LA MOSCA BLANCA EN ESPIRAL *Aleurodicus dispersus* RUSSELL (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) EN BANANO

Mayo 1997- mayo 1998

Helga Blanco-Metzler
Sergio Laprade

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

CIPROC-EEFBM

INDICE

RESUMEN 4

AGRADECIMIENTO 6

INTRODUCCION 7

1. NOTAS BIOLOGICAS DE *A. dispersus* 9

   1.1 CICLO DE VIDA Y BIOLOGÍA 9
   1.2 HOSPEDEROS ALTERNOS 14
   1.3 ENEMIGOS NATURALES 20

2. DINAMICA POBLACIONAL DE *A. dispersus* Y SUS PARASITOIDES 29

3. EFECTO DE LOS VAPORES DE LOS NEMATICIDAS EN LAS POBLACIONES DE *A. dispersus* Y SUS ENEMIGOS NATURALES 41

4. EFECTO DEL CONTENIDO DE FUMAGINA, *Capnodium* sp.? EN EL RENDIMIENTO DEL BANANO 48

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 55

LITERATURA CITADA 57

ANEXOS

LISTA DE CUADROS

1.2.1. Hospederos de *A. dispersus* en fincas de banano en Matina, Limón, 1997. 17

1.2.2. Enemigos naturales de *A. dispersus* recolectados en los hospederos alternos al banano. 18

2.1. Ubicación de los sitios de muestreo en diez fincas bananeras en el cantón de Matina, Limón. 30

2.2. Promedio de ninfas de tercer y cuarto estadío de *Aleurodicus dispersus* y de ninfas parasitadas en diez fincas fincas bananeras del cantón de Matina, Limón, 1997-1998. 33

2.3. Promedio de ninfas parasitadas de *Aleurodicus dispersus* por sitio en diez fincas bananeras en el cantón de Matina, Limón, 1997-1998. 34

3.1. Análisis de varianza para el efecto de los vapores de los nematicidas en la población de la mosca blanca y sus parasitoides. 43

3.2. Separación de medias para el segundo y cuarto estadío de la mosca blanca en espiral *Aleurodicus dispersus*. 44

3.3. Separación de medias para el total de los estadíos ninfales de la mosca blanca en espiral *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides. 44

4.1. Grado de severidad de acuerdo a los porcentajes totales de fumagina por planta. 50

4.2. Peso de racimo y calibración de los dedos de la segunda, central y penúltima mano del racimo de banano de plantas sanas y afectadas por fumagina. 53

LISTA DE FIGURAS

1.1.1. Fincas bananeras muestreadas en el cantón de Matina, Limón. 10

1.1.2. Planta de banano con trampa de prensa utilizada en la cría de *A. dispersus*. 12

1.1.3. Distribución vertical de *A. dispersus* en el cultivo del banano. 14

1.2.1. Trampa amarilla utilizada en la colecta de parasitoides en las inflorescencias de banano (*Musa* AAA) recién abiertas, Matina, Limón, 1997. 16

1.3.1. Espiral de cera depositada durante la oviposición de *A. dispersus* y depredada por diversos organismos. 21

1.3.2. a) *Encarsiella noyesi* Hayat, b) *E. aleurodici* (Girault), parasitoides de ninfas de *Aleurodicus dispersus*. 23

1.3.3. a) *Encarsiella* prob. nsp. b) *Encarsia guadaloupae* Viggiani, parasitoides de ninfas de *Aleurodicus dispersus*. 24

1.3.4. a) Larva y b) adulto de *Nephaspis* sp., depredadores de *A. dispersus*. 26

1.3.5. a) *Symnus* sp. y b) *Chrysso* sp., depredadores de *A. dispersus*. 27

1.3.6. a) *Plesiometa argyra* y b) *Gasteracantha cancriformis*, depredadores de *A. dispersus*. 28

2.1. Ninfas de *Aleurodicus dispersus* parasitadas. 31

2.2. Precipitación (mm) y temperatura (°C) de la zona de Matina, Limón, 1997 -1998. 35

2.2. Distribución estacional de la *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca Anabel, Matina, Limón, 1997-1998. 36

2.3. Distribución estacional de la *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca Lagartos, Matina, Limón, 1997-1998. 36

2.4. Distribución estacional de la *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca AGRODISA, Matina, Limón, 1997-1998. 37

2.6. Distribución estacional de la *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca Hacienda Río Palacios, Matina, Limón, 1997-1998. 37

2.7. Distribución estacional de la *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca PROBANA, Matina, Limón, 1997-1998. 38

2.8. Distribución estacional de la *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca Rinos, Matina, Limón, 1997-1998. 38

2.9. Distribución estacional de la *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca Zent, Matina, Limón, 1997-1998. 39

2.10. Distribución estacional de la *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca La Flor, Matina, Limón, 1997-1998. 39

2.11. Distribución estacional de la *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca SEMDEL, Matina, Limón, 1997-1998. 40

2.12. Distribución estacional de la *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca El Esfuerzo, Matina, Limón, 1997-1998. 40

3.1. Efecto de tres nematicidas en las poblaciones de *A. dispersus* y sus enemigos naturales. 46

3.2. Efecto de tres nematicidas en las poblaciones de *A. dispersus* y sus enemigos naturales. 47

4.1. Escala visual utilizada para determinar el porcentaje de fumagina (*Capnodium* sp.?) presente en las hojas de banano. 49

4.2. Calibración del dedo de la segunda, central y penúltima mano del racimo de banano en plantas con y sin fumagina. 51

4.3. Hojas afectadas e incidencia de fumagina en plantas de banano. 52

4.4. Correlación entre el grado de fumagina y los días a cosecha de la fruta en el cultivo de banano cv. Gran Enano (*Musa* AAA). 54

RESUMEN

Aleurodicus dispersus es una plaga polífaga con alto potencial de reproducción. Es nativa de la región del Caribe y de Centro América, donde no es considerada como plaga. Se reportan aproximadamente 100 especies de plantas hospederas en el mundo. El daño que causan las moscas blancas a los cultivos puede ser de manera directa por la absorción de nutrientes e indirecta por la deposición de exudados que sirven de sustrato a la fumagina, la cual reduce la capacidad fotosintética de la planta.

A. *dispersus* muestra preferencia por los hospederos de hoja ancha a los de hoja angosta, con una mayor cantidad de posturas en la maleza tipo enredadera *Rytidostilis ciliata* (Cucurbitaceae) y *Syngonium* sp. (Araceae).

Se encontró que el rango de altura en el cultivo de banano donde se concentra la mayor cantidad del insecto fue de 0.4-2.2 m.

La mosca blanca en espiral cuenta con gran diversidad de enemigos naturales, entre los cuales están los parasitoides *Encarsiella noyesi*, *E. aleurodici*, una nueva especie de *Encarsiella* aún no descrita y *Encarsia guadalupae;* los coccinélidos *Symnus* sp. y *Nephaspis* sp.; dos especies de ácaros de la familia Phytoseiidae; las arañas *Chrysso* sp., *Plesiometa argyra* y *Gasteracantha cancriformis*; algunos véspidos y a *Chrysopa* sp.

Se encontraron diferencias poblacionales de la mosca blanca y sus parasitoides en las diez fincas muestreadas: Anabel, AGRODISA, SEMDEL, Zent, Lagartos, La Flor, Haçienda Río Palacios, El Esfuerzo, PROBANA, y Rinos. El incremento poblacional de *A. dispersus* en la mayoría de las fincas coincide con la época posterior a la aplicación de nematicidas, principalmente del Counter®. Los parasitoides son dependientes de la densidad poblacional de la plaga. El efecto de la temperatura y la precipitación en las poblaciones de mosca blanca y los parasitoides no es claro.

Se midió el efecto de los vapores de los nematicidas: Rugby®, Bioquím®, Furadán®, Counter®, y Nemacur® en la población de mosca blanca y sus enemigos naturales. La población total, y el segundo estadío ninfal fue mayor cuando se aplicó Counter®, mientras que el cuarto estadío fue más abundante con el Bioquím® y el Counter®. La población de parasitoides fue mayor en el testigo y menor con el Bioquím®.

El efecto de la fumagina en la producción de banano indica que existen diferencias significativas en el grosor del dedo de la mano central y penúltima entre plantas con y sin fumagina, pero no en el peso del racimo y número de manos por racimo. Las plantas con fumagina necesitaron 10 días más (días colgando) para alcanzar el grado de cosecha.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a la Corporación Bananera Nacional, CORBANA, y a la Comisión Nacional de Banano por el apoyo económico durante la ejecución de la investigación.

También se agradece a los Drs. Ronald Romero, Ronald Vargas y Pablo Acuña y al Ing. Mauricio Guzmán por las sugerencias y discusiones ya que enriquecieron la ejecución de la investigación.

Muchas gracias al personal del Centro de Investigaciones de CORBANA en 28 Millas, en especial a Víctor Cerdas y Marcos Aguirre por la ayuda en las labores de campo.

Los profesores de la Universidad de Costa Rica: Claudio Gamboa, Franklin Herrera, Renán Agüero, Jorge Gómez, William Eberhard, Paul Hanson, Ruth León, Carlos Vargas, Ana Tapia, Edgar Vargas y de la Universidad de Florida: Greg Evans, participaraon en la identificación de malezas, insectos y patógenos. Muchas gracias a todos por su desinteresada ayuda.

INTRODUCCIÓN

La mosca blanca en espiral, *Aleurodicus dispersus* Russell (Homoptera: Aleyrodidae), es autóctona de la región del Caribe y de América Central. En Asia y en otras regiones del Pacífico está reportada como una plaga de vegetales, árboles frutales, forestales, ornamentales y de sombra. Su rango de hospederos incluye al menos 27 familias de plantas, 38 géneros y más de 100 especies (Waterhouse y Norris, 1989).

Esta especie posee características que la hacen ser plaga potencial de numerosos cultivos como son su capacidad de alimentación y reproducción en gran cantidad de hospederos, su capacidad de dispersión y de presentar crecimientos poblacionales muy grandes en corto tiempo.

El cultivo del banano en Costa Rica se ha desarrollado relativamente libre de plagas insectiles. Sin embargo, en 1994 las poblaciones de la mosca blanca en espiral alcanzaron números alarmantes en una finca de la zona fronteriza con la República de Panamá. En 1995 se detectó la plaga en dos fincas de la zona de Matina, Limón, en poblaciones de hasta 7000 ninfas por hoja de banano. Las altas poblaciones alcanzadas por *A. dispersus* ocasionaron la presencia de fumagina sobre el haz de las hojas y en ocasiones sobre la fruta, lo que provocó un aumento en los costos de producción y de rechazo de fruta.

En 1995 Lambkin (1996a) realizó una gira de estudio a Costa Rica con el fin de examinar los factores bióticos y abióticos que controlan la dispersión y dinámica poblacional de la mosca blanca en espiral en las fincas bananeras; estudiar los controladores biológicos y determinar la razón por la cual este insecto se convirtió en plaga potencial del cultivo de banano en su país de origen. Los resultados indicaron la presencia de un parasitoide nativo, *Encarsiella* spp., el cual posiblemente mantenía las poblaciones de la mosca blanca bajo niveles de importancia económica. El autor sugiere que las aplicaciones de nematicidas dentro de las plantaciones bananeras posiblemente son las responsables del desbalance poblacional entre parasitoides y *A. dispersus*. Lambkin recomendó realizar estudios ecológicos de la plaga y determinar el efecto de las aplicaciones de nematicidas en las poblaciones de mosca blanca y los enemigos naturales.

Con el fin de recabar información sobre esta nueva plaga en el cultivo del banano, se realizaron una serie de estudios tendientes a conocer aspectos básicos sobre la biología y

ecología del insecto, determinar la/las razones que pudieran haber incidido en que alcanzara números alarmantes y conocer el efecto en el rendimiento de banano de estas poblaciones altas y su asociación con la fumagina.

1. NOTAS BIOLÓGICAS DE LA PLAGA

Aleurodicus dispersus presenta cuatro estadíos inmaduros, donde a los tres primeros se les llama "larva" y al cuarto "pupa"; sin embargo, en realidad se trata de cuatro estadíos ninfales. El primer estadío o crawler, es el único que en su estado inmaduro es responsable de la dispersión del insecto en las hojas. Los otros estadíos tienen las patas atrofiadas y son sésiles. La identificación de estos insectos se basa en las características fenológicas del cuarto estadío ninfal.

Los adultos de la mosca blanca en espiral son pequeños (2 mm de largo). Las hembras ovipositan durante todo el ciclo de vida, iniciando al segundo día de emergidas. Las hembras apareadas producen descendencia de ambos sexos, mientras que las no apareadas sólo producen machos (Waterhouse y Norris, 1989). En estudios realizados en Sri Lanka, Wijesekera y Kudagamage (1989) encontraron que bajo condiciones de laboratorio (17-28 °C y 63-73% HR), las hembras de *A. dispersus* depositan 14-26 huevos por espiral en la epidermis abaxial de las hojas, con una duración del ciclo de vida que oscila entre los 26 y 56 días, con un promedio de 36.75 días. El estado de huevo tuvo una duración promedio de 8 días, el primer estadío ninfal de 7.5 días, el segundo estadío de 6 días, el tercer estadío de 8.2 días y el cuarto estadío de 9.1 días.

El conocimiento de la biología y ecología de este insecto bajo nuestras condiciones climáticos son elementos esenciales en la formulación de programas de manejo integrado de plagas.

1.1 CICLO DE VIDA Y BIOLOGÍA

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la Finca Anabel, situada en el cantón de Matina, Limón (Fig 1.1.1) y en el invernadero del Centro de Investigación de CORBANA en 28 Millas. Se seleccionó la finca Anabel debido a que Lambkin (1996b) informó que no hay registro de aplicaciones de nematicida en los últimos dos años. La cría de la mosca blanca se realizó con diversos procedimientos:

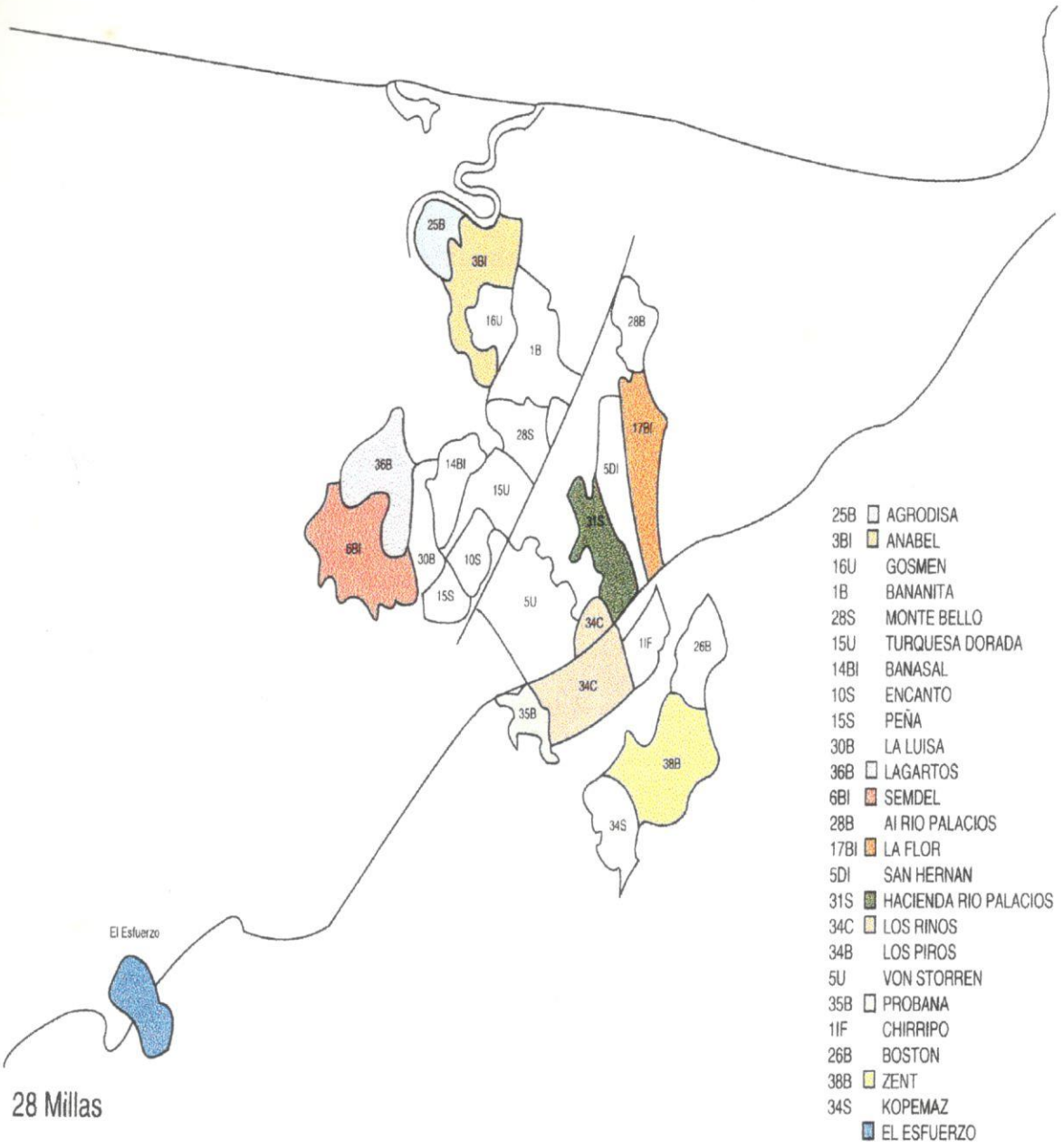


Fig. 1.1.1. Fincas bananeras muestreadas en el cantón de Matina, Limón

a) Uso de jaula de madera con cedazo de nylon cristal. En ocho ocasiones se llevaron plantas de banano en bolsa de 2 kg a la finca Anabel y se colocaron en los caballetes hasta que hubiera oviposiciones de la mosca blanca. Se trasladó parte de las plantas con oviposiciones a la casa de mallas de 28 Millas para la cría del insecto y el estudio del ciclo de vida.

b) Uso de trampas con prensa y nylon cristal (Fig. 1.1.2). Debido a que con el sistema de cría del inciso "a" se observó que muchas de las oviposiciones eran depredadas, se colocaron trampas con el fin de aislar las posturas de los enemigos naturales.

c) Uso de vaselina y "sticken". Otra modificación a la cría de insectos fue el uso de vaselina y de "sticken" alrededor de las posturas frescas de mosca blanca con el fin de aislarlas de los enemigos naturales.

d) Cría de la mosca blanca en hospederos alternos. Se intentó criar la mosca blanca en otros hospederos al banano: tomate, *Syngobium* sp. y plantas ornamentales del tipo ginger. Se capturaron adultos de mosca blanca recién emergidos y se liberaron en las jaulas.

