

# Riqueza y abundancia de hongos entomógenos en tres sistemas de manejo de cacao en Choroní, Venezuela

Thamara Rojas<sup>1</sup>  
William Goitía<sup>2</sup>

**RESUMEN.** Se comparó la riqueza y abundancia de hongos entomógenos sobre hojas de cacao (*Theobroma cacao*) en la localidad de Choroní, estado Aragua, Venezuela. Se consideraron tres parcelas de 1 ha cada una, sometidas a tres diferentes condiciones de manejo agronómico, entre agosto de 1998 y marzo de 2001: 1) bajo impacto: poda ocasional de las plantas de cacao, con remoción manual y ocasional de la maleza; 2) moderado impacto: poda frecuente y desmalezado periódico, sin aplicación de agroquímicos; 3) alto impacto: poda frecuente, desmalezado periódico y aplicación de agroquímicos. La mayor riqueza y abundancia de hongos entomógenos se presentó en la parcela de bajo impacto, donde el agroecosistema fue menos alterado que en las parcelas de moderado y alto impacto. Una especie afín con *Aegerita webberi*, y *Aschersonia basicystis* sobre moscas blancas (Homoptera-Aleyrodidae), fueron los hongos dominantes.

**Palabras clave:** Biodiversidad, control biológico, manejo agronómico, *Theobroma cacao*, hongos entomógenos.

**ABSTRACT. Richness and abundance of entomogenous fungi in cocoa under three different management systems in Choroní, Venezuela.** The richness and abundance of entomogenous fungi on cocoa leaves (*Theobroma cacao*) were compared in the locality of Choroní, Aragua state, Venezuela. Three plots of 1 hectare each were subjected to three different cultural management conditions from August 1998 to March 2001: 1) Low impact: occasional pruning of the cocoa plants, with occasional manual weed removal; 2) Moderate impact: frequent pruning of the cocoa plants and periodical removal of the weeds, without chemical applications; 3) High impact: frequent pruning of the plants, periodical weed removal and chemical applications. The greatest richness and abundance of entomogenous fungi was found in the low impact plot, where the agroecosystem was less altered compared to the moderate and high impact plots. One species close to *Aegerita webberi*, and *Aschersonia basicystis* on whiteflies (Homoptera-Aleyrodidae), were the dominant fungi.

**Key words:** Biodiversity, biological control, agronomical management, *Theobroma cacao*, entomogenous fungi.

## Introducción

Los estudios sobre el conocimiento y la preservación de la biodiversidad han estado enfocados principalmente en los ecosistemas naturales, aunque la mayor parte de la superficie terrestre está cubierta por agroecosistemas (Vandermeer y Perfecto 2000). En consecuencia, una gran proporción del total de las especies de una región se encuentra en estos sistemas agrícolas. Las especies que conforman los agroecosistemas, desde los cultivos hasta los microorganismos, son parte de la biodiversidad y desempeñan un papel importante en el balance ecológico, permitiendo una producción sos-

tenible al promover procesos y servicios ecológicos que, de perderse, tendrían costos significativos (Altieri y Nicholls 2000, Power y Flecker 2000).

En los sistemas manejados con visión ecológica, se obtiene una producción racional del cultivo y otros beneficios ambientalmente deseables, como la prevención de brotes de plagas, conservación de los recursos tierra y agua, protección ambiental y desarrollo socioeconómico (Altieri 1999), así como la conservación de la biota, cuyas funciones son potencialmente benéficas (Moreno 2001).

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). CENIAP, Apartado Postal 4653, Maracay, estado Aragua, **Venezuela**. rojasgoitia@mail.com

<sup>2</sup> Universidad Simón Rodríguez, IDECYT, Centro de Estudios para el Desarrollo de la Agroecología. Lab. Ecología y Control de Insectos, Apartado Postal 47925 Caracas 1041-A, **Venezuela**. rojasgoitia@mail.com

Sin embargo, la biodiversidad contenida en los agroecosistemas, así como los servicios ecológicos que prestan, se pueden ver afectados por el grado de modificación o la intensidad del manejo agronómico. Los sistemas más simples —como los monocultivos— y las prácticas de manejo más intensivas tienden a disminuir la biodiversidad, en comparación con sistemas más complejos o con prácticas agronómicas conservacionistas (Nestel y Altieri 1992, Roth *et al.* 1994, Power y Flecker 2000, Fuhlendorf *et al.* 2002, Saarinen 2002).

