Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 39 p. 1-9, 1996.

RESPUESTA DE LA ENTOMOFAUNA BENEFICA DEL CAFE (*Coffea arabica*) A VARIAS FRECUENCIAS DE APLICACION DE ENDOSULFAN, EN COSTA RICA*

Mauricio G. Cerda**
Paul Hanson***
Olger Borbón****
Luko Hilje**

RESUMEN

Se simuló lo que sucedería en los cafetales de Costa Rica si ingresara la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferr.), y se aplicara endosulfán (Thiodan) para combatirla. La investigación se realizó en dos haciendas cafetaleras, con clima contrastante: La Isabel (Turrialba, Cartago) y Yurustí (Santo Domingo, Heredia). Se evaluaron cuatro frecuencias de aplicación del insecticida, a partir de la floración principal, sobre los parasitoides de plagas secundarias. Las densidades de plagas secundarias (el minador *Leucoptera coffeella*, la cochinilla *Planococcus citri* y la escama *Saissetia coffeae*) fueron siempre muy bajas, al igual que las de sus parasitoides. Esto confirma que el cafetal es un agroecosistema estable, numéricamente, en la abundancia recíproca de herbívoros y sus parasitoides. De éstos, se analizaron cinco taxa con especies que atacan plagas secundarias: Cheloninae (Braconidae), Microgastrinae (Braconidae), Encyrtidae, Eulophidae y Telenominae (Scelionidae). Ninguna de las frecuencias de endosulfán afectó adversamente las poblaciones de parasitoides, ni provocó brotes de las plagas secundarias del café.

Palabras Claves: Café, Endosulfán, Parasitoides.

RESPONSE OF BENEFICIAL ENTOMOFAUNA OF COFFEE (*Coffea arabica*) TO SEVERAL APPLICATION FREQUENCIES OF ENDOSULFAN IN COSTA RICA

ABSTRACT

A simulation of the consequences of spraying endosulfan (Thiodan) to control the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferr.), not yet reported in Costa Rican coffee plantations, was carried out at Turrialba (Cartago) and Santo Domingo (Heredia), which have contrasting climates. The effect of four insecticide application frequencies on parasitoids of secondary pests was evaluated, starting at the main blooming period. Densities of secondary pests (the leafminer *Leucoptera coffeella*, the mealybug *Planococcus citri*, and the scale *Saissetia coffeae*), as well as those of their parasitoids, were very low. This confirms that coffee plantations are quite stable, in terms of herbivore and parasitoid numbers. Five parasitoid taxa which include species attacking secondary pests, were analyzed: Cheloninae (Braconidae), Microgastrinae (Braconidae), Encyrtidae, Eulophidae, and Telenominae (Scelionidae). None of the insecticide frequencies evaluated adversely affected parasitoid populations, nor caused secondary pest outbreaks.

Key Word: Coffee, Endosulfan, Parasitoids.

INTRODUCCION

El café (*Coffea arabica*), es uno de los productos agrícolas de exportación más importantes de América Central. Este puede ser seriamente afectado por plagas, como la broca del fruto del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), la cual es exótica (Le Pelley 1968).

En Costa Rica, los cafetales históricamente han sido un sistema sostenible, sin problemas serios con insectos plagas (Hilje *et al.* 1989). Esto podría deberse a que las poblaciones de enemigos naturales de las plagas potenciales se mantienen en equilibrio y en proporción similar a ellas (Le Pelley 1968).

El ingreso inminente de la broca del café al país podría provocar desequilibrios en el sistema, si se aplican indebidamente insecticidas como

Recibido: 28/06/95. Aprobado: 25/01/96.
*Parte de la tesis de Magister Scientiae del primer autor. Escuela de Postgrado, CATIE. Turrialba, **Costa Rica**.
CATIE. Unidad de Fitoprotección, Turrialba, **Costa Rica.
***Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. San José, **Costa Rica**.
****Instituto Costarricense del Café (ICAFE). Heredia, **Costa Rica**.

el endosulfán, que es el más recomendado. Esto podría diezmar las poblaciones de los enemigos naturales de plagas secundarias, como el minador (*Leucoptera coffeella*), la cochinilla harinosa (*Planococcus citri*), la escama del café (*Saissetia coffeae*) y la arañita roja (*Oligonychus yothersi*) (ICAFE-MAG 1989).

Debido a esto es importante determinar el efecto de varias frecuencias de aplicación de endosulfán sobre las poblaciones de parasitoides de las plagas secundarias del café, así como el riesgo de conversión de éstas en plagas primarias.

MATERIALES Y METODOS

Localidades. Los experimentos se realizaron en dos cafetales de Costa Rica, uno con floraciones "erráticas" (La Isabel, Turrialba, Cartago) y otro con floraciones definidas (Yurustí, Santo Domingo, Heredia).

Yurustí, a 1150 msnm, está localizada en la zona de vida de bosque húmedo premontano (Tosi 1969); tiene suelos Typic dystrandept, y pendiente de 1-2%. La temperatura media anual es de 21ºC, humedad relativa de 85% y precipitación anual de 1950 mm. Es una explotación comercial de ocho años de edad y sin sombra, con una densidad de plantación de 11.111 plantas/ha. Las variedades cultivadas son Catuaí rojo y Catuaí amarillo.