Se estudió la distribución vertical de la mosca blanca en las plantas de banano. Con la ayuda de una estadia graduada se establecieron 6 rangos de altura: 0-20 cm, 21-40 cm, 41-60 cm, 61-80 cm, 81-100 cm, > 101 cm. Estos rangos indican el inicio de la presencia de la mosca blanca. Se registró el número de ninfas de tercer y cuarto estadío presentes en las plantas de banano. Se realizaron cuarenta repeticiones.

Resultados y discusión

No se logró tener éxito en la cría masiva de la mosca blanca. Al traer adultos y ninfas de *A. dispersus* de finca Anabel al invernadero de 28 Millas la mayoría se murieron. De las pocas ocasiones donde se logró reproducir al insecto en cautiverio, se observó que las ninfas requerían de más tiempo para llegar al siguiente estadío, con lo cual el ciclo de vida se alargaba.

Con la cría de la mosca blanca directamente en el campo también se tuvieron sus contratiempos debido al manipuleo de los trabajadores de la finca los cuales causaron daños a las plantas y a las trampas y se extraviaron las macetas.

Fig. 1.1.2. Planta de banano con trampa de prensa utilizada en la cría de *A. dispersus*.

El uso de sustancias adhesivas alrededor de las posturas para reducir la depredación por los enemigos naturales tampoco tuvo éxito. Cuando se aplicó "sticken", como este se disuelve en gasolina, causó una quema en las hojas de banano. Como resultado de esta quema o necrosis, el área donde estaba la postura se volvió menos turgente y por lo tanto nociva para el desarrollo de las ninfas. Se debe tomar en cuenta que la alimentación de estos insectos es del tipo succionador y que los estadíos ninfales, segundo al cuarto, son sésiles por lo que es necesaria una adecuada fluidez de nutrientes en las hojas. La otra

sustancia utilizada fue vaselina, la cual tampoco dio los resultados esperados ya que las altas temperaturas de la zona derritieron el producto.

De los tres hospedantes alternos, tomate, ginger y *Syngobium* sp., usados en la reproducción de la mosca blanca, sólo en el último se obtuvieron oviposiciones. Por la facilidad del cultivo de esta planta, por lo común en la zona y por el tamaño de sus hojas, se considera la planta más apropiada para la reproducción de *A. dispersus*. Sin embargo, se deben considerar otros aspectos para el éxito en la reproducción de este insecto como son el contar con condiciones ambientales (humedad, temperatura, luz) controladas. Serra (1996) informa que un aspecto importante en la reproducción de *Bemisia tabaci*, es contar con las condiciones de infraestructura apropiadas y de ser posible, realizar la cría en laboratorios o casas de malla que tengan corriente eléctrica, tubos fluorescentes, abanicos o aire acondicionado y agua permanente. Cherry (1979) indica que la mortalidad de los estados inmaduros se incrementa significativamente entre los 40° y 45°C y de los adultos entre los 35° y 40°C.

De los insectos criados en el invernadero (n = 18) que completaron el ciclo de vida, este tuvo una duración entre 20 a 28 días, con un promedio de 26.18 ± 2.45 días. El número de oviposiciones por espiral varió de 2-27, con un promedio de 8.11 ± 5.69. El número de oviposiciones por espiral podría estar subestimado debido a la ausencia de condiciones controladas en la cría (infraestructura apropiada) y a la presencia de depredadores; el alto valor de la desviación stantard pareciera confirmar estos resultados.

La presencia de *A. dispersus* en banano se registra a partir de los 20 cm llegando hasta los 4.30 m, con un mayor número de ninfas entre los 21 y 60 cm de altura. De los resultados se desprende que la mosca blanca está presente a lo largo de toda la planta de banano y que la mayor concentración de las mismas en los estratos inferiores quizá se deba a la disposición de las hojas en la planta donde las de mayor edad, y por ende las que han estado más expuestas al insecto, tienden a doblarse. Por otro lado, las hojas más nuevas, las cuales inicialmente son erectas, presentaron la menor población de mosca blanca. Estos resultados parecieran indicar que *A. dispersus* es un mal volador, con una altura de vuelo en los 4 m desde el suelo.

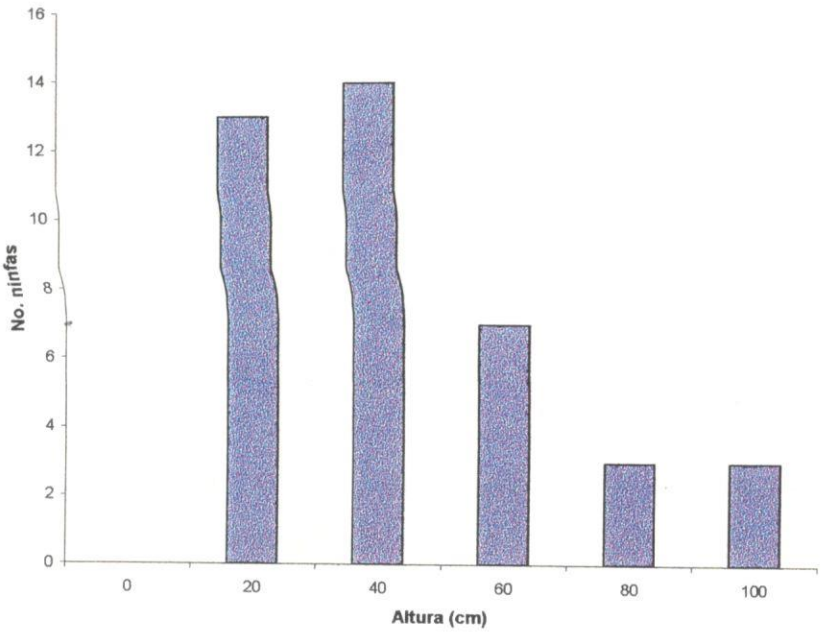


Fig. 1.1.3. Distribución vertical de *A. dispersus* en el cultivo del banano, Matina, Limón, 1997.

1.2 HOSPEDEROS ALTERNOS

Las malezas son componentes de los agro-ecosistemas y juegan un papel importante en la diversidad y estabilidad de las poblaciones de insectos (Altieri *et al.*, 1977). Sirven de hospederos a los organismos benéficos, a los cuales les proporcionan alimento, abrigo y refugio. Además, son importantes en la disminución de la erosión, en el reciclaje de nutrientes y en el mejoramiento de los suelos por medio de la incorporación de materia orgánica. Por otro lado, pueden competir con el cultivo por espacio, luz y nutrientes, así como ser hospederos alternos de insectos dañinos y patógenos.

El presente estudio tuvo como objetivo identificar los hospederos alternos de la mosca blanca en espiral y la presencia de enemigos naturales en estos hospederos alternos. Debido a que una práctica común en las fincas bananeras es la eliminación de las malezas y como se dijo anteriormente estas son ampliamente reconocidas como fuente de alimento

para los enemigos naturales (Root, 1973; Smith, 1976), se estudiaron otros posibles sitios de alimentación de los parasitoides.

Materiales y métodos

El estudio se estableció en mayo 1997 en las fincas (Anabel, PROBANA, Hacienda Río Palacios, Rinos, AGRODISA y Turquesa Dorada) situadas a 20 msnm, en la provincia de Limón, cantón de Matina. Se realizaron cinco muestreos (cada dos meses) en hojas de banano, malezas hospederas de mosca blanca presentes dentro y fuera de las fincas. Además, se muestrearon las plantas ornamentales de jardín y especies forestales colindantes con dichas plantaciones. En cada ocasión se tomaron tres muestras por especie vegetal. La precipitación durante el período del experimento fue de 255.7 mm; la temperatura promedio diaria fue de 24°C, la máxima de 32°C y la mínima de 19°C, con una humedad relativa promedio diaria de 83.3%.

Cada especie vegetal se introdujo en potes plásticos de ½ galón hasta la emergencia de los parasitoides. Los potes plásticos tenían un agujero redondo en la tapa (10 cm de diámetro) forrados con una malla fina de nylon cristal.

Se colectaron los depredadores de mosca blanca con un pincel y se introdujeron en viales de 60 cc, conteniendo una solución de alcohol al 70% para su posterior identificación.

Alimentación de parasitoides. Debido a que una práctica común en las fincas bananeras es la eliminación de las malezas y que estas son ampliamente reconocidas en la literatura mundial como fuente de alimento para los enemigos naturales jugando un papel importante en el balance ecológico plaga-enemigos naturales (Root, 1973; Perrin, 1975; Smith, 1976), se realizó un estudio de otros posibles sitios de alimentación de los parasitoides.

Durante la apertura de las inflorescencias de banano se produce néctar el cual podría ser fuente importante en la alimentación de múltiples insectos. En dos oportunidades se colocaron trampas amarillas de 4 x 7 cm impregnadas con "sticken" en las inflorescencias de banano recién paridas (Fig. 1.2.1). Las trampas fueron hechas a partir de envases vacíos de aceite quemado para carros. En cada ocasión se colocaron 10 trampas, distribuídas en

cinco plantas de banano. Las trampas se dejaron durante dos semanas en el campo y posteriormente se obsevaron bajo el estereoscopio.

Resultados y discusión

Se recolectó un total de 24 especies de plantas hospederas de *A. dispersus* (Cuadro 1.2.1), siendo las plantas de hoja ancha las especies preferidas como hospederos sobre las de hoja angosta. A pesar de estar ante la presencia de una plaga polífaga, donde se han reportado hasta 100 especies de hospederos (Waterhouse y Norris, 1989; Lambkin, 1996), se observó una preferencia de oviposición en las hojas de banano que en cualquier otro hospedero. Esta preferencia posiblemente se debió a que había mayor cantidad de alimento disponible y sitios para la reproducción de la plaga. Altieri (1983) y Mexón y Chinchilla (1992) indican que el ambiente agrícola tipo monocultivo propicia el incremento poblacional de artrópodos fitófagos debido a que sus necesidades básicas son satisfechas en este tipo de ambiente.

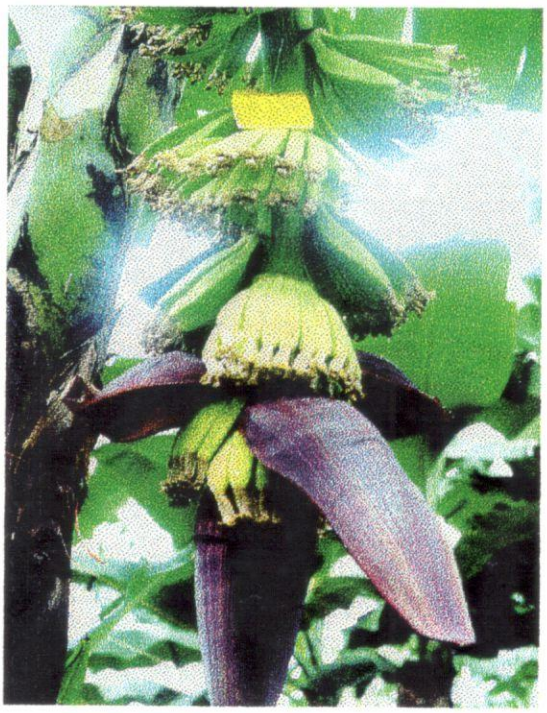


Fig 1.2.1. Trampa amarilla utilizada en la colecta de parasitoides en las inflorescencias de banano (*Musa* AAA) recién abiertas, Matina, 1997.

Otro factor que podría explicar la preferencia de banano sobre otros hospederos, es *la architectura de las hojas de banano; al ser estas sumamente grandes en relación con las* de los otros hospederos, las poblaciones de mosca blanca se ven menos afectadas por las condiciones climáticas como la precipitación, la cual en la zona Atlántica puede ser muy fuerte. Kumashiro *et al.* (1983) informan que la lluvia es uno de los factores responsables de la regulación de las poblaciones de *A. dispersus* en Hawaii. Observaciones personales señalan que las poblaciones de mosca blanca en la estación lluviosa son menores que las presentes en la época seca.

Cuadro 1.2.1. Hospederos de *A. dispersus* en fincas de banano en Matina, Limón, 1997.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo de planta
Amaranthaceae	*Alternatera sesilis*	Camarón	Maleza
Anacardiaceae	*Anacardium occidentale*	Marañón	Árbol frutal
Araceae	*Colocasia esculenta* *Syngonium* sp.	Malanga Garrobo	Planta comestible Maleza ornamental
Arecaceae	*Cocus nucifera*	Coco	Palma
Balsaminaceae	*Impatiens balsamina*	China	Maleza-ornamental
Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya	Fruta
Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	Árbol de sombra
Commelinaceae	*Commelina* sp. *Commelina difusa*	Siempre viva Siempre viva	Maleza Maleza
Convulvulaceae	*Ipomoea* sp.	Camotillo	Maleza
Cucurbitaceae	*Rytidostilis ciliata* *Momordica charantia*	Chanchito Sorosí	Maleza Maleza-medicinal
Euphorbiaceae	*Acalypha arvensis* *Acalypha halopecuroides* *Euphorbia* sp.	Gusanillo Gusanillo Lechilla	Maleza Maleza Maleza
Fabaceae	*Zygia longifolia*	Zota caballo	Árbol de sombra
Musaseae	*Musa* sp.	Banano	Planta con fruta
Rubiaceae	*Citrus sinensis*	Naranja	Árbol frutal
Scrophulariaceae	*Mecardonia profundans*		Maleza
Urticaceae	*Laportia aestuanis* *Phenax sonneratil*	Ortiga Ortiga	Maleza Maleza
Zingiberaceae		Ginger	Ornamental

Los requerimientos nutricionales de *A. dispersus* son desconocidos. El sistema de fertilización en las fincas bananeras varía en cantidad y frecuencia de aplicación de acuerdo con las condiciones edáficas de cada finca. Esta adición de nutrientes hace que las plantas de banano sean más suculentas y nutritivas lo que podría influir en la preferencia de estas por las moscas blancas. Blua *et al.* (1993) encontraron que mayores contenidos de nitrógeno en plantas de algodón albergaban poblaciones más altas de la mosca blanca *Bemisia argentifolii* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) y reducían la duración del ciclo de vida.

Se recuperaron cuatro especies de parasitoides, principalmente *Encarsiella* spp. y cinco especies de depredadores: dos coccinélidos y dos especies de ácaros (Cuadro 1.2.2). La presencia y abundancia de los parasitoides en las especies vegetales estuvo determinada por la abundancia de su hospedero, *A. dispersus*.

Cuadro 1.2.2. Enemigos naturales de *A. dispersus* recolectados de los hospederos alternos.

Familia	Nombre científico	Característica de Artrópodo
Aphelinidae	*Encarsiella noyesi* *Encarsiella aleurodici* *Encarsiella* prob. n.s. *Encarsia guadeloupae*	Parasitoide
Chrysopidae	*Crysopa sp.*	Depredador
Coccinelidae	*Nephaspis* sp. *Scymnus* sp.	Depredador
Phytoseiidae	2 especies	Depredador

Alimentación de parasitoides. Se recolectaron gran cantidad de insectos pequeños adheridos a las trampas amarillas con "sticken". Entre los insectos encontrados había diversas especies de dípteros y adultos de *Encarsiella* spp. Estos resultados parecieran indicar que las inflorescencias de banano son una fuente importante de alimentación para los parasitoides en mención.