Uno de los sistemas agrícolas más estudiados desde el punto de vista ecológico y de control natural de plagas es el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L., Sterculiaceae) (Evans 1974, 1982, 2002, Roth *et al.* 1994, Power y Flecker 2000, Ruf y Zadi 2000), pues presenta varias características atractivas para estudios de diversidad y para el establecimiento de sistemas de manejo agroecológico. El cacao crece en áreas de bosque lluvioso tropical y requiere de un dosel de árboles de sombra, lo cual permite que, en sistemas bajo manejo agrícola, persista una alta diversidad vegetal y animal. Cuando las condiciones de las plantaciones de cacao se aproximan a las del hábitat natural, los problemas de plagas son menores y la presión de los hongos entomopatógenos es significativamente mayor que en bosques degradados y en plantaciones de cacao poco sombreadas (Evans 1974, 1982, 2002).

Los hongos entomógenos representan un gran potencial para el control biológico de insectos plaga (Skinner *et al.* 1991, Fournier y Brodeur 2000). Estos hongos constituyen un grupo de microorganismos ampliamente estudiado en el mundo, y se conocen más de 700 especies, asignadas a 100 géneros (Lecuona *et al.* 1996). Por el efecto que tienen en la reducción natural de poblaciones de artrópodos en los diferentes

agroecosistemas y por su selectividad y mínimo impacto ambiental, pueden ser componentes ideales en programas de manejo integrado de plagas.

El objetivo planteado en este trabajo fue conocer la riqueza y abundancia de los hongos que se hospedan en artrópodos sobre hojas de cacao y el efecto de las prácticas agronómicas sobre estas poblaciones fúngicas.

## Materiales y métodos

El área de estudio se ubicó en la Hacienda La Sabaneta, próxima a la población de Choroní, en las estribaciones del Parque Nacional Henri Pittier (10°25'N y 67°35'O, 100 msnm), estado Aragua, Venezuela. La plantación se encuentra en los bordes del río Choroní, dentro de un bosque caduciforme, con una precipitación anual de 953 – 1402 mm (medida entre 1998 y 2000), con un marcado período de escasa precipitación entre enero y marzo y un pico de máxima precipitación entre julio y agosto (Vidal 2002). Durante los meses de menor precipitación, las parcelas evaluadas se regaron por medio de canales, con agua del río Choroní, cada diez días, durante siete días, hasta el punto de saturación. Los árboles de sombra más comunes en la plantación son el mijao (*Anacardium excelsum* Bert. y Balb.), bucare (*Eritrina* spp.), cedro (*Cedrela* spp.) y cítricos (*Citrus sinensis* L. Osb.).

En este trabajo se consideraron tres parcelas comerciales de cacao, de una hectárea cada una, que desde agosto de 1998 hasta marzo de 2001 fueron sometidas a tres manejos agronómicos distintos, de acuerdo con el número y la frecuencia de las prácticas agronómicas (Vidal 2002): bajo impacto (BI), con prácticas agronómicas mínimas (poda, cosecha, platoneo y riego); alto impacto (AI), con mayor frecuencia de poda y cosecha de frutos maduros, eliminación de

**Cuadro 1.** Frecuencia de prácticas agronómicas en tres parcelas cacaoteras de Choroní, en el 2000.

Prácticas agronómicas	Frecuencia		
	Bajo impacto	Moderado impacto	Alto impacto
Poda	2	5-8	5-8
Eliminación de frutos <sup>x</sup>	0	4-6	4-6
Cosecha de frutos	6-7	8-9	8-9
Platoneo	3	3	3
Riego	+	+	+
Desmalezado manual	2	3-4	3-4
Fertilización química <sup>y</sup>	0	0	2
Fungicidas, herbicidas, insecticidas <sup>z</sup>	0	0	1

<sup>x</sup> Frutos dañados por hongos, vertebrados o insectos. <sup>y</sup> Fórmula: 100 g (12-24-12) + 90 g de sulfato de potasio + 11 g de urea por planta y aplicación. <sup>z</sup> Pasta química (fipronil 0,5 cc/l + Cobrex® 10 cc/l), Tordón® (750 cc/árbol).

frutos dañados por perforaciones de insectos, aves o mamíferos, desmalezado manual y aplicación de fertilizante, fungicidas, herbicidas e insecticidas, y moderado impacto (MI), con una frecuencia de prácticas agronómicas similar a la de AI, pero sin aplicación de agroquímicos (Cuadro 1). La ubicación espacial de cada una de estas parcelas, con distintos grados de manejo agrícola, fue seleccionada al azar.