La Isabel, a 650 msnm, está ubicada en la zona de vida de bosque muy húmedo premontano (Tosi 1969); tiene suelos Typic humitropept y una pendiente de 5%. La temperatura media es de 22,5ºC, la humedad relativa de 85% y precipitación anual de 2678 mm. Es una explotación comercial de ocho años de edad, con sombra de poró (*Erythrina poeppigiana*) y una densidad de siembra de 6.000 plantas/ha. La variedad cultivada es Caturra.

Descripción del experimento y tratamientos. El área experimental fue de 12.250 m² en ambas localidades. Cada unidad experimental medía 1.225 m² (35 x 35 m) incluyendo los bordes, de 3 m en cada lado de la parcela; por lo tanto, la parcela útil era de 841 m². En Yurustí, algunas parcelas no formaban un cuadrado exacto (35x35) por condiciones del terreno. La unidad experimental constó de 1388 plantas en Yurustí, y de 750 plantas en La Isabel.

Se evaluaron cuatro tratamientos (frecuencias de aplicación de endosulfán) más el testigo (sin aplicación). La dosis usada fue de 1,5 l/ha y los períodos de aplicación a partir de la floración principal de cada localidad fueron los siguientes:

- Sin aplicación (**T0**)
- A los 40 días (**T1**)
- A los 40 y 80 días (**T2**)
- A los 40, 80 y 100 días (**T3**)
- A los 40, 80, 100 y 120 días (**T4**)

La floración principal en La Isabel y Yurustí ocurrió el 8 y el 27 de abril de 1994, respectivamente.

Las unidades experimentales se ubicaron en el campo siguiendo un diseño completamente al azar. Para evitar interferencias, la separación mínima entre parcelas fue de 50 m en La Isabel y 20 m en Yurustí. Se realizaron dos repeticiones por tratamiento, para un total de 10 parcelas por localidad.

Sobre el suelo se colocaron trampas amarillas, de tonalidad "honda"; estas trampas eran palanganas plásticas de 20 cm de diámetro y de 7 cm de profundidad, con agua y detergente. En cada unidad experimental se ubicaron nueve trampas, repartidas en tres tripletas, una en cada tercio de la unidad experimental. En cada muestreo se escogieron tres surcos de la parcela útil y en cada uno de éstos se colocaron tres trampas, a 7 m entre una y otra y 6 m entre surcos, como mínimo. Las nueve trampas de cada unidad experimental constituyeron una observación.

Las trampas permanecieron en el campo por 40 h. El contenido de las trampas de cada unidad experimental se vertió en una cubeta plástica y se filtró usando un tamiz No. 70, quedando solamente insectos en el mismo. Después los insectos se colocaron en alcohol al 70%, dentro de pequeñas bolsas plásticas identificadas. En el laboratorio se separaron, contaron e identificaron solo los himenópteros.

Antes de cada aplicación de endosulfán se efectuaron ejercicios de calibración directa. Las aplicaciones se realizaron con bomba manual de espalda.

Antes de comenzar las aplicaciones en cada parcela se hizo un muestreo de referencia de las poblaciones de parasitoides y plagas

secundarias. Posteriormente, los muestreos se realizaron a los 2, 14, 26 y 38 días después de la 1º y 4º aplicaciones, y a los 2 y 14 días, después de la 2º y 3º; con esto se completaron 13 muestreos por repetición, incluyendo el de referencia (130 observaciones por localidad).

También se efectuaron muestreos para detectar posibles brotes de las siguientes plagas secundarias: *L. coffeella*, *P. citri* y *S. coffeae*. Se hicieron cinco muestreos en cada localidad y en cada unidad experimental, incluyendo el de referencia. El resto de los muestreos se realizaron tres días después de cada aplicación, con excepción del segundo muestreo en Yurustí, que debido a las fuertes lluvias, se efectuó seis semanas después (cuatro días antes de la 2º aplicación).

Para *L. coffeella* y *P. citri*, se eligieron 20 plantas al azar en cada parcela y se tomó una "bandola" o rama plagiotrópica del estrato medio-inferior de cada planta. Para *L. coffeella* se contó el número total de hojas de cada "bandola", y la frecuencia de ataque en dichas hojas; para *P. citri* se escogió otra "bandola", en la que se contó el total de glomérulos y los afectados por el insecto, para obtener la frecuencia de ataque. Para *S. coffeae* se observó sólo su frecuencia (presencia o ausencia) en la ramas y frutos de una "bandola" del estrato medio, escogida al azar; de ésta se obtuvo su frecuencia en las 20 plantas.

Durante el estudio se muestrearon 1000 plantas en cada localidad.

En cuanto al análisis, en el caso de los parasitoides (Cheloninae, Microgastrinae, Encyrtidae, Eulophidae y Telenominae), se hicieron cuatro análisis de varianza, utilizando los datos de los muestreos correspondientes a cada aplicación.

Para *L. coffeella* y *P. citri* se efectuaron cuatro análisis de varianza, cada uno con los datos del muestreo realizado después de cada aplicación. Para *S. coffeae*, la medición fue cualitativa (porcentajes de frecuencia). Los datos de las frecuencias de plagas secundarias fueron transformados utilizando arcosen ($\sqrt{x/100}$), y para los parasitoides se utilizó log (x) + 1.

RESULTADOS

Debido a la naturaleza de los experimentos, las aplicaciones de endosulfán se hicieron en diferentes épocas. Por tanto, los tratamientos se diferenciaron conforme avanzaron las aplicaciones. Por ejemplo, después de la primera aplicación, había dos tipos de tratamientos: el testigo y todos los demás. No fue sino después de la última aplicación, que quedaron diferenciados todos los tratamientos.