Se requieren estudios posteriores que indiquen cuales podrían ser las implicaciones que podría tener este hallazgo en el embolse prematuro de la fruta con bolsas tratadas con el insecticida pyrazofos (Dursban®). Además, es necesario conocer el aporte real de las malezas en la producción bananera en cuanto a: competencia con el cultivo por agua, luz y nutrientes; hospederos alternos de plagas insectiles, nemátodos, patógenos e insectos benéficos.

Debido a que el banano fue el hospedero preferido para la mosca blanca en espiral aún ante la presencia de malezas, es poco probable que la eliminación de las mismas pudiera tener un efecto directo en la reducción de las poblaciones de *A. dispersus.* Sin embargo, la eliminación de las mismas en los bananales sí podría tener un efecto negativo en las poblaciones de enemigos naturales al reducir la diversidad de nutrientes que estos requieren para sus procesos fisiológicos, sitios de apareamiento y de refugio.

Se recomienda hacer un inventario y una cuantificación de las poblaciones de parasitoides que visitan las malezas dentro de las fincas bananeras.

1.3 ENEMIGOS NATURALES

Se define al control biológico como a la acción de los enemigos naturales (parasitoides, depredadores, organismos fitófagos y patógenos) responsables de mantener la abundancia de un organismo en niveles poblacionales más bajos que los que se alcanzarían en ausencia de ellos. Hanson (1993) informa de tres maneras para manipular los enemigos naturales: a) la importación de enemigos naturales (control biológico clásico); b) la cría masiva para liberaciones periódicas en el campo; y c) la conservación de los enemigos naturales nativos a través de las modificaciones ambientales.

Como producto de una consultoría a la Corporación Bananera Nacional, Lambkin (1996b) introdujo 522 pupas de *Encarsia* sp. (Homoptera: Aphelinidae), parasitoide de *A. dispersus*, a la finca Turquesa Dorada, provenientes de la "Isla Thursday" en Torres Strait. Estudios posteriores por el mismo autor identificaron la presencia de otro parasitoide, *Encarsiella* spp. el cual ya estaba establecido pero se desconocía su presencia. El presente estudio tuvo como objetivo hacer un inventario de los enemigos naturales de *A. dispersus* en las plantaciones bananeras y determinar si el parasitoide *Encarsia* sp. se había establecido.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo de mayo 1997 a febrero 1998 en las fincas Anabel, PROBANA, Hacienda Río Palacios, Rinos, AGRODISA y Turquesa Dorada (Fig. 1.1.1) y en el "laboratorio" del Centro de Investigaciones de CORBANA en 28 Millas, en la provincia de Limón cantón de Matina.

Durante los diez meses de trabajo se realizó una búsqueda de aquellos enemigos naturales que pudieran estar incidiendo en la regulación de la población de *A. dispersus*. En cada finca se recolectaron muestras de hojas de banano, malezas y plantas ornamentales hospederos de la mosca blanca que presentaban ninfas parasitadas (color oscuro) y se llevaron al "laboratorio" de 28 Millas. Cada especie vegetal se introdujo en potes de ½ galón hasta la emergencia de los parasitoides. Los potes plásticos tenían un agujero redondo en la tapa (10 cm de diámetro) forrados con una malla fina de nylon cristal.

Además, se recolectaron enemigos naturales en el campo, principalmente arañas y coleópteros, e introdujeron en viales con alcohol de 70% para su posterior identificación.

Debido a que se observó que muchas de las espirales con oviposiciones frescas, sólo unos pocos huevos pasaban al estado de ninfa y que de estas sólo unas pocas completaban su ciclo de vida, se inició una serie de observaciones para determinar el/los agentes causales. Se recolectaron muestras de banano y de otros hospederos donde la espiral tuviera aspecto borrosa (Fig. 1.3.1.) y se llevaron al laboratorio para su examen bajo el estereoscopio.

Fig. 1.3.1. Espiral de cera depositada durante la oviposición de *A. dispersus,* y depredada por diversos organismos.

Se recolectaron muestras de ninfas parasitadas con hongo y se llevaron al laboratorio de patología de la Universidad de Costa Rica en Turrialba para el aislamiento, reproducción e identificación.

Resultados y discusión

Se encontraron cuatro especies de parasitoides himenópteros en ninfas de la mosca blanca en espiral. Estas especies estuvieron conformadas por *Encarsiella noyesi* Hayat, *E. aleurodici* (Girault), *Encarsiella* prob. nsp. y *Encarsia guadeloupae* Viggiani (Figs. 1.3.2.-1.3.3). De estas especies, *E. noyesi* fue la más abundante. Se conoce muy poco sobre la biología de estas especies; sin embargo, todos son endoparásitos de sus hospederos, donde sólo una larva de los mismos se desarrolla por ninfa de mosca blanca. Observaciones de campo indican que estos insectos parasitan ninfas de la mosca blanca en espiral a partir del estado de crawler.

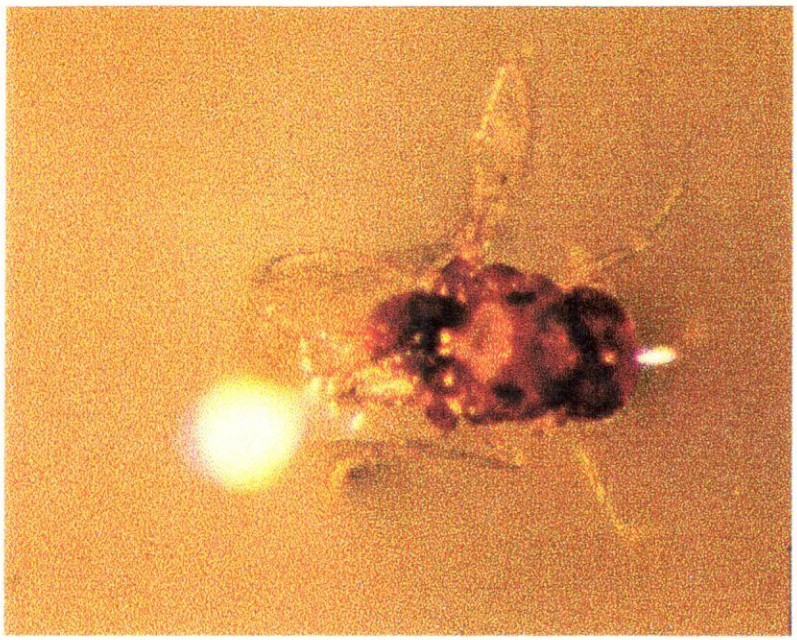
Los adultos de los parasitoides son muy pequeños: *E. noyesi* tiene una longitud de 0.7-0.9 mm; *E. aleurodici* de 0.8-1.00 mm y *Encarsia* spp. de 0.5-0.8 mm (Cave, 1995). Estos emergen de sus hospederos por medio de un hoyo realizado en el integumento de la momia.

En un recuento sobre proporción de sexos de *Encarsiella noyesi* (especie más abundante), se encontró que se encontraba en una relación de tres hembras por macho (n = 36). Hanson (1995) informa que en estos insectos, es común la reproducción partenogenética (sin macho), lo que podría explicar dicha proporción.

De los resultados se desprende que las *Encarsia* recuperadas, posiblemente sean de las liberadas por Lambkin en 1996 por lo que se podría decir que estas sí lograron establecerse. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que él no registró la especie liberada.
Se encontraron dos especies de ácaros de la familia Phytoseiidae, así como larvas y adultos de la familia Coccinelidae alimentándose de las posturas y ninfas pequeñas de mosca blanca (Fig. 1.3.4.). Posteriormente, observaciones de campo permitieron determinar la presencia de otros depredadores: *Polybia* sp. (Hymenoptera: Vespidae), *Crysopa* sp. (Coleoptera: Crysopidae) y tres especies de arañas, *Plesiometa argyra, Gasteracantha cancriformis, Chrysso* sp. (Fig. 1.3.5-1.3.6).

Los ácaros y coccinélidos fueron los depredadores predominantes de *A. dispersus* y posiblemente los responsables de las reducciones del número de huevos que pasaría al estado de ninfa. Estos depredadores por lo general se encontraban en áreas donde hubiese altas poblaciones de su hospedero, con poca dispersión hasta que la población del hospedero disminuyera.

a)



b)

Fig. 1.3.2. **a) *Encarsiella noyesi* Hayat, b) *E. aleurodici* (Girault), parasitoides de ninfas de *Aleurodicus dispersus*.**

a)

b)

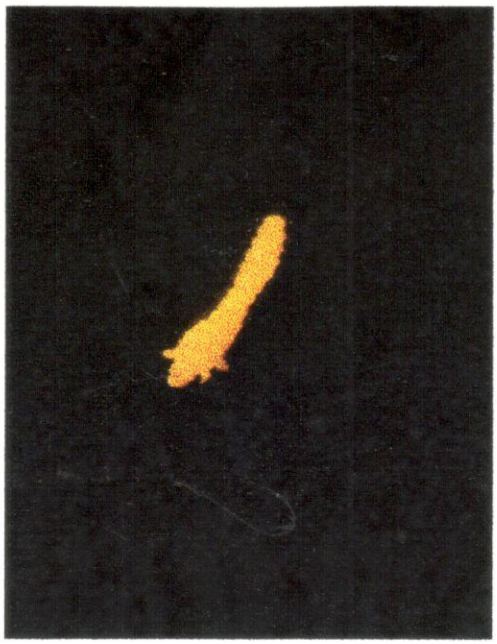
Fig. 1.3.3. a) *Encarsiella* prob. nsp., b) *Encarsia guadaloupae* Viggiani, parasitoides de ninfas de *Aleurodicus dispersus*.

La presencia de arañas en las plantaciones de banano es bastante frecuente, tanto en la superficie de las hojas como uniendo plantas u hojas de banano por medio de sus telas. En la mayoría de los sistemas de producción, la composición de las especies de arañas y su abundancia relativa es poco conocida así como el papel que juegan en el control de plagas en los cultivos. Algunas posibles razones para este hecho son que el canibalismo se da principalmente en las noches y no se observa su efecto sobre las plagas, poseen largos ciclos de vida con respecto a las especies plaga y hay pocas personas entrenadas en la identificación de las mismas. Sin embargo, estudios recientes en plagas de la uva (Costello y Daane, 1995), algodón (Bastidas *et al.*, 1994), aguacate (Mansour *et al.*, 1985) resaltan el papel que estos artrópodos han tenido en la regulación de plagas de diversos cultivos.

Vargas (comunicación personal) identificó al hongo que estaba sobre las ninfas como *Niorospora sphaerica* e indica que no existen reportes donde se clasifique como entomopatógeno. Sin embargo, se requieren más estudios a nivel de laboratorio donde se prueben los postulados de Koch, ya que observaciones de campo mostraron que las ninfas que tenían este hongo estaban muertas.

El uso de enemigos naturales contribuye a la conservación del medio ambiente al lograr una disminución en el número de aplicaciones de insecticidas para controlar una plaga. Debido a que se encontró gran variedad de fauna benéfica y que *A. dispersus* no se considera una plaga de importancia económica, es necesario reducir los daños al medio ambiente (uso más racional de agroquímicos) con el fin de evitar que se vuelva a romper el balance entre la mosca blanca y sus enemigos naturales.

a)



b)

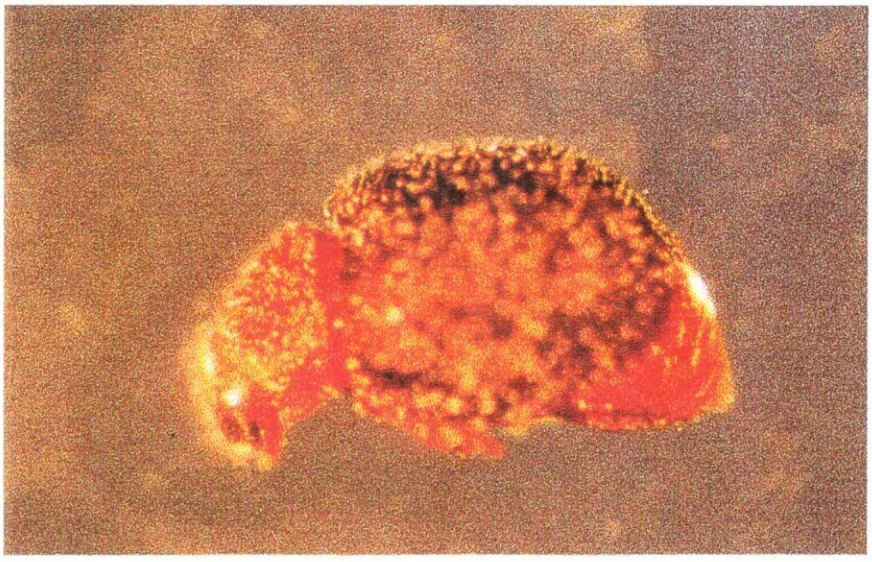
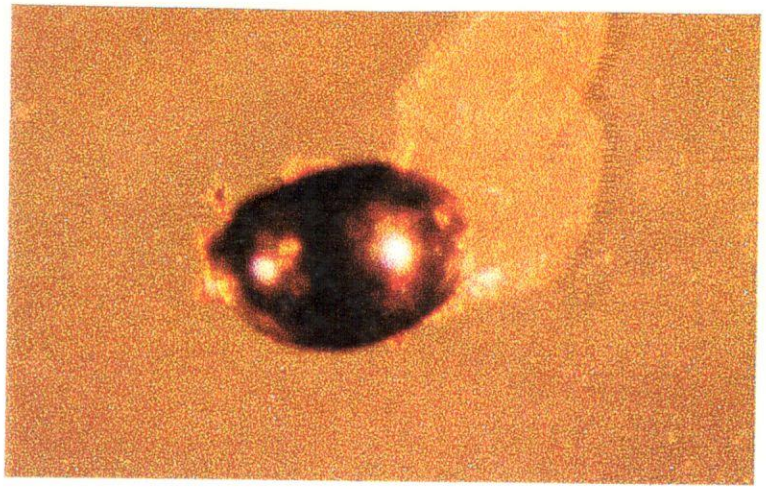


Fig. 1.3.4. a) Larva y b) adulto de *Nephaspis* sp., depredadores de *A. dispersus*.

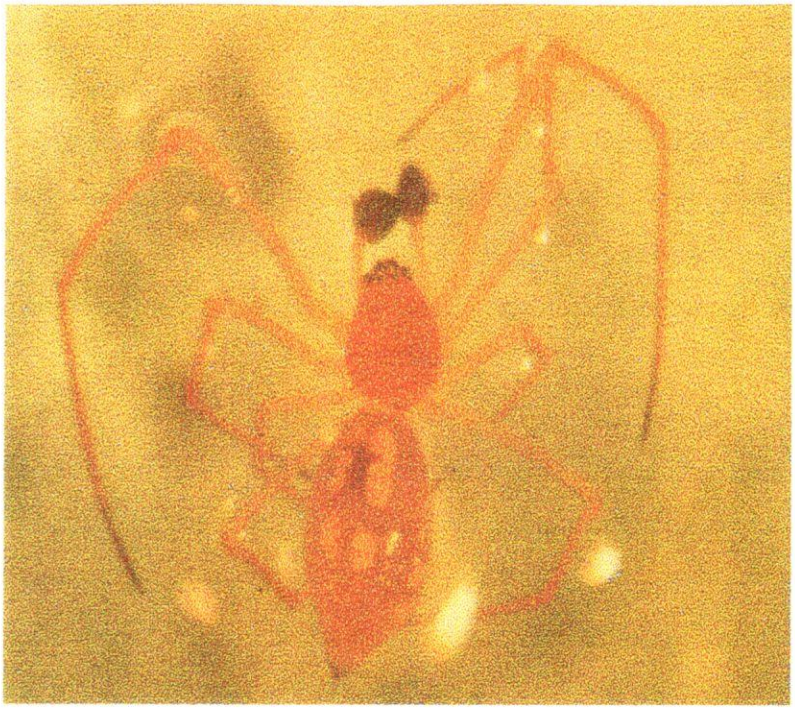
a)



b)

Fig. 1.3.5. a) *Symnus* sp. y b) *Chrysso* sp., depredadores de *A. dispersus*.

a)



b)

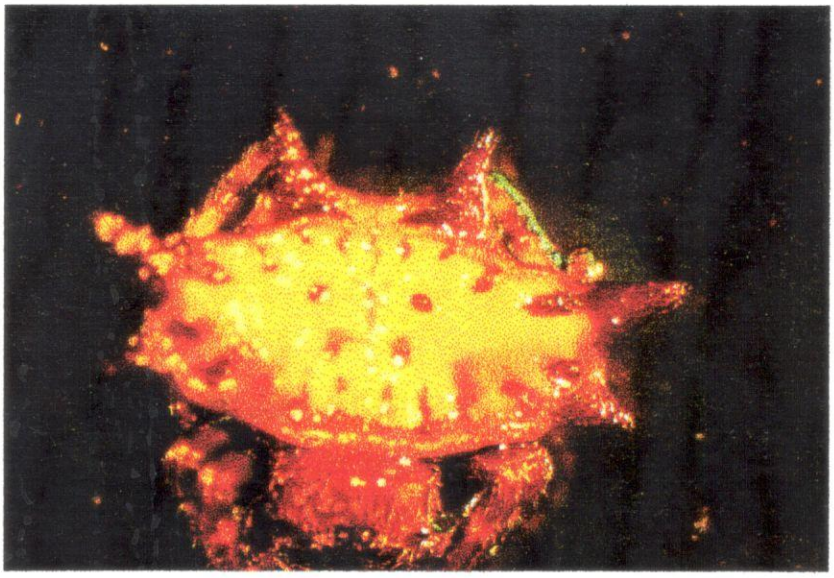


Fig. 1.3.6. a) *Plesiometa argyra* y b) *Gasteracantha cancriformis*, depredadores de *A. dispersus*.