Los agroquímicos empleados en la parcela de AI fueron el herbicida Tordón® (piclorám) a 750 cc/l, para el secado de 11 árboles de sombra, en mayo de 1998; pasta química —fipronil 0,5 cc/l + Cobrex® (oxicloruro de cobre a 10 cc/l)— para el control de termitas (Isoptera), en abril de 1999; fertilización del suelo, con 100 g de la fórmula (12 N-24 P-12 K) + 90 g de  $\text{SO}_4\text{K}_2$  + 11 g de urea, por cada planta, en julio y noviembre de cada año (Rodríguez y Parra 1999).

Se despejaron las malezas y la hojarasca en un área circular, de aproximadamente 1 m de radio, alrededor de la base del tronco de las plantas de cacao (platonos).

En las tres parcelas, los hongos entomógenos se recolectaron durante octubre del 2000, al final del período lluvioso. En cada parcela se evaluaron 24 plantas de cacao, seleccionadas al azar, para un total de 72. En cada planta se recolectaron cuatro hojas maduras, de la parte terminal de cuatro ramas opuestas, en la parte baja del dosel, para completar una muestra de 16 hojas por planta. Las hojas se observaron con lupa estereoscópica en el laboratorio, para cuantificar los artrópodos con presencia de hongos.

Se montaron porciones completas y cortes con micrótopo de congelación de los especímenes fúngicos (unidad hongo/artrópodo) en lactofenol y lactofucsina y se examinaron mediante microscopía de campo luminoso. Las colecciones micológicas se incorporaron al Herbario Micológico “Albert S. Muller” (VIA) del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Maracay, Estado Aragua, Venezuela.

Se tomaron medidas microclimáticas alrededor de cada planta. La temperatura y el porcentaje de humedad relativa se midieron con un termohigrómetro digital CE, BOE 330, de rango de temperatura de 0 a + 50 °C ( $\pm 1$  °C) y humedad relativa de 25 a 95% ( $\pm 1$ %). Este se colocó en el tronco de la planta, a la altura del pecho (a unos 1,4 m), y después de 5 min se anotaron las medidas.

Se midió también la incidencia de luz solar, utilizando un lucímetro Sper Scientific 840006, de rango 0 – 20000 Lux, medido en la escala de 20000 Lux

( $\pm 7\%$  de la lectura,  $\pm$  FS). La incidencia de la luz se midió en dos posiciones: a) colocado en un borde del dosel de la planta y suspendido sobre la mano a una altura aproximada de 2 m, para medir la luz que incidía sobre la planta; b) colocado en el suelo, en la mitad del radio entre el tronco y el borde del dosel de la planta, con la intención de medir la luz que incidía en el suelo, debajo de la planta.

Se evaluaron la riqueza de especies ( $S$ = número total de especies), la abundancia (sumatoria del número de especímenes de cada una de las especies), el índice de diversidad de Shannon ( $H' = - \sum p_i \ln p_i$ , donde  $p_i$  es la proporción de individuos de la especie  $i$ ), el índice de dominancia Berger-Parker ( $d$ = la proporción de la especie más abundante), el índice de equitabilidad de Shannon ( $E = H'/H'_{\max} = H'/\ln S$ , donde  $H$  es el índice de diversidad de Shannon y  $\ln S$  es el logaritmo natural del número de especies), y el porcentaje de similitud entre dos sitios ( $PS = \sum \text{mínimo}(p_{1i}, p_{2i}) \times 100$ , donde  $p_{1i}$  es la proporción de la especie  $i$  en el lugar 1 y  $p_{2i}$  es la proporción de la misma especie  $i$  en el lugar 2) (Roth *et al.* 1994).

Se comparó la riqueza y abundancia de hongos entomógenos sobre las plantas, así como los valores de temperatura, porcentaje de humedad relativa, y la incidencia de luz entre parcelas, utilizando la comparación de medias de Kruskal-Wallis (Siegel 1982). Se correlacionaron los valores de temperatura, porcentaje de humedad relativa y la incidencia de luz con la abundancia y riqueza de hongos entomógenos, por medio de la correlación de los rangos de Spearman (Siegel 1982).

## Resultados

En las tres parcelas de cacao evaluadas se encontraron diez especies pertenecientes a ocho géneros de hongos entomógenos. Dichas especies se hospedaron sobre diversos artrópodos pertenecientes a las clases Insecta y Arachnida (Cuadro 2). Los hongos encontrados mostraron especificidad al orden de los artrópodos hospedantes, con excepción de *Verticillum lecanii* (Zimm.) Viégas y de dos especies no identificadas de *Torrubiella*, hallados sobre artrópodos de diversos órdenes.