Abundancia de herbívoros

L. coffeella. En ambas localidades la frecuencia fue baja, levemente mayor en Yurustí (Fig. 1). Los valores promedio variaron entre 0,5-8,6%. No hubo diferencias entre tratamientos, con excepción de los muestreos 3º y 4º en La Isabel, donde hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre T0 y T3 en el 3º, y altamente significativas ($p < 0,01$) entre T0 y T4 en el 4º.

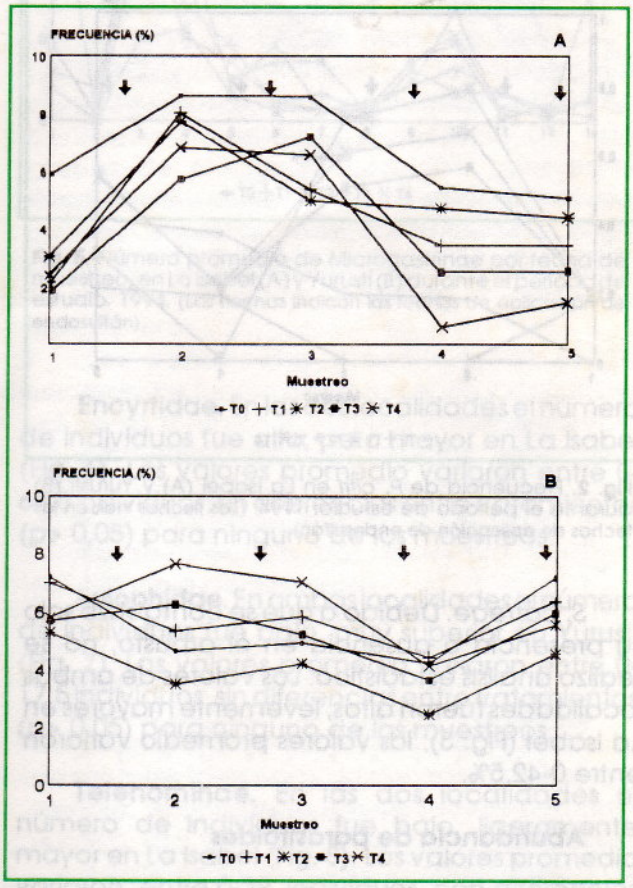

Fig. 1. Frecuencia de *L coffeella* en La Isabel (A) y Yurustí (B) durante el período de estudio. 1994. (Las flechas indican las fechas de aplicación de endosulfán).

P. citri. En las dos localidades la frecuencia fue muy baja, ligeramente mayor en La Isabel (Fig. 2); los valores promedio variaron entre 0-1,5%. No hubo diferencias entre tratamientos, con excepción del 2º muestreo en Yurustí, donde T1 y T2 fueron diferentes ($p<0,01$).

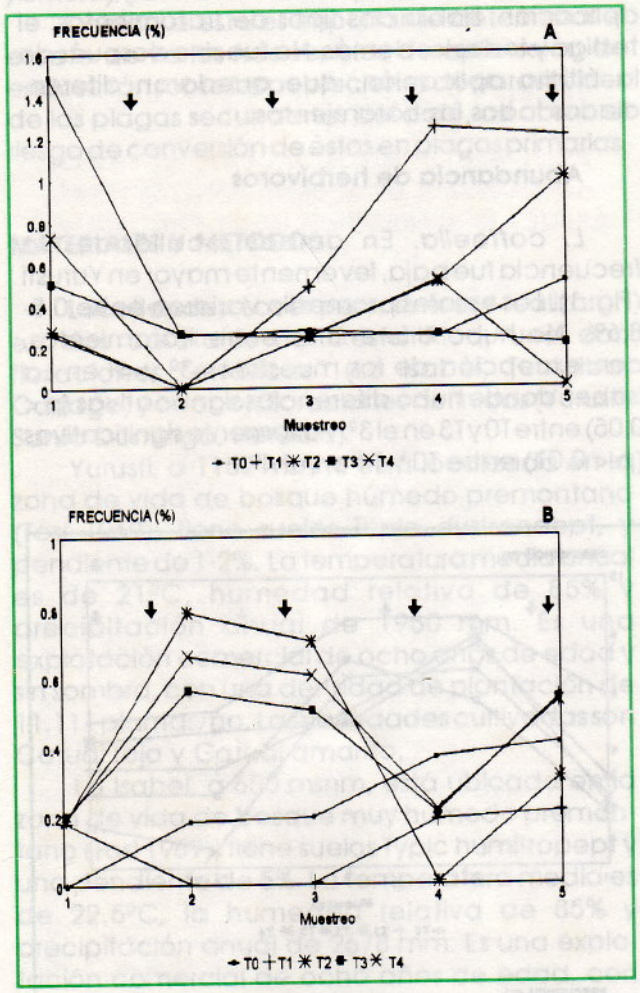

Fig. 2. Frecuencia de *P. citri* en La Isabel (A) y Yurustí (B) durante el período de estudio. 1994. (Las flechas indican las fechas de aplicación de endosulfán).

S. coffeae. Debido a que se contabilizó solo su presencia o ausencia en el arbusto, no se realizó análisis estadístico. Los valores de ambas localidades fueron altos, levemente mayores en La Isabel (Fig. 3); los valores promedio variaron entre 0-42,5%.

Abundancia de parasitoides

Estuvieron representadas 28 familias y subfamilias de himenópteros parasitoides en ambas localidades. De éstas, cinco incluyen especies que atacan plagas secundarias del café, como son: Cheloninae (Braconidae), Microgastrinae (Braconidae), Encyrtidae, Eulophidae y Telenominae (Scelionidae).