2. DINÁMICA POBLACIONAL DE *A. dispersus* Y SUS PARASITOIDES

Las poblaciones de insectos son parte integrales de los ecosistemas. Las interacciones ecológicas que determinan su distribución y abundancia en el campo son muy complejas ya que sus poblaciones y el ambiente cambian constantemente en muchos casos como resultado de la acción del hombre al alterar la naturaleza. Las densidades poblacionales de insectos fluctúan en respuesta a factores intrínsecos y extrínsecos (Horn, 1988).

Los factores que afectan la dinámica poblacional son diversos, variando en intensidad entre períodos de recolección de datos y entre sitios. Algunos de estos factores son la fecundidad de las hembras, los enemigos naturales, la competencia, condiciones climáticas, enfermedades, dispersión y migración y calidad de comida (Varley *et al.*, 1973; Southwood, 1978; Horn, 1988). La clave para el manejo de plagas insectiles es por lo tanto el análisis y uso de la dinámica poblacional de los insectos en relación con los factores ecológicos y económicos que los afectan.

El propósito de este estudio fue monitorear la distribución y abundancia de *A. dispersus* y sus parasitoides en fincas bananeras del cantón de Matina, Limón.

Materiales y Métodos

El trabajo de campo se realizó en diez fincas productoras de banano del cantón de Matina, Limón desde mayo 1997 a mayo 1998. Las fincas seleccionadas fueron: Anabel, AGRODISA, Zent, Hacienda Río Palacios, PROBANA, Rinos, SEMDEL, Lagartos, El Esfuerzo y La Flor.

En cada finca se seleccionaron tres sitios de muestreo (Cuadro 2.1) con cinco plantas muestreadas al azar por sitio. Durante las tres primeras evaluaciones se muestrearon tres plantas por sitio posteriormente fue aumentado a cinco plantas por sitio. El muestreo se realizó en la sección izquierda abaxial de la octava hoja. Se registró el número de ninfas vivas de tercer y cuarto estadío y el número de ninfas parasitadas. El reconocimiento de las ninfas parasitadas se realizó según la técnica sugerida por Lambkin (1996), la cual consiste en la remoción de la cera de las ninfas con un pincel fino y si la ninfa es de color café, es que está parasitada (Fig. 2.1).

Los muestreos se realizaron cada mes.

El diseño utilizado fue el de un irrestricto al azar con diez fincas, tres sitios y cinco repeticiones. La separación de medias se realizó por medio de la prueba de Duncan. Debido a la repetida presencia de ceros en los muestreos, se transformaron los datos por la fórmula $\sqrt{X} + 0.5$.

Los datos climáticos se presentan en la figura 2.2.

Cuadro 2.1. Ubicación de los sitios de mustreo en diez fincas bananeras del Cantón de Matina, Siquirres.

Finca	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
AGRODISA	Puente izquierda en cable 18	Torre, cable 18	Final, cable 18
Anabel	Antes de curva en cable real	Pegado a AGRODISA en cable real	Cerca embacadora en cable real
SEMDEL	Cable 18	Cable 19	Cable 22
Zent	Cable 29	Cable 24 final	Cable 24 medio
Lagartos	Después puente?	Cable 4 inicio	Cable 4 final
La Flor	Inicio cable real	Medio cable real	Final cable real
Hacienda Río Palacios	Cable 33	Cable 17	Cable 18
El Esfuerzo	Cable 12	Cable 10	Cable 22
PROBANA	Cable 04	Cable 20	Cable 10
Rinos	Cable 1	Cable 10	Cable 20

Resultados y discusión

Se encontraron diferencias altamente significativas para el número de ninfas de tercer y cuarto estadío entre fincas ($F = 37.32$; $gl = 9$; $P < 0.0001$) y para el número de ninfas parasitadas ($F = 39.42$; $gl = 9$; $P < 0.0001$) entre fincas. La población de mosca blanca entre sitios difirió significativamente ($F = 2.93$; $gl = 2$; $P < 0.053$) mientras que

para el número de ninfas parasitadas por sitio no se encontraron diferencias ($F = 2.26$; $gl = 2$; $P < 0.105$). La población de mosca blanca durante las 12 evaluaciones fue mayor en la finca Hacienda Río Palacios (11.52 ninfas), seguida por AGRODISA (9.70 ninfas) y PROBANA (9.33 ninfas). Se encontraron poblaciones similares en Rinos (4.20 ninfas), SEMDEL (3.44 ninfas) y La Flor (3.04 ninfas). La prueba de separación de medias no detectó diferencia entre los promedios poblacionales de La Flor (3.04 ninfas), Zent (2.52 ninfas), Lagartos (2.05 ninfas), El Esfuerzo (1.72 ninfas), y Anabel (1.62 ninfas) (Cuadros 2.2 y 2.3).

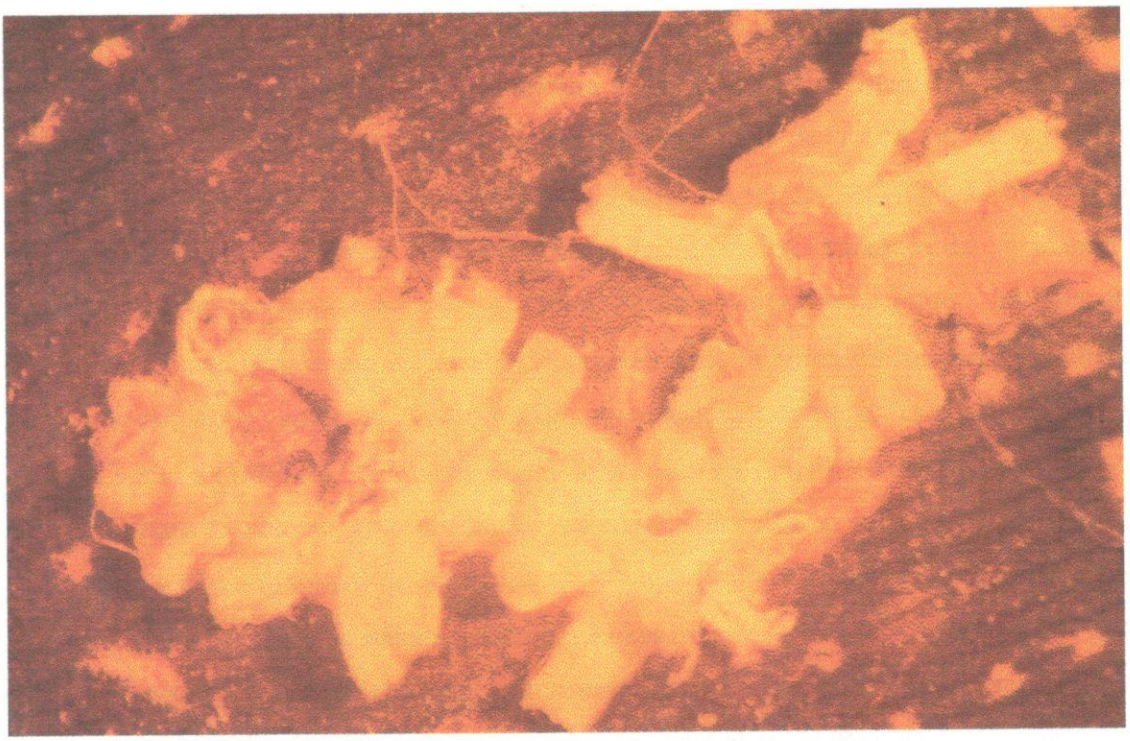


Fig.2.1. Ninfas de *Aleurodicus dispersus* parasitadas.

El número de ninfas parasitadas fue mayor en AGRODISA (10.05), seguida por SEMDEL (4.13) y Anabel (3.48) mientras que para las otras fincas, las medias oscilaron entre 2.77 y 0.35, registrándose la menor población de parasitoides en Zent (Cuadro 2.2).

Cuando se comparan los sitios de mustreo dentro de las fincas, Anabel, Lagartos y El Esfuerzo son fincas donde las poblaciones de mosca blanca son más homogéneas; no así en las fincas AGRODISA, Hacienda Río Palacios, PROBANA, Rinos y Zent, donde las poblaciones de mosca blanca se duplican de un sitio a otro. Las variaciones de un sitio a otro pueden deberse a factores extrínsecos como microclima, factores edáficos y de drenaje, aplicaciones de agroquímicos por cables y movimiento de material vegetativo.

La distribución estacional de la mosca blanca y sus parasitoides se muestra en las Figs. 2.3-2.12. La población más alta de mosca blanca se presentó en AGRODISA, con un pico promedio de infestación de 63 ninfas al finalizar julio de 1997. Las fincas Hacienda Río Palacios, PROBANA, Rinos, La Flor, Lagartos y El Esfuerzo presentaron los picos poblacionales de *A. dispersus* durante los meses de noviembre a febrero, coincidiendo con la época seca. Dowdeswell (1966) considera a las variaciones climáticas como el factor más evidente que induce las fluctuaciones de la densidad de población de los insectos. Indica que es difícil encontrar otros factores capaces de ejercer acciones sobre ellos como veranos demasiado secos o inviernos muy fríos; y los intentos de relacionar las fluctuaciones de la población como el clima, ha tenido muy poco éxito. Sugiere que el problema se hace muy complejo al considerar todos los factores físicos que constituyen el ambiente climático, como la precipitación, temperatura, humedad relativa, viento y luz solar. Cisneros (1980) indica que las fluctuaciones de las plagas suelen estar asociadas con las variaciones estacionales, la acción de enemigos naturales, la relativa disponibilidad de alimentos, la discontinuidad de los cultivos y la aplicación de agroquímicos. Para el caso de este estudio, además de haberse encontrado los niveles poblacionales más altos durante el verano, estas son posteriores a las aplicaciones de agroquímicos, más específicamente el Counter®. En todas las fincas, a excepción de Anabel y AGRODISA, la población de parasitoides es inversa a la población de mosca blanca, a mayor población de *A. dispersus*, menor población de ninfas parasitadas. Como es de suponer, los parasitoides son dependientes de la densidad de su hospedero y posterior al decrecimiento de los mismos, se produce una reducción de la población de los parasitoides.

En el caso de la finca Anabel (Fig. 2.3) donde no hay registros de aplicación de nematicidas en los dos últimos años (Lambkin, 1996),), el número de ninfas parasitadas es mayor que el de mosca blanca. De esta figura se desprende que en ausencia de

nematicidas, los parasitoides tienen un efecto directo sobre la plaga, disminuyendo su número a niveles no importantes económicamente. De diciembre a abril se observa el balance establecido entre la plaga y sus controladores biológicos. Cabe anotar, que la ausencia de agroquímicos en esta finca no sólo tiene un efecto positivo sobre los parasitoides, sino que las poblaciones de los otros enemigos naturales descritos en la sección 1.3, ácaros, coccinélidos, arañas, avispas, etc. también se ven beneficiadas.

La finca AGRODISA (Cuadro 2.5) es un ejemplo claro del efecto de los agroquímicos sobre desbalance entre una plaga y sus enemigos naturales. Con el incremento acelerado de la población *de A. dispersus* en 1995-1996, se utilizó gran variedad de agroquímicos para su combate sin obtener los resultados deseados. Como resultado de la visita de Lambkin a las fincas en 1996, y al haber encontrado al parasitoide *Encarsiella* spp., él sugirió el cese de todas las prácticas por medios químicos con el fin de que los parasitoides pudieran restablecer el balance ecológico.

Cuadro 2.2. Promedio de ninfas de tercer y cuarto estadío de *Aleurodicus dispersus* y de ninfas parasitadas en diez fincas bananeras del cantón de Matina, Limón, 1997-1998.

Ninfas de mosca blanca			Ninfas parasitadas		
Finca	**Media***	**n**	**Finca**	**Media***	**n**
Hda. Río Palacios	11.52 a	153	AGRODISA	10.05 a	153
AGRODISA	9.70 b	153	SEMDEL	4.13 b	153
PROBANA	9.33 b	153	Anabel	3.48 b	153
Rinos	4.20 c	153	La Flor	2.77 c	153
SEMDEL	3.44 c	153	Hda. Río Palacios	2.46 c	153
La Flor	3.04 cd	153	PROBANA	1.92 cd	153
Zent	2.52 d	153	Lagartos	1.52 d	153
Lagartos	2.05 d	153	Rinos	0.80 de	153
El Esfuerzo	1.72 d	153	El esfuerzo	0.76 e	153
Anabel	1.62 d	153	Zent	0.35 e	153

* Medias seguidas por la misma letra no son significativas según la prueba de Duncan al 0.05. Datos transformados por $\sqrt{X + 0.5}$.

Durante los últimos tres años, *A. dispersus* se ha venido desplazando de este a oeste, llegando al límite cantonal Matina-Siquirres. El desplazamiento de este insecto se debe a características propias del mismo ya que es un insecto volador, el contar con gran cantidad de hospederos alternos, pero principalmente, la introducción de mosca blanca a otros sitios es el resultado del movimiento de material vegetativo dentro de las fincas y entre fincas. Observaciones personales permitieron encontrar que las poblaciones más altas de mosca blanca se encontraban en los alrededores de los cables, sitio por donde se da el movimiento de los trabajadores y de la fruta.

Cuadro 2.3. Promedio de ninfas parasitadas de *Aleurodicus dispersus* por sitio en diez fincas bananeras del cantón de Matina, Limón, 1997-1998.

Finca		Media	Finca		Media
PROBANA	Sitio1	1.60	Lagartos	Sitio1	1.31
	Sitio2	2.80		Sitio2	1.69
	Sitio3	1.35		Sitio3	1.57
SEMDEL	Sitio1	3.06	AGRODISA	Sitio1	10.41
	Sitio2	4.67		Sitio2	13.25
	Sitio3	4.69		Sitio3	6.49
El Esfuerzo	Sitio1	0.60	Río Palacios	Sitio1	2.82
	Sitio2	0.74		Sitio2	3.27
	Sitio3	0.94		Sitio3	1.29
La Flor	Sitio1	2.29	Rinos	Sitio1	1.33
	Sitio2	2.25		Sitio2	0.50
	Sitio3	3.76		Sitio3	0.57
Anabel	Sitio1	3.80	Zent	Sitio1	0.20
	Sitio2	3.43		Sitio2	0.45
	Sitio3	3.21		Sitio3	0.41

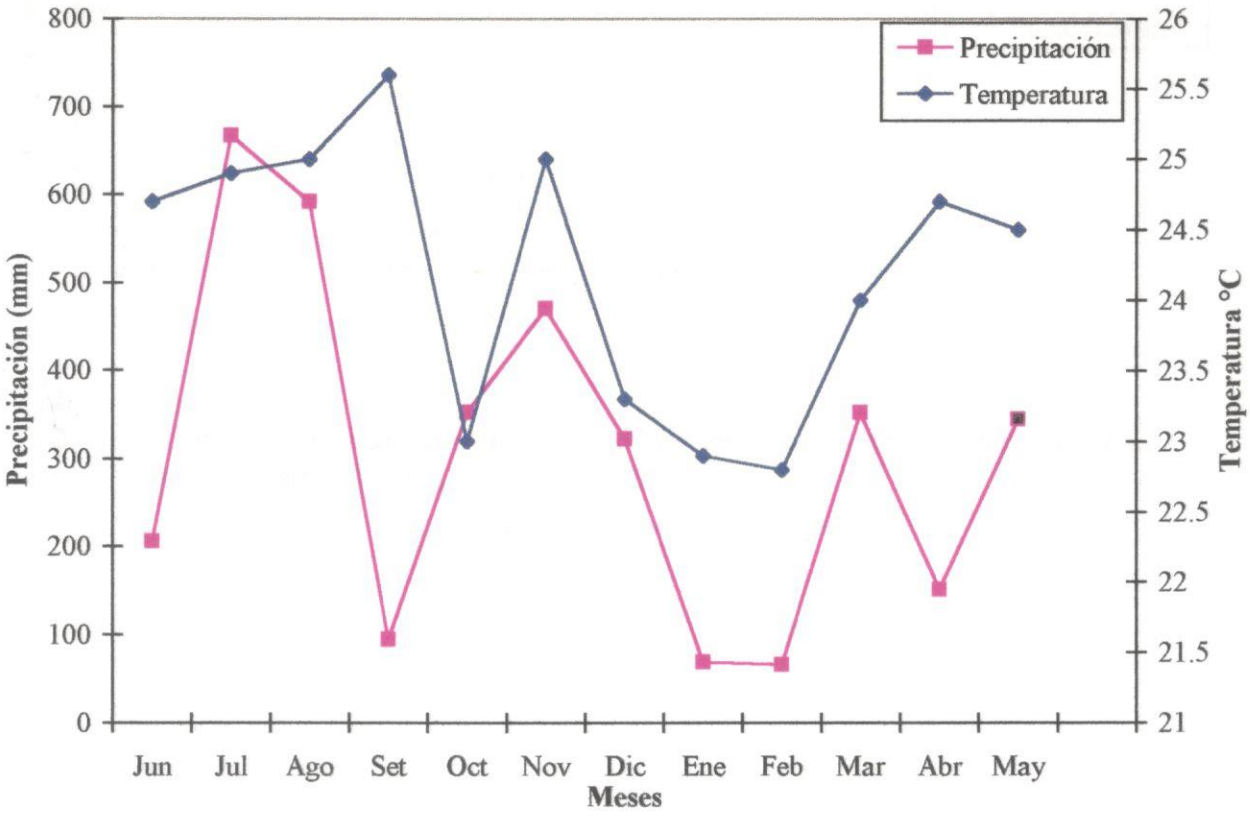


Fig. 2.2. **Precipitación (mm) y temperatura (°C) de la zona de Matina, Limón, 1997-1998.**