Con respecto a los insectos hospedantes, estos pertenecen a cuatro órdenes, de los cuales Homoptera representó el grupo con mayor número de individuos afectados por hongos entomógenos (98,2%). Con relación a la clase Arachnida, se encontraron arañas del orden Araneidea atacadas por hongos (1,4%) (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Número de especímenes (hongo entomógeno sobre artrópodo) recolectados en 24 plantas de cacao por parcela, en Choróní, octubre 2000.

Hongo	Artrópodo hospedante	Parcelas			Total
		BI	MI	AI	
sp. aff. <i>Aegerita webberi</i> Fawcett	Aleyrodidae	1625	912	593 <sup>z</sup>	3130
<i>Aschersonia basicystis</i> Berk. & M.A. Curtis	Aleyrodidae	130	29 <sup>y</sup>	16 <sup>y</sup>	175
<i>Cordyceps</i> sp.	Diptera	1	0	0	1
<i>Gibellula pulcra</i> (Sacc.) Cavara	Arachnida	5	6	6	17
<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metsch.) Sorok.	Blatellidae	1	0	0	1
<i>Podonectria</i> sp.	Cicadellidae	0	2	2	4
<i>Torrubiella</i> sp. 1	Arachnida	2	1	3	6
<i>Torrubiella</i> sp. 2	Coccidae	1	1	0	2
<i>Verticillium lecanii</i> (Zimm.) Viegas	Aleyrodidae	0	1	2	3
<i>V. lecanii</i>	Coccidae	1	1	0	2
<i>V. lecanii</i>	Hemiptera	0	0	1	1
<i>V. lecanii</i>	Insecta	2	2	2	6
<i>Verticillium</i> sp.	Arachnida	8	6	9	23

<sup>z</sup>:  $p < 0,05$ , <sup>y</sup>:  $p < 0,00$ , respecto a la parcela BI (Kruskal-Wallis). Parcelas BI: bajo impacto. MI: moderado impacto. AI: alto impacto.

El total de especímenes de hongos entomógenos fue de 3371. Un hongo afín con *Aegerita webberi* Fawcett, sobre ninfas de mosca blanca, fue el más abundante (92,9% del total), seguido por *Aschersonia basicystis* Berk. & M.A. Curtis, con 5,2 %, mientras que las restantes ocho especies juntas representaron el 2,0% (Cuadro 2).

Las moscas blancas (Aleyrodidae) fueron el grupo de artrópodos más atacado por hongos entomógenos (98,1 %), específicamente por sp. aff. *A. webberi* y *A. basicystis* (Cuadro 2).

**Cuadro 3.** Abundancia, riqueza, equitabilidad (E), índice de diversidad de Shannon (H') y dominancia (d) de especies de hongos entomógenos, en tres parcelas de cacao, bajo diferentes manejos agronómicos. Choróní, octubre 2000.

	Parcelas		
	BI	MI	AI
Abundancia	1776	961 <sup>z</sup>	634 <sup>y</sup>
Riqueza	9	7 <sup>z</sup>	7
H	0,33	0,27	0,34
E	0,15	0,14	0,17
d	0,93	0,95	0,94

<sup>z</sup>:  $p < 0,05$ , <sup>y</sup>:  $p < 0,01$ , respecto a la parcela BI (Kruskal-Wallis). Parcelas BI: bajo impacto. MI: moderado impacto. AI: alto impacto.

La riqueza y abundancia de hongos entomógenos variaron entre las parcelas, disminuyendo en aquellas donde se incrementó la intensidad del manejo agrícola: BI (nueve especies, 52,7% del total de individuos),

MI (ocho especies, 28,5%), y AI (siete especies, 18,8%) (Cuadro 3).

El índice de diversidad H' y el índice de equitabilidad (E) mostraron una ligera disminución en la parcela MI, en comparación con las otras dos parcelas. Los valores de equitabilidad fueron bajos, contrapuestos a los altos valores de dominancia (Cuadro 3). El porcentaje de similitud entre las parcelas de BI, AI y MI fue del 97% (en ambos casos) y entre AI y MI fue del 98%.

La riqueza de especies de hongos por planta fue mayor en la parcela BI en comparación con la de MI ( $p < 0,05$ ), en tanto que la abundancia fue mayor en la parcela BI en comparación con la de MI ( $p < 0,05$ ) y AI ( $p < 0,01$ ), sin diferencias entre las parcelas MI y AI ( $p > 0,05$ ) (Cuadro 3).