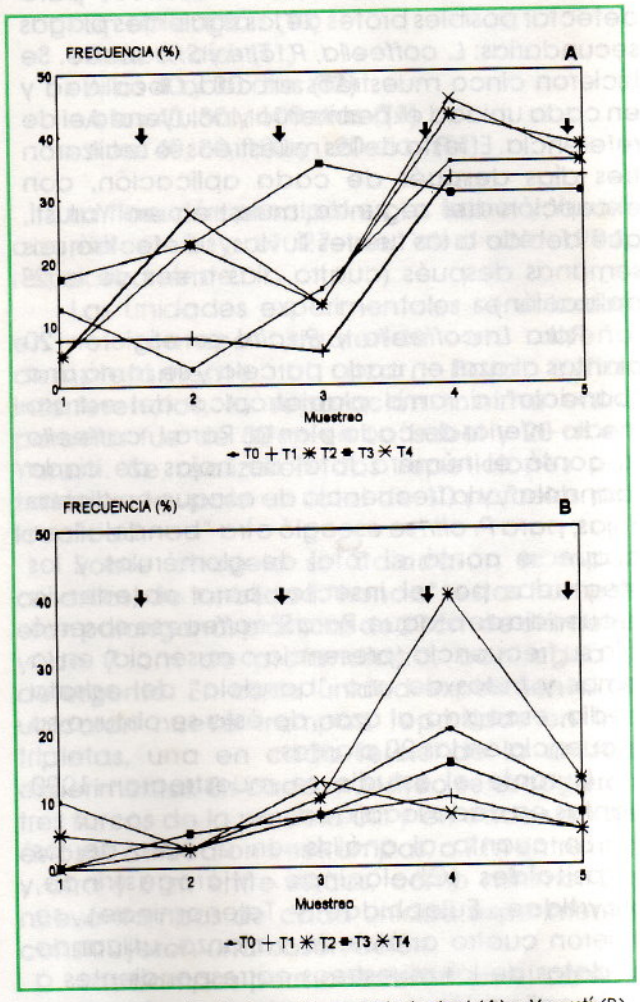

Fig. 3. Frecuencia de *S. coffeae* en la Isabel (A) y Yurustí (B) durante el período de estudio. 1994. (Las flechas indican las fechas de aplicación de endosulfán).

Después de cada aplicación se hicieron varios muestreos; la cantidad de éstos no fue uniforme. Después de la 1ª aplicación se efectuaron los muestreos 2º 3º 4º y 5º; posterior a la 2º aplicación se hicieron los muestreos 6º y 7º. Los muestreos 8 y 9 se realizaron después de la 3º aplicación; y después de la 4º aplicación se hicieron los muestreos 10º, 11º, 12º y 13º. En total se realizaron 13 muestreos en cada parcela de cada localidad, incluyendo el inicial de

referencia. El último muestreo en La Isabel se omitió del análisis, pues hubo hurto de las trampas.

Cheloninae. En ambas localidades el número de individuos fue bajo, mucho mayor en Yurustí (Fig. 4). Los valores promedio variaron entre 0-20 individuos, sin diferencias entre tratamientos (p> 0,05) para ninguno de los muestreos.

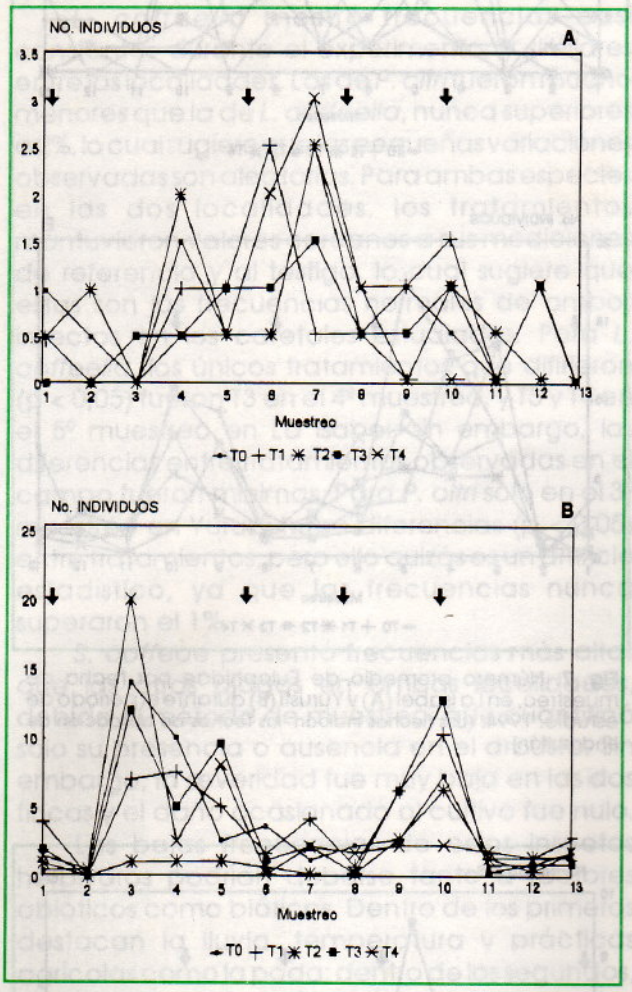

Fig. 4. Número promedio de Cheloninae por fecha de muestreo, en La Isabel (A) y Yurustí (B) durante el período de estudio. 1994. (Las flechas indican las fechas de aplicación de endosulfán).