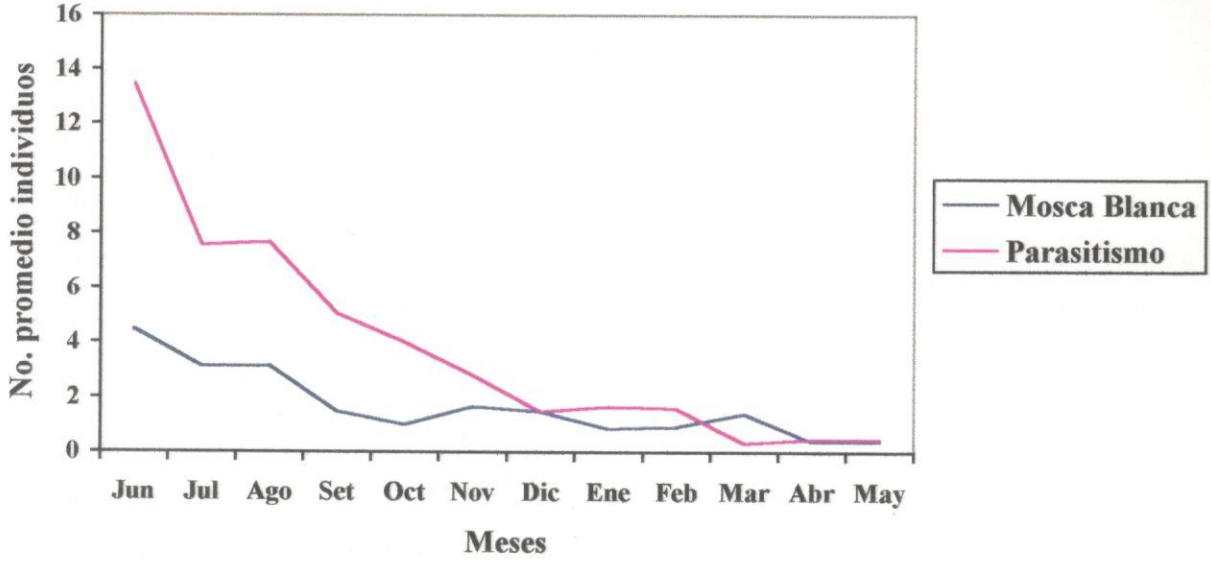


Fig. 2.3. **Distribución estacional de *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca Anabel, Matina, Limón, 1997-1998.**

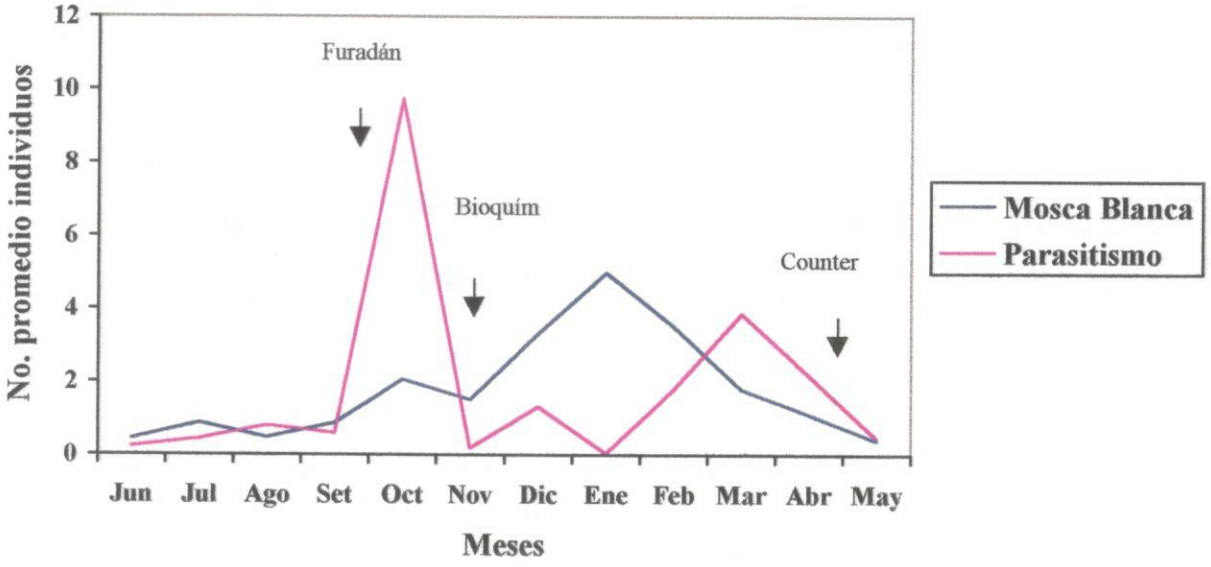


Fig. 2.4. **Distribución estacional de *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca Lagartos, Matina, Limón, 1997-1998.**

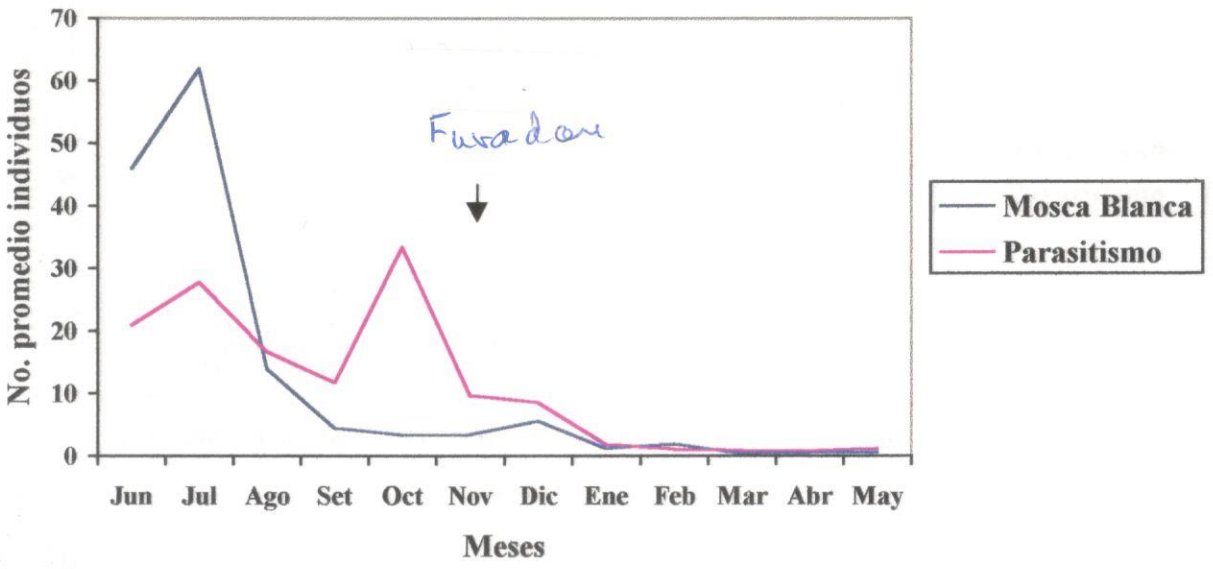


Fig. 2.5. **Distribución estacional de *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca AGRODISA, Matina, Limón, 1997-1998.**

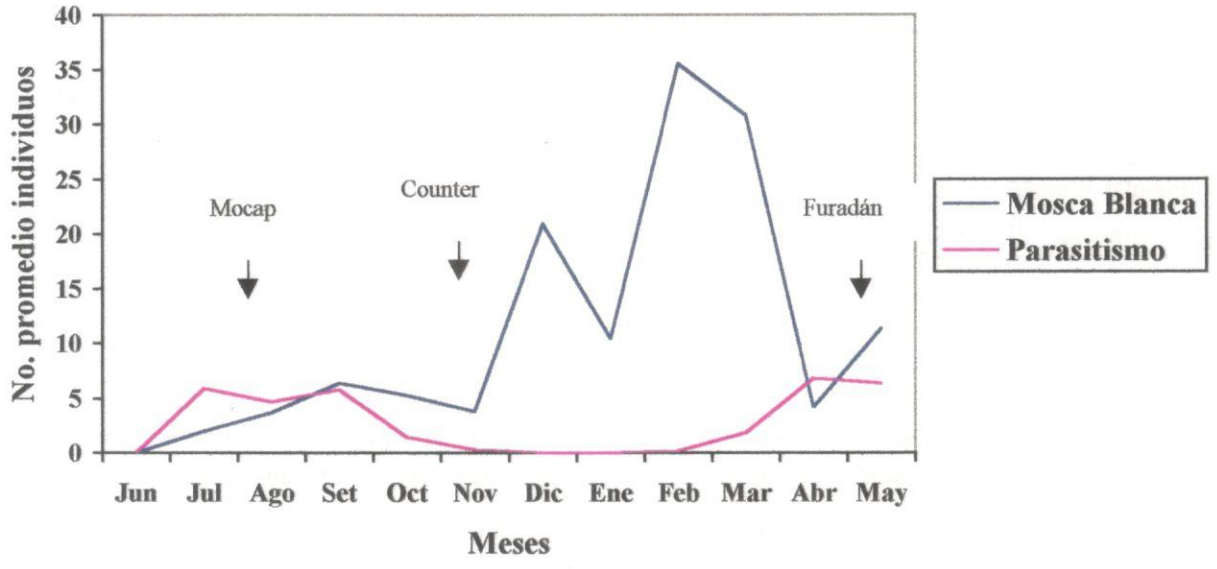


Fig. 2.6. **Distribución estacional de *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca Hacienda Río Palacios, Matina, Limón, 1997-1998.**

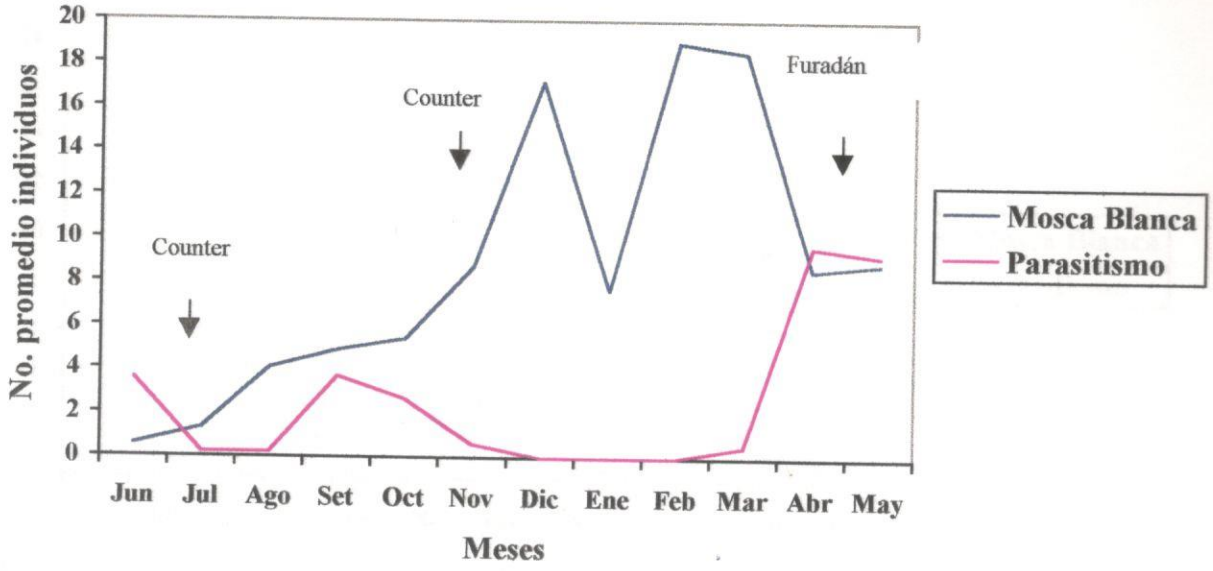


Fig. 2.7. **Distribución estacional de *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca PROBANA, Matina, Limón, 1997-1998.**

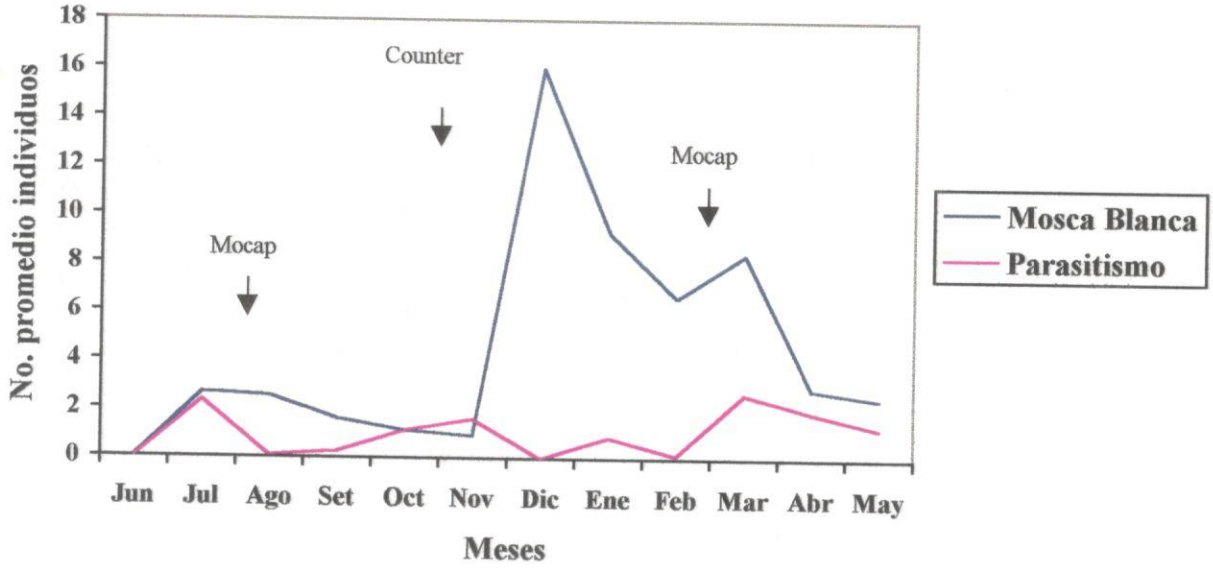


Fig. 2.8. **Distribución estacional de *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca Rinos, Matina, Limón, 1997-1998.**

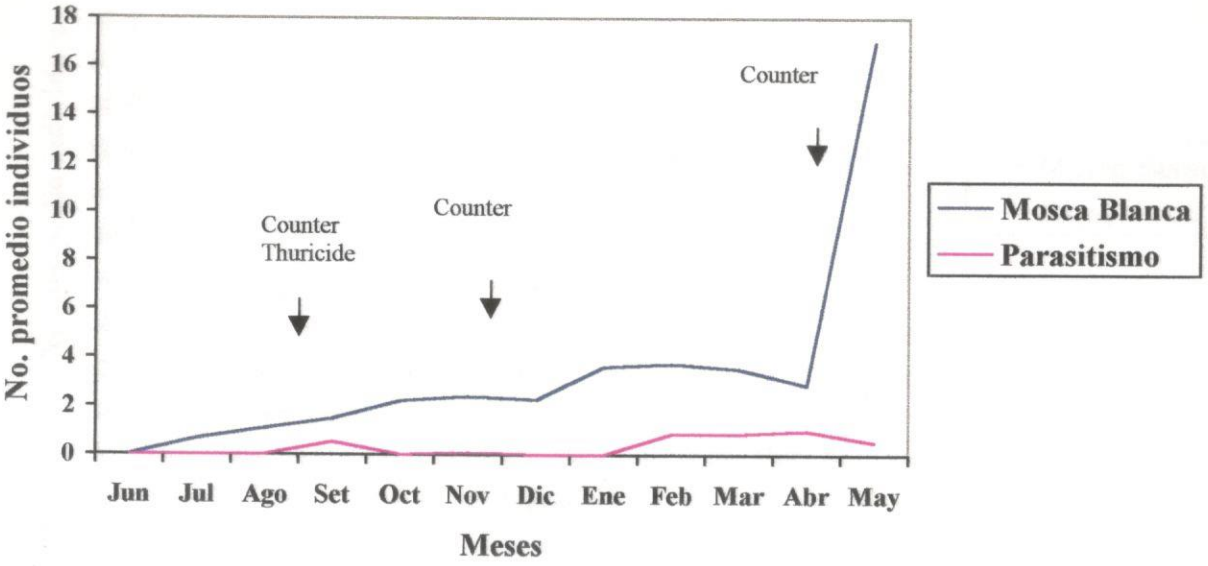


Fig. 2.9. Distribución estacional de *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca Zent, Matina, Limón, 1997-1998.