*A. basicystis* fue más abundante en la parcela BI, con respecto a las parcelas MI y AI ( $p < 0,0001$ , en ambos casos). *A. webberi* también fue más abundante en la parcela BI, pero solo con respecto a la de AI ( $p < 0,05$ ). La abundancia de ambas especies no mostró diferencias entre las parcelas de MI y AI ( $p > 0,05$ ) (Cuadro 2).

La parcela de MI mostró los mayores valores de temperatura e incidencia de luz sobre las plantas, así como los menores valores de humedad relativa, en comparación con los de BI y AI ( $p < 0,0001$ , en todos los casos). La incidencia de luz en BI mostró los menores niveles en comparación con las parcelas de MI y AI, tanto sobre las plantas ( $p < 0,0001$ , en ambos casos) como debajo de ellas ( $p < 0,0001$  y  $p < 0,05$ , respectivamente) (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Promedio de temperatura, humedad relativa e incidencia de luz solar sobre y debajo de plantas de cacao, en parcelas bajo diferentes intensidades de manejo agronómico. Choróní, octubre 2000.

	Parcelas			Comparaciones		
	BI	MI	AI	BI-MI	MI-AI	BI-AI
Temperatura (°C)	23,2	25,2	23,2	x	x	ns
Humedad Relativa (%)	92,5	91,3	92,4	x	x	ns
Luz sobre planta (Lux)	951	1442	1205	x	z	x
Luz bajo planta (Lux)	513	894	684	x	z	z
Número de plantas	22	23	23			

z:  $p < 0,05$ , x:  $p < 0,0001$  (Kruskal-Wallis, comparando entre parcelas). ns: no significativo.

Parcelas BI: bajo impacto. MI: moderado impacto. AI: alto impacto.

**Cuadro 5.** Valores de rs, de los rangos de correlación de Spearman, entre riqueza, abundancia y número de especímenes de afin *A. webberi* y *A. basicystis* con los valores de temperatura, % de humedad relativa (%HR) y luz sobre y debajo de las plantas de cacao. Choróní, octubre 2000.

	Temperatura	% HR	Luz arriba	Luz abajo
Riqueza de hongos	-0,15	0,01	- 0,26 <sup>z</sup>	-0,24
Abundancia	-0,08	0,13	-0,18	-0,13
sp.aff. <i>A. webberi</i>	-0,03	0,1	-0,15	-0,09
<i>A. basicystis</i>	-0,19	0,22	-0,35 <sup>y</sup>	-0,40 <sup>x</sup>

z:  $p < 0,05$ , y:  $p < 0,01$ , x:  $p < 0,001$  (rangos de correlación de Spearman).

La riqueza de hongos se correlacionó negativamente con la incidencia de luz sobre las plantas ( $p < 0,05$ ). La abundancia de *A. basicystis* se correlacionó negativamente con la incidencia de luz sobre y debajo de las plantas de cacao ( $p < 0,01$  y  $p < 0,001$ , respectivamente) (Cuadro 5).

## Discusión

Los hongos sp. aff. *A. webberi*, *A. basicystis*, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok, *Podonectria* sp. y *Torribiella* sp. son citados por primera vez sobre artrópodos en cacaotales en Venezuela. *G. pulchra* sobre arañas y *V. lecanii* ya habían sido identificados sobre insectos del orden Homoptera en cacaotales del estado Miranda (Fazzino e Iturriaga 1993, Iturriaga y Fazzino 1993). Otras especies de hongos entomógenos identificadas en este cultivo son: *Hirsutella saussurei* (Cooke) Speare, *Cordyceps lloydii* H.S. Fawc. y *C. unilateralis* (Tul.) Sacc. sobre Hymenoptera, e *Hirsutella versicolor* Petch sobre insectos del orden Homoptera (Iturriaga y Fazzino 1993). Se encontraron también *Akantomyces pistillariiformis* (Pat.) Samson & H.C. Evans, *Akantomyces aculeatus* Lebert, *Stilbella buquetti* Mont. & C. Robin y *Sporothrix* sobre artrópodos de los órdenes Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera y Arachnida (Fazzino e Iturriaga 1993).

La marcada abundancia del hongo sp. aff. *A. webberi* sobre moscas blancas en el cacaotal evaluado señala el efecto regulador que este hongo ejerce sobre dichos homópteros. Algunos autores han reportado la importancia económica de *A. webberi* como controlador biológico de escamas y moscas blancas en el cultivo de cítricos (Fawcett 1910, Roberts y Humbert 1981).