Microgastrinae. Tanto en La Isabel como en Yurustí el número de individuos fue bajo, muy superior en la última localidad (Fig. 5). Los valores promedio variaron entre 0-18,5 individuos, sin diferencias entre tratamientos (p> 0,05) para ninguno de los muestreos.

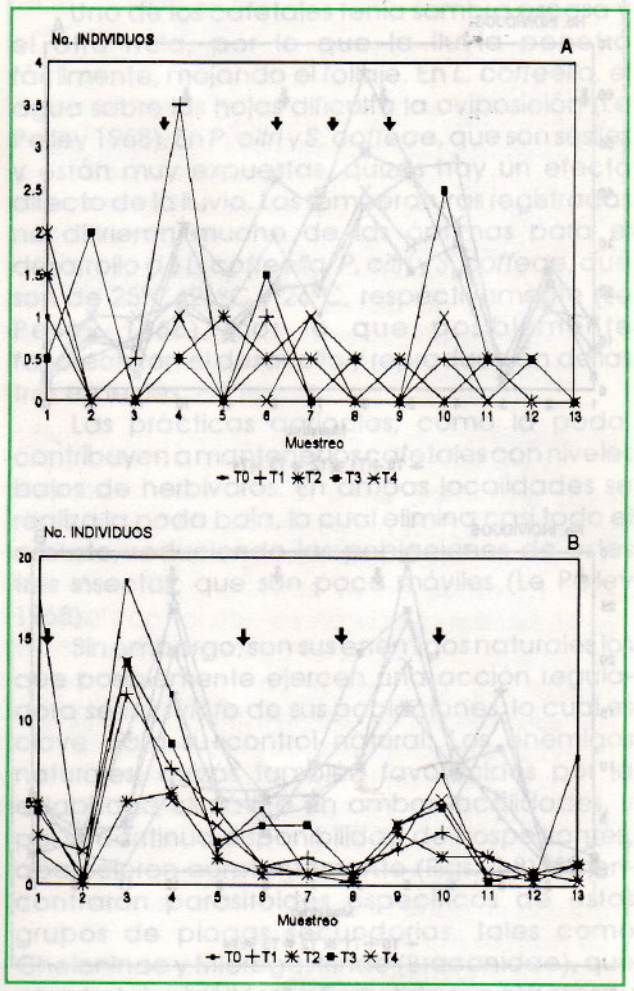

Fig. 5. Número promedio de Microgastrinae por fecha de muestreo, en La Isabel (A) y Yurustí (B) durante el período de estudio. 1994. (Las flechas indican las fechas de aplicación de endosulfán).

Encyrtidae. En las dos localidades el número de individuos fue alto, pero mayor en La Isabel (Fig. 6). Los valores promedio variaron entre 0-64,5 individuos, sin diferencias entre tratamientos (p> 0,05) para ninguno de los muestreos.

Eulophidae. En ambas localidades el número de individuos fue bajo, muy superior en Yurustí (Fig. 7). Los valores promedio variaron entre 0-17,5 individuos, sin diferencias entre tratamientos (p> 0,05) para ninguno de los muestreos.

Telenominae. En las dos localidades el número de individuos fue bajo, ligeramente mayor en La Isabel (Fig. 8). Los valores promedio variaron entre 0-39 individuos, con diferencias

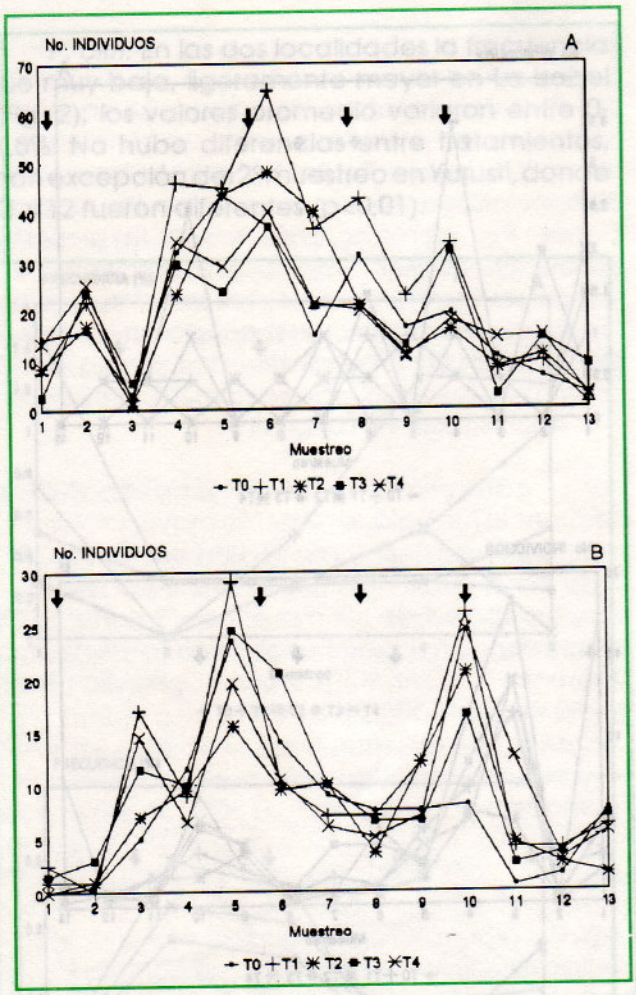

Fig. 6. Número promedio de Encyrtidae por fecha de muestreo, en La Isabel (A) y Yurustí (B) durante el período de estudio. 1994. (Las flechas indican las fechas de aplicación de endosulfán).

