,003		0,39 n.s.
Entre lluviosos	3	0,085		3,63 n.s.

C.V. 11,09

n.s. No significativo

Cuadro 13A. Prueba de Duncan para el promedio por bimestre del intercepto "a" y el coeficiente de regresión "b" obtenidos en cada mes de la relación entre el porcentaje de parasitismo total y el porcentaje de parasitismo en el campo en Guápiles (1), Esparza (2), Siquirres (3), y Atenas (4), Costa Rica, 1986.

		Bimestres (medias de "a" y "b")*					
		1	2	3	4	5	6
<u>Lugar 1</u>							
Intercepto "a"		20,9 bc	14,3 d	26,7 b	34,7a	26,3 cb	19,8 cd
Coefficiente de regresión "b"		0,78ab	0,84ab	0,73ab	0,67 b	0,80ab	0,95a
<u>Lugar 2</u>							
Intercepto "a"		12,32 bc	11,02 c	51,9 a	49,47ab	33,05abc	47,04abc
Coefficiente de regresión "b"		0,94a	0,96a	0,42 b	0,46 b	0,66ab	0,48 b
<u>Lugar 3</u>							
Intercepto "a"		27,47a	25,43a	29,67a	34,19a	20,47a	18,33a
Coefficiente de regresión "b"		0,80a	0,75a	0,68a	0,61a	0,78a	0,80a
<u>Lugar 4</u>							
Intercepto "a"		14,79 b	9,85 b	9,43 b	28,63ab	49,58a	49,94a
Coefficiente de regresión "b"		0,85a	0,90a	0,92a	0,77ab	0,50 b	0,52 b

\*Valores con letras iguales no difieren significativamente entre sí (Duncan,  $P \leq 0,05$ )

Cuadro 14A. Prueba de contrastes entre los bimestres 2, 4 y el resto para el intercepto "a" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Guápiles, Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Bimestres	5	498,34	99,67	14,64 **
Error	6	40,83	6,80	
<u>Contrastes</u>				
2 contra 4	1	418,82		61,54 **
2 contra el resto	1	134,17		19,71 **
4 contra el resto	1	204,57		30,06 **
Entre el resto	3	76,45		3,74 *

C.V. 10

\*\*Altamente significativo al uno por ciento.

\*Significativo al cinco por ciento



Cuadro 15A. Prueba de contrastes entre los bimestres 2, 4 y el resto para el coeficiente de regresión "b" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Guápiles, Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Bimestres	5	0,089	0,018	2,29 n.s.
Error	6	0,047	0,0078	
<u>Contrastes</u>				
2 contra 4	1	0,027		3,48 n.s.
2 contra el resto	1	0,0009		0,12 n.s.
4 contra el resto	1	0,032		4,08 n.s.
Entre el resto	3	0,053		2,27 n.s.

C.V. 10,94

n.s. No significativo

Cuadro 16A. Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el intercepto "a" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Esparza, Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Bimestres	5	3457,60	691,52	3,29 n.s.
Error	6	1262,17	210,36	
<u>Contrastes</u>				
S - LL	1	3027,83		14,39 **
Entre "secos"	1	1,69		0,01 n.s.
Entre lluviosos	3	428,08		0,68 n.s.

C.V. 42,49

\*\*Altamente significativo al uno por ciento

n.s. No significativo

Cuadro 17A. Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el coeficiente de regresión "b" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Esparza, Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Bimestres	5	0,60	0,12	5,18*
Error	6	0,14	0,023	
<u>Contrastes</u>				
S - LL	1	0,53		22,88 **
Entre "secos"	1	0,0004		0,02 n.s.
Entre lluviosos	3	0,07		1,00 n.s.

C.V. 23,17

\*\*Altamente significativo al uno por ciento.

\*Significativo al cinco por ciento

n.s. No significativo

Cuadro 18A. Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el intercepto "a" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Siquirres, Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Bimestres	5	344,94	68,99	0,24 n.s.
Error	6	1715,71	285,95	
<u>Contrastes</u>				
S - LL	1	1,64		0,01 n.s.
Entre "secos"	1	4,14		0,01 n.s.
Entre lluviosos	3	339,16		0,40 n.s.

C.V. 65,21

n.s. No significativo

Cuadro 19A. Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el coeficiente de regresión "b" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Siquirres, Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Bimestres	5	0,055	0,011	0,31 n.s.
Error	6	0,216	0,036	
<u>Contrastes</u>				
S - LL	1	0,007		0,21 n.s.
Entre "secos"	1	0,0025		0,07 n.s.
Entre lluviosos	3	0,0457		0,42 n.s.

C.V. 25,66

n.s. No significativo

Cuadro 20A. Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el intercepto "a" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Atenas, Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Bimestres	5	3581,00	716,2	5,51 *
Error	6	780,16	130,03	
<u>Contrastes</u>				
S - LL	1	1299,78		10,0 *
Entre "secos"	1	24,40		0,19 n.s.
Entre lluviosos	3	2256,82		5,79 *

C.V. 42,17

\*Significativo al cinco por ciento

n.s. No significativo

Cuadro 21A. Prueba de contrastes entre bimestres "secos" y lluviosos para el coeficiente de regresión "b" obtenido en cada mes de la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo en Atenas, Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Bimestres	5	0,358	0,0716	4,84 *
Error	6	0,0887	0,015	
<u>Contrastes</u>				
S - LL	1	0,10		7,13 *
Entre "secos"	1	0,003		0,20 n.s.
Entre lluviosos	3	0,25		5,62 *

\*Significativo al cinco por ciento

n.s. No significativo