Los hongos *G. pulchra*, *Torribiella* sp. y *Verticillium* sp. afectaron las arañas, grupo de artrópodos que actúa como depredador de insectos plagas potenciales (Greenberg 2002). Evans y Samson (citados por Tzean *et al.* 1997) señalaron que la mortalidad de arañas debida a infecciones por hongos puede afectar el biocontrol de plagas ejercido por este grupo de artrópodos.

La información acerca de los valores de riqueza de hongos entomógenos se obtuvo de un solo estrato de la plantación, específicamente de las hojas, pero si se hubieran considerado otros estratos, como la hojarasca, junto con un período más largo de muestreo, se esperaría que estos valores de riqueza y diversidad de especies aumenten, según lo señalado por Evans (1974, 1982, 2002), quien realizó estudios en bosques tropicales y en ecosistemas cultivados en África y Sudamérica y determinó una gran riqueza de hongos entomógenos.

La mayor abundancia y riqueza de hongos entomógenos en el agroecosistema de la parcela BI sugiere



re que sus condiciones microambientales favorecen el establecimiento y colonización de este grupo de hongos, en comparación con las parcelas de MI y AI. El mayor número de plantas de cacao y de árboles de sombra y un solapamiento más estrecho entre el dosel de las plantas de cacao, así como el crecimiento y la permanencia de plantas silvestres dentro de la parcela de BI, proporcionaron más sombra en el estrato bajo de la plantación, lo que a su vez provocó una menor incidencia de luz solar sobre y debajo de las plantas de cacao, y un mayor porcentaje de humedad relativa y temperaturas menores en comparación con las otras dos parcelas.

Evans (1982) y Evans y Samson (1984) señalaron que la abundancia de los hongos entomógenos en los bosques tropicales primarios es consecuencia del denso dosel, que permite que el microclima se mantenga estable. Otros autores han señalado la importancia de la sombra en la supervivencia de las esporas de los hongos entomógenos (Arthurs *et al.* 2001, Evans 2002).

La abundancia y riqueza de hongos entomógenos son significativamente mayores en bosques no intervenidos, en comparación con bosques degradados y en las plantaciones de cacao pobremente sombreadas (Evans 1974; Samson *et al.*, citados por Evans 2002). Sanjuán *et al.* (2002) obtuvieron resultados contrarios, con una menor abundancia de *Cordyceps* en hormigas de un bosque poco perturbado en comparación con un bosque con acción antrópica, señalando que la humedad relativa más elevada determinó esta mayor abundancia. Esto coincide con lo señalado por otros autores (Milner y Lutton 1986, Skinner *et al.* 1991, Tzean *et al.* 1997, Cagan y Barta 2001, Sujii *et al.* 2002).

Las tres parcelas evaluadas eran contiguas, en una ligera pendiente, desde la parcela de BI hacia la de AI y posteriormente a MI, y el agua de riego corría en esta misma dirección. Primero se saturaba de agua la primera parcela, después la segunda y finalmente la tercera, de manera que la parcela BI recibió un tiempo neto de riego mayor que las parcelas de AI y MI. Este diferencial de riego al que son sometidas las tres parcelas concordó con los mayores porcentajes de humedad relativa en la parcela de BI y menores para la

de MI. Así, los mayores niveles de humedad en la parcela BI pudieron contribuir a la mayor riqueza y abundancia de hongos en ella.

La aplicación de agroquímicos es una de las prácticas agronómicas que pueden limitar la riqueza y abundancia de los hongos entomógenos (Smith y Hardee 1996, Mietkiewski *et al.* 1997, Lagnaoui y Radcliffe 1998, Latteur y Jansen 2002). Las medidas de combate de enfermedades, particularmente la aplicación de fungicidas, pueden reducir la efectividad de los hongos entomógenos en el cultivo de cacao y generar problemas con plagas (Evans 2002). Urueta (1980) demostró que el oxiclورو de cobre y el azufre en diferentes concentraciones inhibían significativamente el crecimiento del micelio, la producción y la germinación de conidios en aislamientos de *Hirsutella thompsonii* F.E. Fisher aislado del ácaro *Retracrus elaeis* Keifer, plaga de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.).

En plantaciones de algodón en Estados Unidos se evidenció que un grupo de fungicidas disminuyó el efecto del hongo *Neozygites fresenii* (Nowakowski) Batko sobre el áfido *Aphis gossypii* Glover (Smith y Hardee 1996).