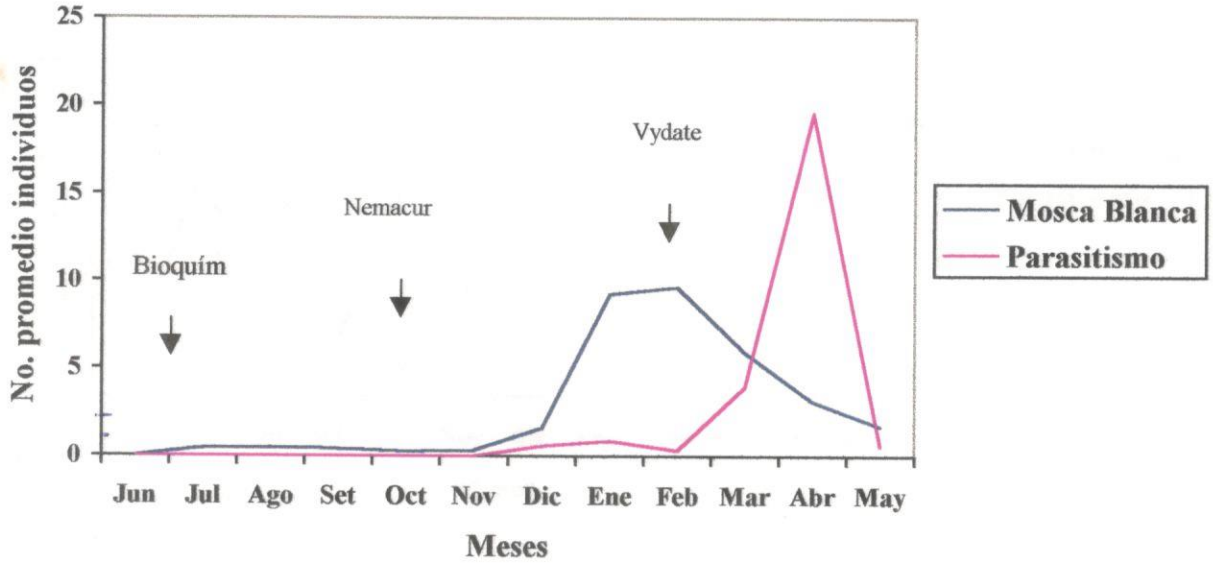


Fig. 2.10. Distribución estacional de *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca La Flor, Matina, Limón, 1997-1998.

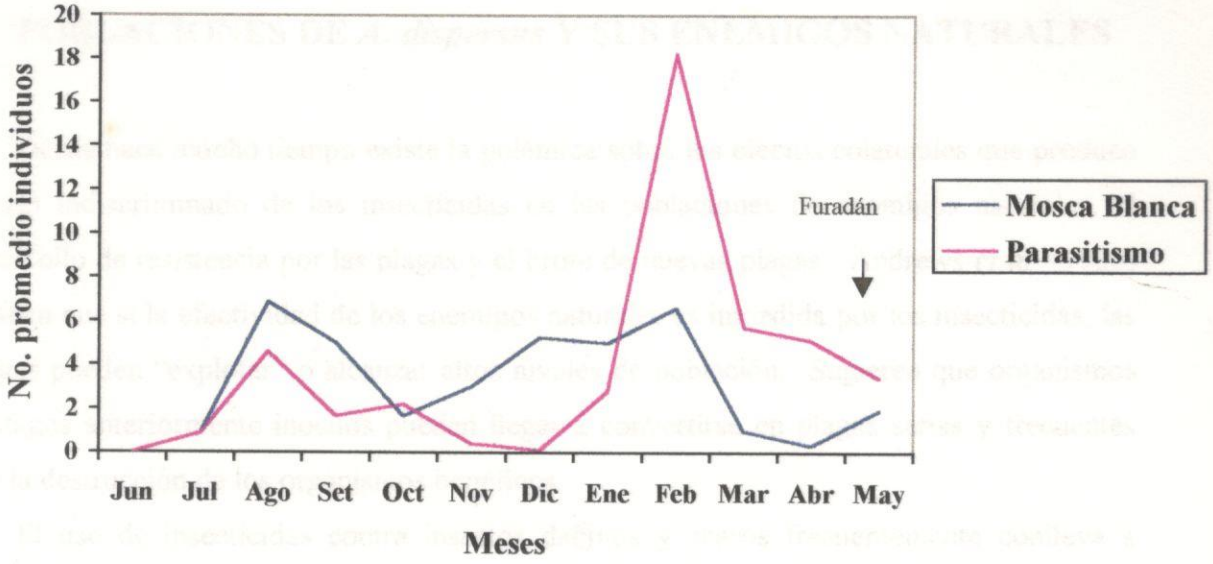


Fig. 2.11. Distribución estacional de *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca SEMDEL, Matina, Limón, 1997-1998.

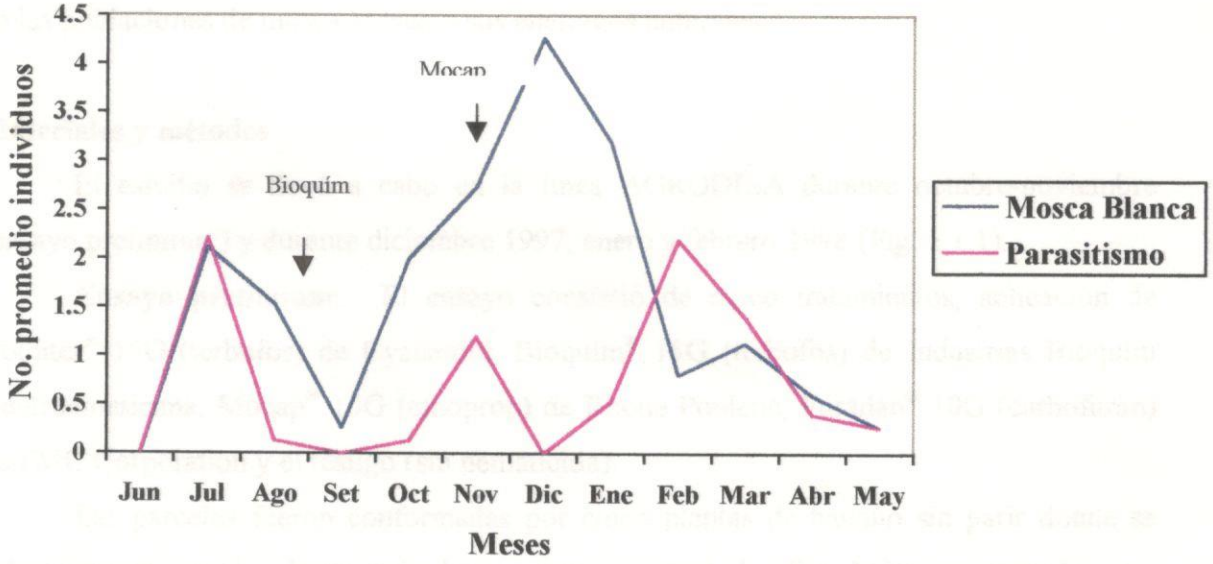


Fig. 2.12. Distribución estacional de *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en finca El Esfuerzo, Matina, Limón, 1997-1998.

3. EFECTO DE LOS VAPORES DE LOS NEMATICIDAS EN LAS POBLACIONES DE *A. dispersus* Y SUS ENEMIGOS NATURALES

Desde hace mucho tiempo existe la polémica sobre los efectos colaterales que produce el uso indiscriminado de los insecticidas en las poblaciones de enemigos naturales, el desarrollo de resistencia por las plagas y el brote de nuevas plagas. Andrews *et al.* (1989) indican que si la efectividad de los enemigos naturales es impedida por los insecticidas, las plagas pueden "explotar" o alcanzar altos niveles de población. Sugieren que organismos fitófagos anteriormente inocuos pueden llegar a convertirse en plagas serias y frecuentes por la destrucción de los organismos benéficos.

El uso de insecticidas contra insectos dañinos y ácaros frecuentemente conlleva a conflictos con sus controladores biológicos. Se ha encontrado que la mayoría de los enemigos naturales son altamente sensitivos a los agroquímicos debido a características propias de los mismos. Algunas de ellas es que son bastante pequeños en relación con la plaga por lo que "reciben" un mayor contenido del plaguicida; además, como deben buscar a sus hospederos para alimentarse u ovipositar, están más expuestos a los agroquímicos.

El propósito de este estudio fue determinar el efecto de los vapores de los nematicidas en las poblaciones de mosca blanca y sus enemigos naturales.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la finca AGRODISA durante octubre-noviembre (ensayo preliminar) y durante diciembre 1997, enero y febrero 1998 (Fig. 1.1.1).

Ensayo preliminar. El ensayo consistió de cinco tratamientos, aplicación de Counter® 15G (terbufos) de Cyanamid, Bioquím® 15G (terbufos) de Industrias Bioquím Centroamericana, Mocap® 15G (ethoprop) de Rhone Poulenc, Furadán® 10G (carbofurán) de FMC Corporation y el testigo (sin nematicida).

Las parcelas fueron conformadas por cinco plantas de banano sin parir donde se seleccionaron las dos hojas más bajas, para un total de diez hojas muestreadas por tratamiento. Con el objetivo de que los nematicidas no entraran en contacto con las raíces de la planta y poder medir el efecto de los vapores sobre los enemigos naturales de la mosca blanca, se eliminó los residuos vegetales de la base de cada planta de banano y se

extendió un plástico negro de 0.5 x 1.00 m justo debajo de cada hoja a muestrear. Cada plástico se cubrió con suelo y se aplicó el respectivo tratamiento a razón de 3 g i.a./plástico Las parcelas estaban separadas a 10 m entre sí. Se aplicó nematicida a las diez plantas vecinas de la planta en estudio.

El diseño experimental fue de un irrestricto al azar con cinco tratamientos y diez repeticiones.

Las variables consideradas fueron número de crawlers, los estadíos segundo tercer y cuarto, las ninfas parasitadas y el número de arañas. Las evaluaciones se realizaron cada siete días, a partir de los 15 días de establecido el ensayo.

Segundo ensayo. Se utilizó la misma metodología descrita en el ensayo preliminar con algunas variantes:

- Los tratamientos de este ensayo fueron los mismos del ensayo preliminar a excepción del Mocap® y la inclusión del Rugby® 10G (cadusafos) de FMC Corporation y del Nemacur® (fenamifos).
- Se seleccionaron 15 plantas por tratamiento con una hoja muestreada por planta, para un total de 15 repeticiones.
- En vez de seleccionar la hoja más baja de cada planta para el muestreo, se utilizó la tercer hoja más baja.
- Con el fin de tener una mayor presión de vapores de los agroquímicos y de simular las condiciones de aplicación de los nematicidas, se aumentó el número de plantas vecinas a las que se les aplicó nematicida de 10 a 80.
- Se aumentó la distancia entre parcelas a 60 m.

El diseño experimental fue de un irrestricto al azar con cinco tratamientos y quince repeticiones. La separación de medias se realizó por medio de la prueba de LSD en SAS. En el análisis no se consideró el número de arañas ya que en ocasiones este era muy difícil de contar. En los momentos cuando se presentaba una masa de arañas recién emergidas se cuantificaba como > de 50.

Resultados y discusión

El primer ensayo se tomó como preliminar debido a que la selección de las hojas más bajas para el muestreo no fue lo más acertado ya que prácticas normales dentro de las plantaciones como la deshoja, interrumpieron la toma de datos en algunas plantas. Además, se consideró aumentar el número de repeticiones, aumentar la distancia entre parcelas y aumentar el número de plantas dentro de cada parcela a las que se les hacía la aplicación de nematicida.

Se encontraron diferencias altamente significativas ($F = 3.62$; $gl = 5$; $P < 0.005$) para el segundo estadío ninfal, los totales del estado inmaduro ($F = 2.96$; $gl = 5$; $P < 0.016$) y las ninfas parasitadas ($F = 7.54$; $gl = 5$; $P < 0.0001$). Para el cuarto estadío ninfal, se detectó una diferencia significativa (($F = 2.41$; $gl = 5$; $P < 0.043$) entre los tratamientos (Cuadro 3.1). El número de ninfas de segundo estadío fue mayor (4.90) cuando se aplicó el Counter, mientras que para las ninfas de cuarto estadío, el Bioquím (14.46) y el Counter (13.43) presentaron el mayor número de ninfas. Sin embargo, la prueba de separación de medias no detectó diferencias entre los promedios del Counter con el Rugby (9.20), Nemacur (9.16) y Furadán (8.56), así como entre el Rugby, Nemacur, Furadán y el Testigo (7.63) (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.1. Análisis de varianza para el efecto de los vapores de los nematicidas en la población de la mosca blanca y de sus parasitoides.

Individuos	Gl	F	Pr > F
Crawler	5	1.30	0.2705
II estadío	5	3.62	0.0051**
III estadío	5	0.90	0.4857
IV estadío	5	2.41	0.0432*
Totales	5	2.96	0.0164**
Parasitoide	5	7.54	0.0001***

Cuadro 3.2. Separación de medias para el segundo y cuarto estadío de la mosca blanca en espiral *(Aleurodicus dispersus).*

II estadío			IV estadío		
N	**Media***	**Tratamiento**	**N**	**Media**	**Tratamiento**
15	4.90 a	Counter	15	14.46 a	Bioquím
15	2.40 b	Nemacur	15	13.43 ab	Counter
15	2.16 b	Furadán	15	9.20 bc	Rugby
15	1.63 b	Bioquím	15	9.16 bc	Nemacur
15	1.50 b	Testigo	15	8.56 bc	Furadán
15	1.30 b	Rugby	15	7.63 c	Testigo

* Medias seguidas por la misma letra no son significativas según la prueba de LSD.

El total de los estadíos ninfales fue mayor cuando se aplicó Counter (23.2) y Bioqím (19.86). No se encontraron diferencias entre los promedios del Bioquím y los otros nematicidas (Cuadro 3.3).

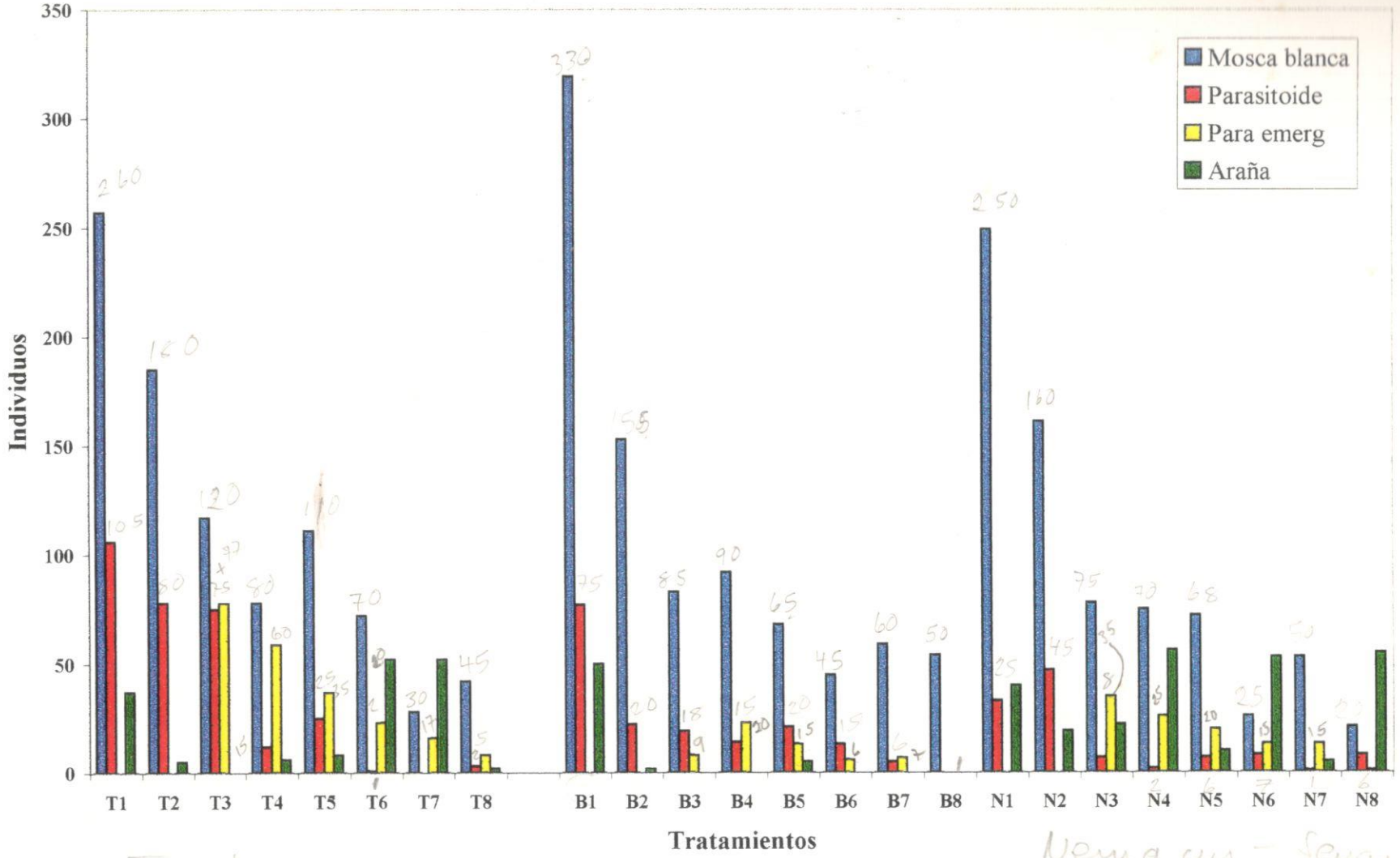
Cuadro 3.3. Separación de medias para el total de los estadíos ninfales de la mosca blanca en espiral *(Aleurodicus dispersus)* y sus parasitoides.