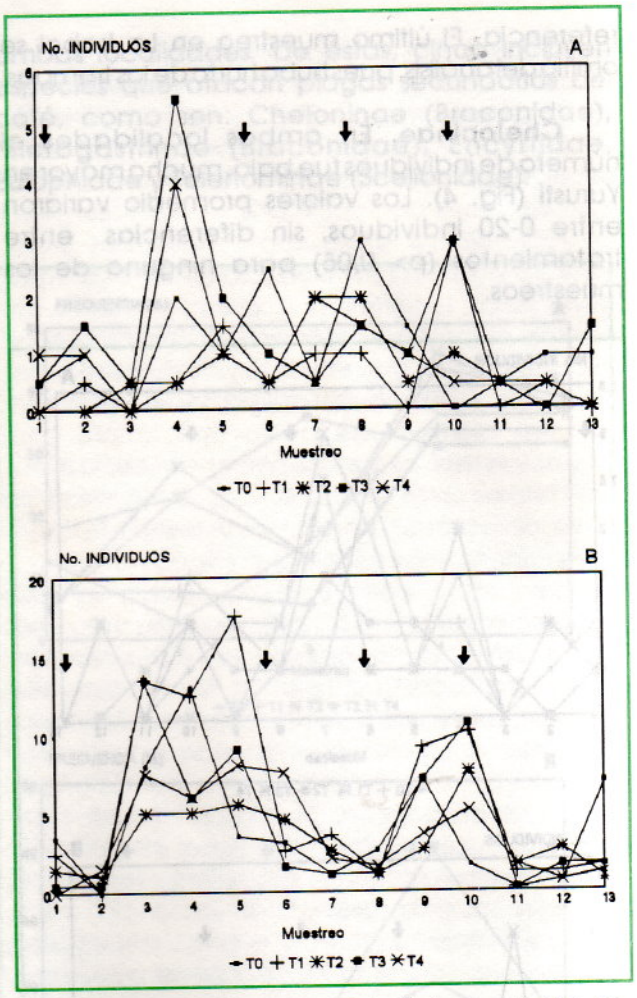

Fig. 7. Número promedio de Eulophidae por fecha de muestreo, en La Isabel (A) y Yurustí (B) durante el período de estudio. 1994. (Las flechas indican las fechas de aplicación de endosulfán).

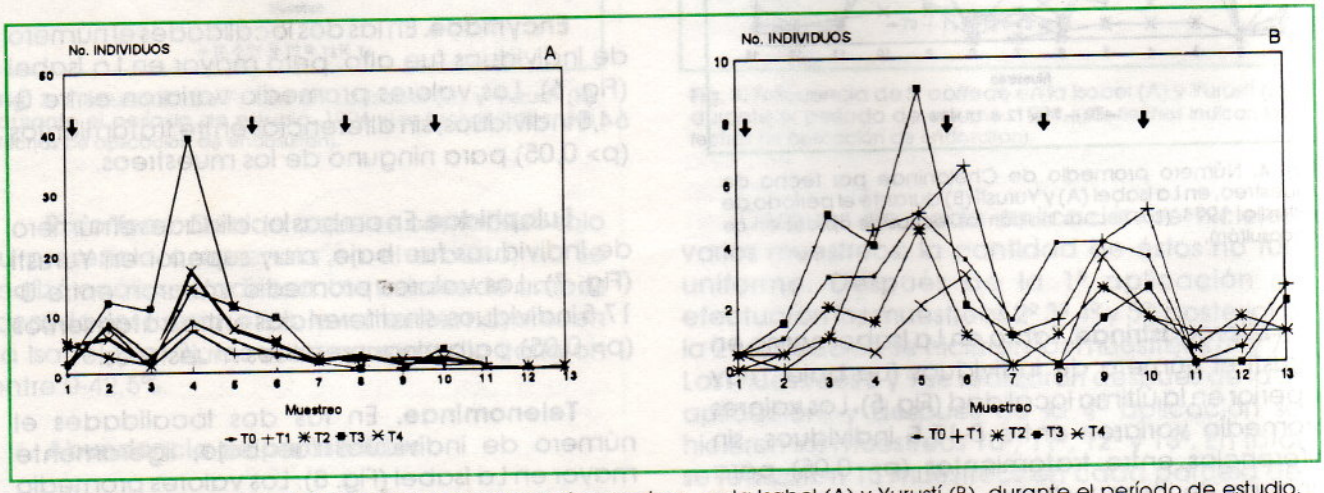

Fig. 8. Número promedio de Telenominae por fecha de muestreo, en la Isabel (A) y Yurustí (B), durante el período de estudio. 1994. (Las flechas indican las fechas de aplicación de endosulfán).

($p < 0,05$) entre T1 y T0 en el primer análisis (muestreos 2, 3, 4 y 5º) en La Isabel.

DISCUSION

En ambas localidades, la frecuencia de insectos herbívoros fue muy baja. En ningún caso, las aplicaciones de endosulfán provocaron brotes repentinos de éstos.