Aunque la aplicación de plaguicidas puede disminuir rápidamente la población de plagas, en el largo plazo el control con hongos entomógenos es más efectivo (Langewald *et al.* 1999), cuando ocurren las condiciones adecuadas para el establecimiento y la efectividad de esos hongos. Por eso, sería importante considerar el efecto local de las prácticas agronómicas sobre otros agentes bióticos favorables al cultivo, para implementar aquellas que favorezcan agentes bióticos que puedan actuar de forma sinérgica para mejorar la producción, conservación y sostenibilidad del cultivo del cacao, dentro de un programa de manejo integrado de plagas.

### Agradecimientos

Al FONACIT, por financiar parte de esta investigación; a FUNDACITE-Aragua, por permitir que este trabajo se realizara dentro de las parcelas experimentales a su cargo; a Kai Rosenberg y Maximiliano Moscoso, por permitir, apoyar y colaborar con la realización de este trabajo en la Hacienda La Sabaneta; a Glenda Aponte, José Vargas y José Loyo por su entusiasta participación en el trabajo de campo.

## Literatura citada

- Altieri, MA. 1999. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo, UR, Editorial Nordan-Comunidad. 338 p.
- \_\_\_\_\_; Nicholls, C. 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Distrito Federal, MX, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 250 p. (Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental no. 4).
- Arthurs, S; Thomas, M; Lawton, J. 2001. Seasonal patterns of persistence and infectivity of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* in grasshopper cadavers in the Sahel. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 100: 69-76.
- Cagan, L; Barta, M. 2001. Seasonal dynamics and entomophthoralean infection of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* Harris. *Plant Protection Science* 37(1):17-24.
- Evans, HC. 1974. Natural control of arthropods, with special reference to ants (Formicidae), by fungi in the tropical high forest of Ghana. *Journal of applied Ecology* 11:37-49.
- \_\_\_\_\_. 1982. Entomogenous fungi in tropical forest ecosystems: an appraisal. *Ecological Entomology* 7:47-60.
- \_\_\_\_\_. 2002. Disease and sustainability in the Cocoa agroecosystem (en línea). Consultado 9 set. 2002. Disponible en <http://natzoo.si.edu/smbc/Research/Cacao/evans.htm>.
- \_\_\_\_\_; Samson RA. 1984. *Cordyceps* species and their anamorphs pathogenic on ants (Formicidae) in tropical forest ecosystems. II. The *Camponotus* (Formicidae) complex. *Transactions of the British Mycological Society* 82:127-150.
- Fawcett, H. 1910. An important entomogenous fungus. *Mycologia* 2: 64-168.
- Fazzino, F; Iturriaga, T. 1993. Hongos entomógenos en cacaotales de la zona de caucagua, estado Miranda I: en Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera, Arachnida. In *Convención Anual de ASOVAC* (43, 1993, Mérida, VE). Memoria. *Acta Científica Venezolana* 44(supl.1):43.
- Fournier, V; Brodeur, J. 2000. Dose-response susceptibility of pest aphids (Homoptera: Aphididae) and their control on Hydroponically grown lettuce with the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii*, Azadirachtin, and insecticidal soap. *Pest Management and Sampling* 29(3):568-578.
- Fuhlendorf, SD; Engle, DM; Arnold, DC; Bidwell, TG. 2002. Influence of herbicide application on forb and arthropod communities of North American tall grass prairies. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 92(2-3): 251-259.
- Greenberg, R. 2002. Biodiversity in the cacao agroecosystem: Shade Management and landscape considerations (en línea). Consultado 9 set. 2002. Disponible en <http://natzoo.si.edu/smbc/Research/Cacao/russ.htm>.
- Iturriaga, T; Fazzino, F. 1993. Hongos entomógenos en cacaotales de la zona de Caucagua, estado Miranda II: en Hymenoptera, Homoptera, Diptera. In *Convención Anual de ASOVAC* (43, 1993, Mérida, VE). Memoria. *Acta Científica Venezolana* 44(supl.1):43.
- Lagnaoui, A; Radcliffe, EB. 1998. Potato fungicides interfere with entomopathogenic fungi impacting population dynamics of green peach aphid. *American Journal of Potato Research* 75(1):19-25.
- Langewald, J; Ouambama, Z; Mamadou, A; Peveling, R; Stolz, I; Bateman, R; Attignon, S; Blanford, S; Arthurs, S; Lomer, C. 1999. Comparison of an organophosphate insecticide with a mycoinsecticide for the control of *Oedaleus senegalensis* (Orthoptera: Acrididae) and other Sahelian grasshoppers at an operational scale. *Biocontrol Science and Technology* 9(2):199-214.