Totales			Parasitoides		
N	**Media***	**Tratamiento**	**N**	**Media**	**Tratamiento**
15	23.20 a	Counter	15	38.00 a	Testigo
15	19.86 ab	Bioquím	15	25.53 b	Counter
15	14.60 bc	Nemacur	15	23.53 bc	Furadán
15	13.76 bc	Rugby	15	17.60 bcd	Rugby
15	13.36 bc	Furadán	15	14.66 cd	Nemacur
15	12.76 c	Testigo	15	12.00 d	Bioquím

* Medias seguidas por la misma letra no son significativas según la prueba de LSD.

El número de ninfas parasitadas fue significativamente mayor en el testigo que cuando se aplicaron nematicidas (Cuadro 3.3).

En las figuras 3.1 y 3.2 se puede observar el efecto de los tratamientos en las poblaciones de *A. dispersus* y sus enemigos naturales. A pesar de que en todos los tratamientos se observó una reducción del número de organismos, el testigo presentó una mayor cantidad de parasitoides emergidos. En la mayoría de los tratamientos, con excepción del Bioquím® y en menor grado del Counter®, hubo presencia de arañas lo que podría indicar que los vapores de los nematicidas no tienen un efecto tan detrimental en sus poblaciones como sí en los enemigos naturales más pequeños, como los parasitoides. Croft (1990) indica que los volátiles liberados por los plaguicidas pueden ser extremadamente tóxicos para los enemigos naturales. Sugiere que como los organismos benéficos tienen un área de exposición mayor que los hospederos en relación a su volumen, son más sensibles a los pesticidas; además, perciben los agroquímicos de modo indirecto al alimentarse u ovipositar en el hospedero.



3.1. Efecto de tres nematicidas en las poblaciones de *A. dispersus* y sus enemigos naturales.

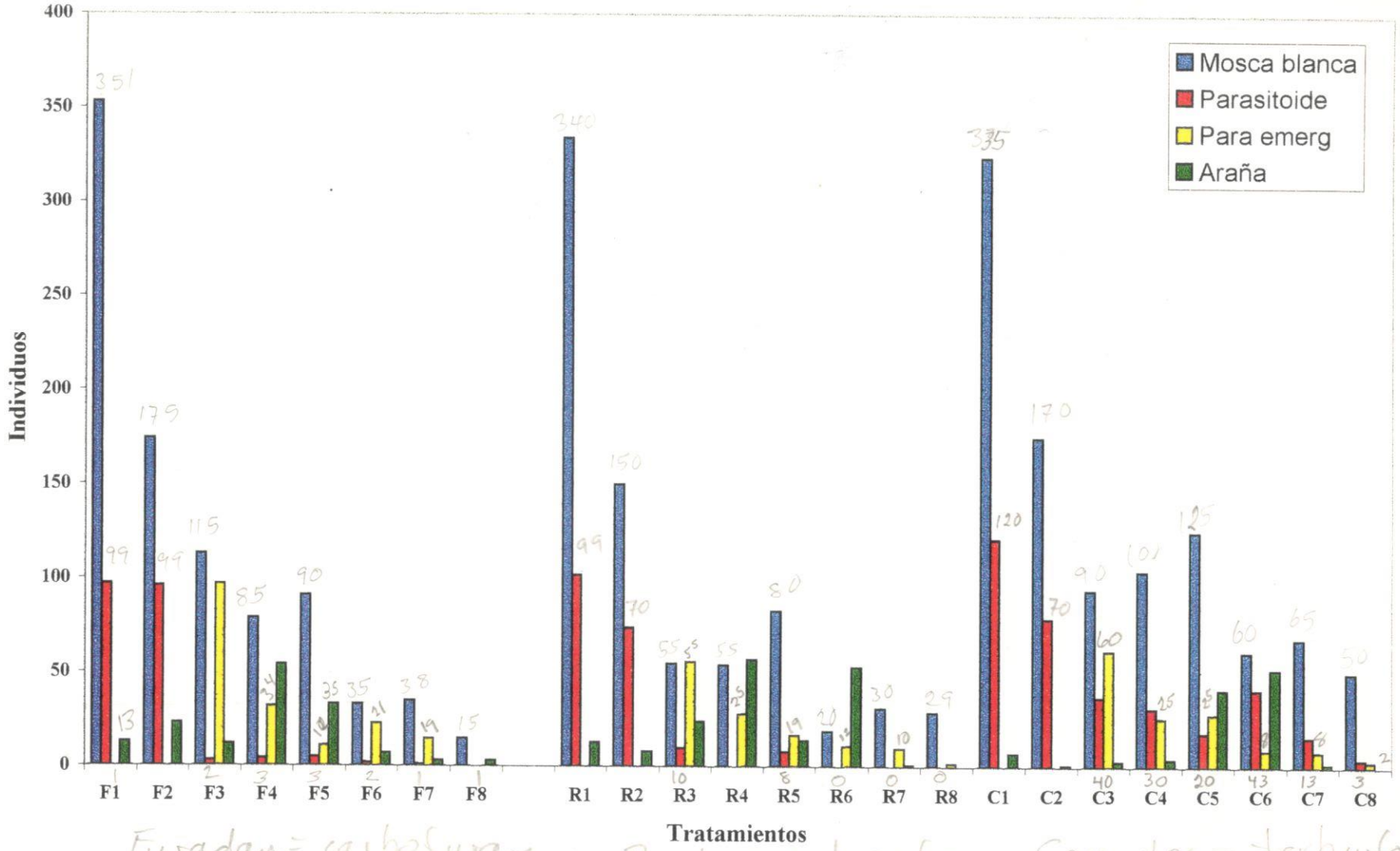


Fig. 3.2. **Efecto de tres nematicidas en las poblaciones de *A. dispersus* y sus enemigos naturales.**

4. EFECTO DEL CONTENIDO DE FUMAGINA, *Capnodium* sp? EN LAS HOJAS EN LA PRODUCCION DE BANANO

Tanto la fumagina como la Sigatoka negra presentan una similitud en la reducción de la luz que llega a las hojas de las hojas de banano. La fumagina, causada entre otros por el hongo *Capnodium* sp., se desarrolla en la superficie de las hojas sobre las sustancias azucaradas que dejan algunos insectos, sobre todo del orden Homoptera. Se caracteriza por tener la apariencia de una costra negra, como de "tizne", la cual puede ser fácilmente desprendida con la mano. Este hongo se encuentra en gran variedad de plantas, perennes y anuales, asociadas a poblaciones de insectos chupadores: escamas, moscas blancas, áfidos y otros. Produce un daño indirecto a la planta al afectar los procesos fotosintéticos y respiratorios de la misma, con el consecuente resultado de un crecimiento más lento de la fruta o en la producción de frutos más pequeños (Collins *et al.*, 1994; Shashi-Kapoor *et al.*, 1992; Wood *et al.*, 1988).

La Sigatoka negra causada por *Mycospherella fijiensis*, es la enfermedad más importante que afecta al cultivo del banano por la pérdida de superficie de hoja para la fotosíntesis, la creación de descensos metabólicos por medio de lesiones prematuras y por la necrosis, la cual provoca una reducción del número de hojas. Estos factores tienen un efecto indirecto sobre la fruta, la cual presenta alteración de la madurez fisiológica y los racimos son más pequeños y desuniformes (Riofrío Sáenz, 1989).

Considerando esa similitud entre los efectos de ambos patógenos se realizó la presente investigación, cuyo objetivo fue estudiar el efecto en la producción de banano por la presencia de la asociación fumagina – mosca blanca.

Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo en la finca Bana-2000, Matina, en plantas de banano cv Gran Enano (Musa AAA) del 1 de noviembre de 1997 al 27 de febrero de 1998.

Se seleccionó un área de la finca donde existía una concentración de plantas de banano con fumagina (cables 11-13). Se marcaron 80 plantas recién florecidas, 40 de

ellas con fumagina y 40 plantas sanas (sin fumagina). Se contabilizó el número de hojas de cada planta.

Cada racimo se embolsó a los 15 días de emergida la fruta con la bolsa comercial impregnada con clorpirifós (Dursban®). Al mismo tiempo se procedió a desmanar la fruta, eliminándole las dos últimas manos.

En las plantas con hojas con fumagina se clasificó el contenido de la misma de acuerdo a la siguiente escala (Fig. 4.1). Dicha escala se estableció de forma visual de acuerdo con la cantidad de manchas necróticas, con incrementos de 12.5%. Estos datos se utilizaron para graficar las curvas de llenado de la fruta.

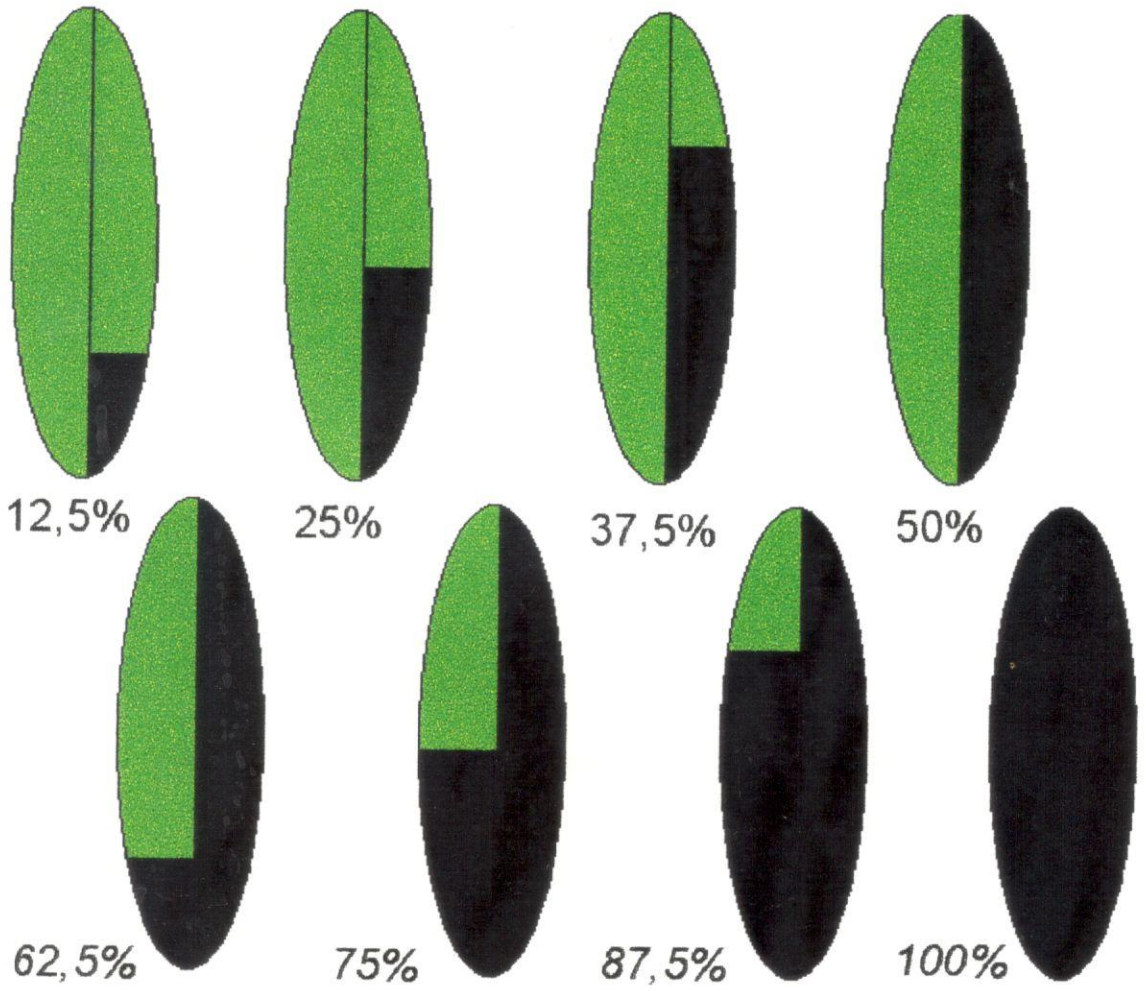


Fig. 4.1. Escala visual utilizada para determinar el porcentaje de fumagina (*Capnodium* sp.?) presente en las hojas de banano.

En todas las plantas seleccionadas, se evaluó cada 15 días el grado (1 grado = 0.79375 cm) del dedo de la mano segunda, central y penúltima, contando desde arriba hacia abajo.

La cosecha se realizó de acuerdo al sistema tradicional de la finca; una vez que la fruta en la segunda mano alcanzara el grado 44. Las variables evaluadas fueron el número de hojas, número de manos, grado del dedo central de la mano segunda, central y penúltima, y el peso del racimo.

Los datos se analizaron por medio de la prueba de T (SAS 1990).

Se determinó el tiempo en días para que la fruta llegara a cosecha, término conocido como días colgando. Para el cálculo de esta variable se sumó el porcentaje de fumagina en la planta y con el total se definió un grado de severidad por fumagina de acuerdo con los rangos que se presentan en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Grado de severidad de acuerdo a los porcentajes totales de fumagina presentes por planta.

Grado	% de fumagina
0	0
1	1-12.5
2	12.6-37.5
3	37.6-62.5
4	62.6-87.5

Se realizó un análisis de correlación entre el grado de fumagina y los días colgando.

Se determinó la densidad de la pulpa del dedo central de la mano segunda, central y penúltima por medio del método de flotación, el cual consiste en la inmersión del dedo central en un volumen de agua determinado y donde se mide el desplazamiento de agua producido.

Resultados y discusión

El grado del dedo de banano de la mano segunda, central y penúltima fue mayor en las plantas que no presentaban fumagina que en las que tenían fumagina (Fig. 4.2). Se encontraron diferencias significativas en la primer evaluación para las manos central (P=0.0415) y penúltima (P=0.0267), así como en la quinta evaluación para las manos central (P=0.0330) y penúltima (P=0.0150). Una de las razones por las cuales las plantas con fumagina presentaron un menor grado durante la calibración fue debido a que al tener un menor área fotosintéticamente activa, el llenado de las frutas posiblemente fue más lento o menor. Resultados similares sobre el efecto de la fumagina en la producción de un vegetal fueron estudiados por Wood *et al.*, 1988. Ellos encontraron que ante altas infestaciones de fumagina en árboles de nueces del tipo pecana (*Carya illinoensis*), se producía una reducción de la fotosíntesis neta (Pn) de hasta un 70%. Sugieren que este es uno de los factores que afectan la producción de pecanas ya que al no llenarse las necesidades energéticas de la planta, hay una producción escalonada de nueces por la falta de reservas en la planta, y que también afecta la calidad de las mismas.