L. coffeella mostró frecuencias casi constantes durante el experimento, y similares entre las localidades. Las de *P. citri* fueron mucho menores que la de *L. coffeella*, nunca superiores a 2%, lo cual sugiere que las pequeñas variaciones observadas son aleatorias. Para ambas especies en las dos localidades, los tratamientos mantuvieron valores cercanos a sus mediciones de referencia y al testigo, lo cual sugiere que estas son las frecuencias normales de ambos insectos en los cafetales estudiados. Para *L. coffeella*, los únicos tratamientos que difirieron ($p < 0,05$) fueron T3 en el 4º muestreo, y T3 y T4 en el 5º muestreo en La Isabel; sin embargo, las diferencias entre tratamientos observadas en el campo fueron mínimas. Para *P. citri* sólo en el 3º muestreo en Yurustí hubo diferencias ($p < 0,05$) entre tratamientos, pero ello quizás es un artificio estadístico, ya que las frecuencias nunca superaron el 1%.

S. coffeae presentó frecuencias más altas que las otras plagas en ambas localidades, debido al método de muestreo, que cuantificó solo su presencia o ausencia en el arbusto. Sin embargo, la severidad fue muy baja en las dos fincas y el daño ocasionado al cultivo fue nulo.

Las bajas frecuencias de estos insectos herbívoros podrían deberse tanto a factores abióticos como bióticos. Dentro de los primeros destacan la lluvia, temperatura y prácticas agrícolas como la poda; dentro de los segundos, sus enemigos naturales, especialmente himenópteros parasitoides.

En Costa Rica, el café se cultiva principalmente entre 500-1700 msnm, en zonas con precipitaciones anuales de 1000-4000 mm y temperaturas moderadas (20-25ºC). Estas condiciones climáticas permiten que los insectos herbívoros estén presentes todo el año. Las zonas donde se realizó la investigación presentan estas condiciones. La alta precipitación en ambas localidades ocurrió de abril a octubre, cuando se hicieron los muestreos.

Uno de los cafetales tenía sombra escasa y el otro nula, por lo que la lluvia penetró fácilmente, mojando el follaje. En *L. coffeella*, el agua sobre las hojas dificulta la oviposición (Le Pelley 1968). En *P. citri* y *S. coffeae*, que son sésiles y están muy expuestas, quizás hay un efecto directo de la lluvia. Las temperaturas registradas no difirieron mucho de las óptimas para el desarrollo de *L. coffeella, P. citri* y *S. coffeae*, que son de 25ºC, 26ºC y 26ºC, respectivamente (Le Pelley 1968), por lo que posiblemente favorecieron el desarrollo y reproducción de las tres especies.

Las prácticas agrícolas, como la poda, contribuyen a mantener los cafetales con niveles bajos de herbívoros. En ambas localidades se realiza la poda baja, la cual elimina casi todo el arbusto, reduciendo las poblaciones de estos tres insectos, que son poco móviles (Le Pelley 1968).

Sin embargo, son sus enemigos naturales los que posiblemente ejercen una acción reguladora *sensu stricto* de sus poblaciones, lo cual es clave para su control natural. Los enemigos naturales, quizás también favorecidos por la estabilidad climática en ambas localidades, y por la continua disponibilidad de hospedantes, aparecieron constantemente (Figs. 4-8). Se encontraron parasitoides específicos de estos grupos de plagas secundarias, tales como Cheloninae y Microgastrinae (Braconidae), que atacan a lepidópteros; Encyrtidae, a escamas y cochinillas; Eulophidae, a minadores; y Telenominae, que parasita huevos de lepidópteros.

Los parasitoides específicos de plagas secundarias fueron análogos entre localidades, así como también el número total de especies de parasitoides de otros insectos, no incluidos aquí. Unicamente los Tiphiidae, que atacan larvas de *Phyllophaga* spp., fueron exclusivos de Yurustí, quizás favorecidos por la altitud o por la abundancia de sus presas.

Algunos parasitoides fueron más abundantes que otros en cada localidad, y también hubo diferencias entre localidades. Estas últimas no son fácilmente atribuibles a un factor específico, debido al efecto de la combinación de factores tales como la densidad de siembra, sombra, temperatura, precipitación, humedad relativa, etc. sobre cada especie en particular.

La abundancia observada para cada grupo de parasitoides dependió al menos de dos

aspectos: el nivel taxonómico al cual se identificaron y su especificidad. Los grupos identificados hasta subfamilia (Telenominae, Cheloninae y Microgastrinae) resultaron poco abundantes. Los Encyrtidae fueron mucho más abundantes que los Eulophidae. Dicha familia incluye especies que parasitan moscas que viven en el mantillo del cafetal; de hecho, los parasitoides de dichas moscas fueron los más abundantes, en general. También se observaron muchos otros parasitoides de moscas del mantillo, como miembros de las familias Eucoilidae y Diapriidae.

Los Telenominae mostraron números bajos pero uniformes, entre localidades, resultando ser el grupo más homogéneo entre ellas. Hubo diferencias solo inicialmente, especialmente en el 4º muestreo en La Isabel (Fig. 8), pero esto quizás se debió al azar, ya que las poblaciones se estabilizaron para el siguiente muestreo en todas las parcelas. La mayoría de los representantes de esta subfamilia consumen huevos de lepidópteros, y unos pocos consumen huevos de hemípteros. Los Cheloninae y Microgastrinae son enemigos específicos de larvas de lepidópteros. La cantidad fue baja, quizás por la poca disponibilidad de larvas, debido en parte al efecto previo del parasitismo de huevos por Telenominae.

Los Encyrtidae tienen varios hospedantes, como cochinillas, escamas, áfidos, huevos y larvas de lepidópteros (Hanson 1991). Ello podría explicar su gran abundancia, a pesar de la poca cantidad de plagas secundarias detectadas en este estudio. Los Eulophidae, en cambio, son principalmente parasitoides de minadores, y como no existen altas poblaciones de éstos, sus enemigos naturales no pueden incrementar su población.