- Latteur, G; Jansen, JP. 2002. Effects of 20 fungicides on the infectivity of the aphid entomopathogenic fungus *Erynia neophidis*. *BioControl Dordrecht* 47(4): 435-444.
- Lecuona, R; Papierok, B; Riba G. 1996. Hongos entomógenos. In Lecuona R. ed. *Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga*. Argentina, Talleres Gráficos Mariano Mas. p. 35-60.
- Mietkiewski, RT; Pell, JK; Clark, SJ. 1997. Influence of pesticide use on the natural occurrence of entomopathogenic fungi in arable soils in the UK: Field and laboratory comparisons. *Biocontrol Science and Technology* 7(4):565-575.
- Milner, RJ; Lutton, JJ. 1986. Dependence of *Verticillium lecanii* (Fungi: Hyphomycetes) on high humidities for infection and sporulation using *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) as host. *Journal of Economic Entomology* 15: 380-382.
- Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. Manuales y Tesis. Zaragoza, ES, Sociedad de Entomología Aragonesa. 83 p.
- Nestel, D; Altieri, MA. 1992. The weed community of Mexican coffee agroecosystems: effect of management upon plant biomass and species composition. *Acta Oecologica* 13(6):715-726.
- Power, A; Flecker, A. 2000. Agroecosystems and Biodiversity (en línea). Consultado 4 mayo 2000. Disponible en <http://www.si.edu/smbc/cacao/power.htm>.
- Rodríguez, N; Parra, D. 1999. Informe del primer año (junio 98-junio 99). Proyecto Aplicación del Referencial Tecnológico en tres localidades productoras de cacao y su repercusión en los aspectos socioeconómicos y productivos del cultivo en el estado Aragua. 97 p.
- Roth, D; Perfecto, I; Rathcke, B. 1994. The effects of management systems on ground-Foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecological Applications* 4(3):423-436.
- Roberts, D; Humbert R. 1981. Entomogenous fungi. In *Biology of conidial fungi*. Eds. C. Garry; K. Bryce. New York, US, Academic Press. 2:207
- Ruf, F; Zadi, H. 2000. Cocoa: from deforestation to reforestation (en línea). Consultado 4 mayo 2000. Disponible en <http://www.si.edu/smbc/cacao/ruf.htm>.
- Saarinen, K. 2002. A comparison of butterfly communities along field margins under traditional and intensive management in SE Finland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 90(1):59-65.
- Sanjuán, T; Henao, L; Amat, G. 2002. Distribución espacial de *Cordyceps* spp. (Ascomycotina: Clavicipitaceae) y su impacto sobre las hormigas en selvas del piedemonte amazónico de Colombia (en línea). Consultado 24 dic. 2002. Disponible en <http://rbt.ots.ac.cr/revistas/49-3/sanjuan/sanjuan.html>.
- Siegel S. 1982. Estadística no paramétrica aplicada a la ciencia de la conducta. Editorial Trillas. México. 344 p.
- Skinner, M; Parker, BL; Bergdahl, DR. 1991. *Verticillium lecanii*, isolated from larvae of pear thrips, *Taeniothrips inconsequens*, in Vermont. *Journal Invertebrate Pathology* 58(2):157-163.
- Smith, MT; Hardee, DD. 1996. Influence of fungicides on development of an entomopathogenic fungus (Zygomycetes: Neozygitaceae) in the cotton aphid (Homoptera: Aphididae). *Biological Control* 25(3): 677-687.

- Sujii, ER; Carvalho, VA; Tigano, MS. 2002. Cinética da esporulação e viabilidade de conídios de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson sobre cadavers da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae), em condições de campo. Neotropical Entomology 31(1):85-90.
- Tzean, S; Hsieh, L; Wu, W. 1997. The genus *Gibellula* on spiders from Taiwan. Mycologia 89(2):309-318.
- Urueta, E. 1980. Control del acaro *Retracrus elaeis* Keifer mediante el hongo *Hirsutella thompsonii* Fisher e inhibición de este por dos funguicidas. Revista Colombiana de Entomología 6(1 y 2):3-10.
- Vandermeer, J; Perfecto, I. 2000. La biodiversidad y el control de plagas en sistemas agroforestales. Manejo Integrado de Plagas 55:1-5.
- Vidal, R. 2002. III Informe Anual de las actividades realizadas en la localidad de Choroní. Proyecto no. 97003011: "Referencial Tecnológico del cacao". Fundacite Aragua – Fagroucv-FONAIAP-Proyecto no. 97003010. Informe Final Proyecto "Aplicación del Referencial Tecnológico en tres localidades Productoras de cacao y su repercusión en los aspectos socioeconómicos y productivos del cultivo en el estado Aragua". 326 p.