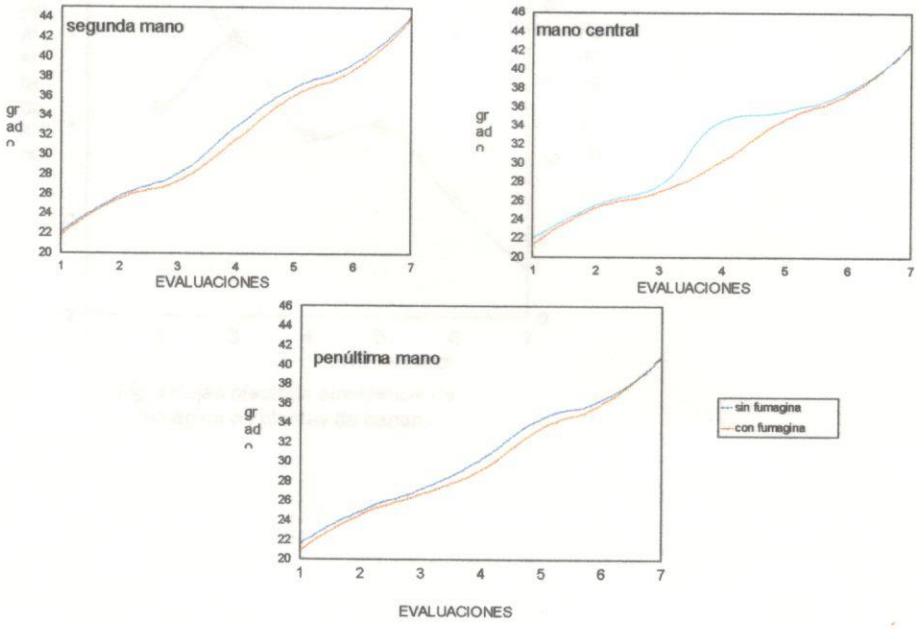


Fig 4.2. Calibración del dedo de la segunda, central y penúltima mano del racimo de banano en plantas con y sin fumagina.

En la última evaluación las calibraciones de los dedos fueron bastante similares debido a que la fruta se cosechó de acuerdo al criterio comercial de la finca, cuando la fruta alcanzó el grado 44 en la segunda mano.

El número de hojas afectadas por fumagina así como el porcentaje de fumagina presente en ellas disminuyó a lo largo de las siete evaluaciones (Fig. 4.3). El motivo de la reducción en el número de hojas se debió a que en la producción de banano, una práctica fitosanitaria común, es la eliminación de las hojas bajeras afectadas por patógenos, principalmente Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) y en menor grado por la fumagina.

No se encontraron diferencias significativas (P = 0.0531) para la variable hojas a cosecha donde las plantas llegaron con 7.1 hojas y las plantas sanas con 7.8 hojas ya que se utilizó el parámetro de cosecha de la finca, el cual requiere, para las prácticas comerciales, llegar con un mínimo de hojas para poder exportar la fruta.

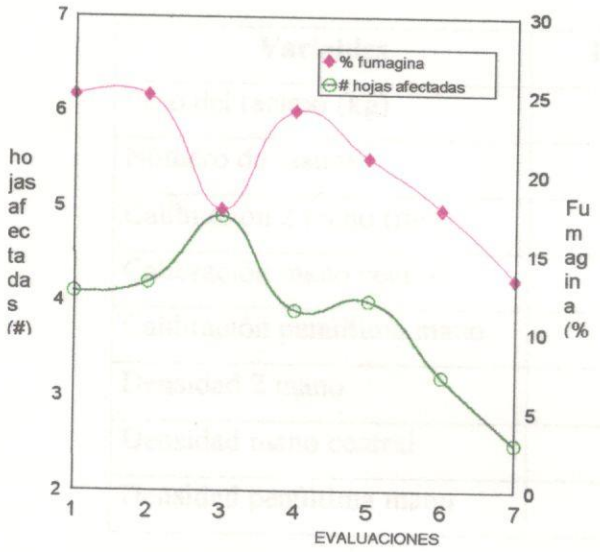


Fig 3 Hojas afectada eIncidencia de fumagina en plantas de banano

Fig. 4.3. Hojas afectadas e incidencia de fumagina en plantas de banano.

No se encontraron diferencias significativas entre las frutas de plantas sanas y plantas con fumagina al momento de la cosecha: peso de racimo (P = 0.3827), número de manos por racimo (P = 0.9899), calibración de la mano segunda (P = 0.56764), central (P= 0.6766) y penúltima (P = 0.8159) (Cuadro 4.2). Sin embargo, se encontró una correlación significativa (r^2 = 0.9834) entre los días colgando de la fruta y el grado de fumagina en las hojas; a mayor número de días colgando, mayor es el porcentaje de fumagina (Fig. 4.4). En este ensayo, los días colgando significaron una duración de 10 días más en el campo para alcanzar el grado de cosecha lo que implica una mayor exposición a los patógenos, un aumento en los costos de cosecha debido al atraso en el flujo de caja, y dificultad en poder predecir la cantidad de fruta a cosechar.

Cuadro 4.2 Peso de racimo y calibración de los dedos de la segunda, central y penúltima mano del racimo de banano de plantas sanas y afectadas por fumagina.

Variables	Plantas sanas	Plantas con fumagina
Peso del racimo (kg)	28.53	29.80
Número de manos	7.98	7.99
Calibración 2 mano (mm)	44.20	44.02
Calibración mano central	42.70	42.85
Calibración penúltima mano	40.90	40.97
Densidad 2 mano	1.010	1.004
Densidad mano central	1.019	1.006
Densidad penúltima mano	1.015	1.012

No se encontraron diferencias significativas entre plantas con y sin fumagina en la densidad del dedo de la mano segunda (P = 0.8703), central (P = 0.4164) y penúltima (P = 0.9124).

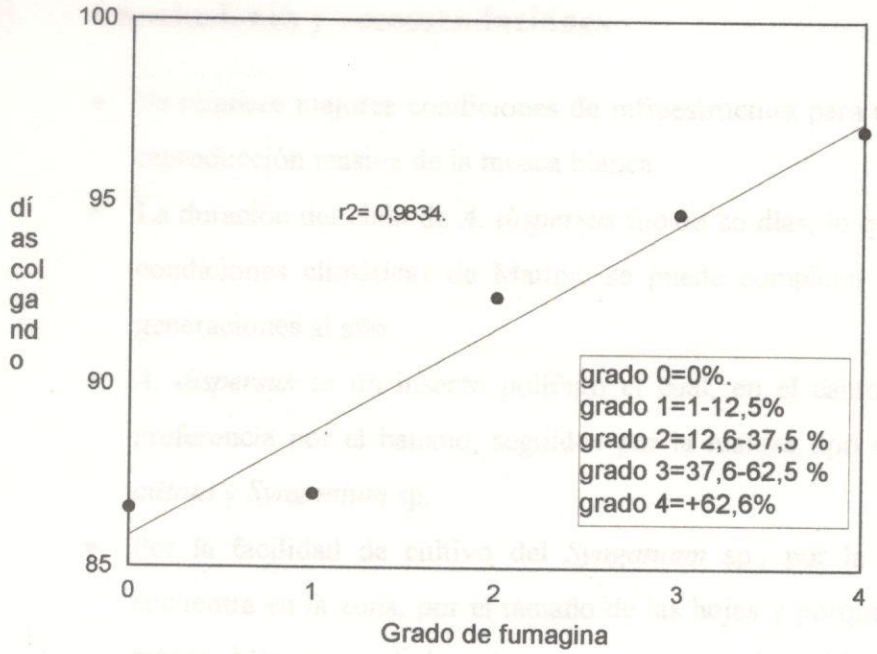


Fig. 4.4 Correlación entre el grado de fumagina y los días a cosecha de la fruta en el cultivo de banano cv Gran Enano (*Musa* AAA).

Existen evidencias tanto en la literatura mundial (Rajak y Diwakar, 1987; Wood *et al.*, 1988; Shashi-Kapoor *et al.*, 1992; Collins *et al.*, 1994) como en el presente estudio donde la presencia de fumagina, como daño indirecto por la presencia de altas poblaciones de diversos insectos chupadores, en su mayoría homópteros, tienen un efecto negativo en la producción de frutas y nueces. En el caso del banano, se requiere de ensayos posteriores en varias fincas para corroborar su impacto en la producción. Se sugiere realizar estudios sobre la reducción de la tasa fotosintética ante diferentes porcentajes de fumagina.

5. Conclusiones y recomendaciones

- Se requiere mejores condiciones de infraestructura para tener éxito en la cría y reproducción masiva de la mosca blanca.
- La duración del ciclo de *A. dispersus* fue de 26 días, lo que sugiere que bajo las condiciones climáticas de Matina, se puede completar un mayor número de generaciones al año.
- *A. dispersus* es un insecto polífago el cual, en el cantón de Matina, muestra preferencia por el banano, seguidos por la maleza tipo enredadera *Rytidostilis ciliata* y *Syngonium* sp.
- Por la facilidad de cultivo del *Syngonium* sp., por la frecuencia en que se encuentra en la zona, por el tamaño de las hojas y porque fue posible criar a la mosca blanca en dicha planta, se recomienda utilizar esta maleza en la reproducción de *A. dispersus.*
- Se recomienda hacer un inventario y una cuantificación de las poblaciones de parasitoides que visitan las malezas dentro de las fincas bananeras.
- Las inflorescencias de banano parecieran ser una fuente importante de alimentación para los parasitoides de *A. dispersus.* Se requieren estudios posteriores que verifiquen las implicaciones que podría tener el embolse prematuro de la fruta con bolsas tratadas con el insecticida pyrazofos (Dursban®) sobre los parasitoides.
- *A. dispersus* cuenta con gran diversidad de enemigos naturales, entre los cuales están los parasitoides *Encarsiella noyesi*, *E. aleurodici*, una nueva especie de *Encarsiella* aún no descrita y *Encarsia guadalupae;* los coccinélidos *Symnus* sp. y *Nephaspis* sp.; dos especies de ácaros de la familia Phytoseiidae; las arañas *Chrysso* sp., *Plesiometa argyra* y *Gasteracantha cancriformis*; algunos véspidos y a *Chrysopa* sp. Se recomienda la construcción de una tabla de vida para la mosca blanca. La información recabada proporcionaría datos sobre el potencial de crecimiento de la plaga y señalaría los factores clave que inciden en la mortalidad de *A. dispersus*.

- Existen diferencias en las poblaciones de mosca blanca y sus parasitoides en las fincas muestreadas. El incremento poblacional de *A. dispersus* en la mayoría de las fincas coincide con la época posterior a la aplicación de nematicidas, principalmente del Counter®. Los parasitoides son dependientes de la densidad poblacional de la plaga. El efecto de la temperatura y la precipitación en las poblaciones de mosca blanca y los parasitoides no es claro. Se recomienda alternar las familias de nematicidas y no aplicar alguna fuente de terbufos al inicio de la época seca. Además, se sugiere continuar con el monitoreo mensual de la plaga y sus parasitoides.
- Los vapores de los nematicidas afectan la población de mosca blanca y sus enemigos naturales. Bajo las condiciones de esta investigación, la población de mosca blanca es mayor con el uso de Counter® y Bioquím®. La población de parasitoides fue mayor en el testigo y menor con el Bioquím®, por lo que se sugiere repetir este ensayo en diferentes fincas para corroborar los resultados.
- A pesar de que no se pudo determinar si había diferencia en la susceptibilidad de la mosca blanca y sus parasitoides por no tener éxito en la reproducción masiva de la plaga, el ensayo de dinámica poblacional y el de vapores arrojó información importante sobre el efecto de los nematicidas en la población de *A. dispersus* y sus enemigos naturales.
- El efecto de la fumagina en la producción de banano indica que existen diferencias en el grosor del dedo de la mano central y penúltima. Las plantas con fumagina necesitaron 10 días más (días colgando) para alcanzar el grado de cosecha.

LITERATURA CITADA

Altieri, M.A. 1983. Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa. Valparaíso, Chile, Centro de Estudios Apropiados para América latina. 184 p.

Altieri, M.A.; van Schoonhoven, A.; Doll, J. 1997. The ecological role of weeds in insect pest management systems: A review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris*) cropping systems. PANS 23(2):195-205.

Andrews, K.L.; Barnes, M.M.; Hoffman, H. 1989. Utilización del control químico. *In* Andrews y Quesada (Eds). Manejo Integrado de Plagas. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. p. 299-328.

Bastidas, H.; Murillo, A.; Pantoja, A.; Zuluaga, J.I.; Gutiérrez, Y. 1994. Reconocimiento de arañas en algodonero en el Valle del Cauca. Revista MIP No. 32:33-35.

Cave, R. 1995. Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en América Central. Honduras, El Zamorano, 202 p.

Cherry, R. 1979, Temperature tolerance of three whitefly species found in Florida. Environmental Entomology 8:1150-1152.

Cisneros, V.F. 1980. Control de plagas agrícolas. Lima, Perú, Universidad Agraria La Molina. Pp. 39-40.

Collins, J.K.; Perkins-Veazie, P.; Maness, N.; Cartwright, B. 1994. Resistance in muskmelon cultivars to melon aphid. HortScience 29(11): 1367.

Costello, M.; Daane, K. 1995. Spider (Araneae) species composition and seasonal abundance in San Joaquin Valley grape vineyards. Environmental Entomology 24(4):823-831.

Croft, B.A. 1990. Arthropod biological control agents and pesticides. Oregon, John Wiley & Sons.

Dowdeswell, W.H. 1966. Ecología animal. Madrid, España, Editorial Alhambra. p. 33-87.

Hanson, P. 1993. La importancia de la taxonomía en el control biológico. Revista MIP No. 29:48-50.

Hanson, P. 1995. Aphelinidae. *In* Hanson y Gauld (Eds). The Hymenoptera of Costa Rica. Oxford University Press. p. 282-289 .

Horn, D.J. 1988. Ecological approach to pest management. New York, Guilford Press. 285 p.

Kumashiro, B.R.; Lai, P.Y.; Funasaki, G.Y.; Teramoto, K.K. 1983. Efficacy of *Nephaspis amnicola* and *Encarsia ?haitiensis* in controlling *Aleurodicus dispersus* in Hawaii. Proceedings Hawaiian Entomological Society 24(2-3):261-267.

Lambkin, T.A. 1996a. Pest status and control of spiralling whitefly *Aleurodicus dispersus* Russell (Homoptera: Aleyrodidae) in Queensland, Australia. Queensland, Australia, Department of Primary Industries. 58 p.

Lambkin, T.A. 1996b. Status and control of spiralling whitefly *Aleurodicus dispersus* Russell in bananas in Costa Rica, Central America. Queensland, Australia, Department of Primary Industries. 16 p.

Mansour, F.; Wysoki, M.; Whitcomb, W.H. 1985. Spiders inhabiting avocado orchards and their role as natural enemies of *Boarmia selenaria* Schiff. (Lepidoptera: Geometridae) larvae in Israel. Ecology et Applicata 6(4):315-321.

Mexón , R.G.; Chinchilla, C.M. 1992. Entomofauna perjudicial, enemigos naturales y malezas útiles en palma aceitera en América Central. Manejo Integrado de Plagas 20/21:1-7.

Perrin, R.M. 1975. The role of the perennial stinging nettle *Urtica dioica* as a reservoir of beneficial natural enemies. Annals of Applied Biology 81:289-297.

Rajak, R.L.; Diwakar, M.C. 1987. Kolshi problem in orange orchards of Vidarbha region (Maharashtra). Plant Protection Bulletin-Faridabad 39(4): 1-2.

Riofrío Sáenz, J. 1989. Incidencia de la Sigatoka negra en la calidad de la fruta de exportación. Revista Anuario (Ecuador) p. 28-32.

Root, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats. The fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecological Monographs 43:45-124.

Serra, C. 1996. Biología de moscas blancas. *In* Hilje (Ed) Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba Costa Rica, CATIE. p. 11-21. (Materiales de Enseñanza/CATIE; no. 37)

Shashi-Kapoor; Cheema, S.S.; Kapoor, S.P.; Kapoor, S. 1992. Some of the biological changes in citrus leaves infected with sooty mould *Capnodium citri*. Journal of Research, Punjab Agricultural University 29(3): 354-356.

Smith, J.G. 1976. Influence of crop background on natural enemies of aphids on brussel sprouts. Annals of Applied Biology 83:15-29.

Southwood, T.R.E. 1978. Ecological methods with particular references to the study of insect populations. 2nd.ed. London, Chapman and Hall. 524 p.

Van Emden, H.F. 1965. The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. Scientific Horticulture 17:121-136.

Vargas, E. 1997. Impacto del insecticida terbufos sobre *Cotesia flavipes* Cam. (Hym: Braconidae), parasitoide de *Diatraea saccharalis* F. (Lep: Pyralidae). Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 78 p.

Varley, G.C.; Gradwell, G.R.; Hassell, M.P. 1973. Insect population ecology: an analytical approach. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 212 p.

Waterhouse, D.F.; Norris, K.R. 1989. Biological control: Pacific Prospects. Supplement 1. ACIAR Monograph No. 12. p. 12-23.

Wijesekera, G.A.W.; Kudagamage, C. 1989. Life history and control of spiralling whitefly *Aleurodicus dispersus* (Homoptera: Aleyrodidae): fast spreading pest in Sri Lanka. Sri Lanka, Central Agricultural Research Institute, p. 22-25.

Wood, B.W.; Tedders, W.L.; Reilly, C.C. 1988. Sooty mold fungus on pecan foliage suppresses light penetration and net photosynthesis. HortScience 23(5):851-853.