Aparentemente, los parasitoides no fueron afectados por las aplicaciones de endosulfán, ya que sus poblaciones no variaron significativamente entre tratamientos durante el experimento. Esto indica que sus poblaciones se restablecen rápidamente, y/o recolonizan rápidamente, o que el endosulfán fue poco tóxico para ellos (Shorey y Hale 1963, Bartlett 1966, Evans, en Hütenbach 1969, Klein 1989). La expectativa de brotes repentinos de plagas secundarias, debido a la disminución de las poblaciones de sus enemigos naturales, por el empleo de endosulfán para controlar la broca, es poco factible bajo las condiciones evaluadas. Se utilizaron dosis y frecuencias de aplicación mayores que las recomendadas y no hubo desequilibrio en el agroecosistema.

Si las aplicaciones se dirigen bien y si se utilizan las dosis recomendadas (1-1,5 l/ha) y frecuencias de aplicación de 1-3 veces al año, se esperaría que el sistema lo tolere. No obstante, el uso excesivo podría afectar a los enemigos naturales y originar brotes repentinos de estas plagas.

El efecto regulatorio de los enemigos naturales sobre las plagas secundarias estudiadas se ilustra indirectamente, al perturbar el agroecosistema del café. En Costa Rica las erupciones del volcán Irazú, entre 1963-1965, produjeron una caída constante de ceniza, que posiblemente tuvo un efecto abrasivo sobre los enemigos naturales, por tener su cuerpo descubierto y porque su intensa actividad de búsqueda los expone más a la ceniza (Wille y Fuentes 1975). En cambio, *L. coffeella* se protege entre el mesófilo de la hoja, y *P. citri* posee una cubierta cerosa que la protege, así como hábitos gregarios que impiden que agentes externos afecten a todos los individuos. Este efecto diferencial quizás propició los brotes repentinos de ambas plagas, al igual que la del ácaro *Oligonychus yothersi*, que teje una tela protectora.

En contraste con dicha perturbación, provocada por la caída diaria de ceniza durante varios años, las aplicaciones de endosulfán en el experimento fueron esporádicas y de efecto aparentemente nulo sobre las poblaciones de parasitoides. Así, en ausencia de perturbaciones severas y prolongadas, parece ser que las poblaciones de enemigos naturales reprimen a las plagas potenciales (Figs. 1-3) y, a su vez, por su relación denso-dependiente (Huffaker y Messenger 1971, Berryman 1982), sus poblaciones permanecen bajas (Figs. 4-8). Esto es una evidencia clara de la gran estabilidad del agroecosistema de café, y sustenta con datos de campo que, históricamente, en Costa Rica el cultivo de café no haya sido afectado seriamente por insectos plagas (Hilje *et al.* 1989).

CONCLUSIONES

- Los cafetales mostraron ser un agroecosistema estable, desde el punto de vista de las relaciones recíprocas de

abundancia entre los insectos herbívoros y sus parasitoides.

- El endosulfán no afectó adversamente las poblaciones de parasitoides, ni provocó brotes repentinos de las plagas secundarias del café.

AGRADECIMIENTOS

Al Gobierno de Holanda, el financiamiento de los estudios de Postgrado del primer autor. Al Dr. Pedro Oñoro (CATIE) su apoyo en los análisis estadísticos. A Isabelle Lauziére, Víctor Porras y Francisco Fonseca, su gran ayuda en las fases de campo y laboratorio. Al M.Sc. Israel Garita, sus consejos. A los dueños de las haciendas La Isabel y Yurustí, su gran colaboración.

LITERATURA CITADA

BARTLETT, B.R. 1966. Toxicity and acceptance of some pesticides fed to parasitic Hymenoptera and predatory coccinelids. Jour. Econ. Entomol. 59:1142-1149.

BERRYMAN, A.A. 1982. Biological control, thresholds, and pest outbreaks. Environ. Entomol. 11:544-549.

HANSON, P. 1991. Los parasitoides asociados al café en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) 20-21:8-10.

HILJE, L.; CARTIN, V.; MARCH, E. 1989. El combate de plagas agrícolas dentro del contexto histórico costarricense. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) 14:68-86.

HUFFAKER, C.B.; MESSENGER, P.S.; DeBACH, P. 1971. The natural enemy component in natural control and the theory of biological control. In Huffaker, C.B. (ed.). Biological Control. New York. Plenum Press, p. 16-67.

HÜTTENBACH, H. 1969. Selective insecticides in integrated pest control as illustrated by Thiodan (Endosulfan). Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 76(11/12):37-47.

KLEIN, E. 1989. Impact of Thiodan on benefical arthropods in cotton in Ethiopia and Thailand. Hoechst Corporation. Biological Research Laboratory. s.p.

LE PELLEY, R.H. 1968. Pests of coffee. London, Longmans Green. 590 p.

PROGRAMA COOPERATIVO ICAFE-MAG. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. 6 ed. San José, Costa Rica, ICAFE-MAG. 122 p.

SHOREY, H.H.; HALE, R.L. 1963. Control of green peach aphid on peppers. California Agriculture 17:10-11.

TOSI, J. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica, según la clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical.

WILLE, A.; FUENTES, G. 1975. Efecto de la ceniza del Volcán Irazú (Costa Rica) en algunos insectos. Revista de Biología Tropical (C.R.) 23(2):165-175.