

AGROECOSISTEMAS CAFETALEROS DE VERACRUZ BIODIVERSIDAD, MANEJO Y CONSERVACIÓN

EDITORES

**Robert H. Manson, Vicente Hernández-Ortiz,
Sonia Gallina y Klaus Mehlreter**

**Instituto de Ecología A.C.
INECOL**

**Instituto Nacional de Ecología
INE-SEMARNAT**

México, 2008

Moscas (Insecta: Diptera)

VICENTE HERNÁNDEZ-ORTIZ Y JOSÉ F. DZUL-CAUICH

Resumen

Durante un ciclo anual, se evaluó la diversidad y estructura de la comunidad de familias de Diptera presentes en dos estratos (dosel y suelo) de cinco cafetales con diferente cobertura de sombra, y en un fragmento de bosque mesófilo de montaña. En cada finca se utilizaron dos métodos de muestreo, con 4 necro-trampas NTP (suelo) y 4 trampas McPhail (dosel). En total se registraron 38 familias de Diptera en todas las fincas (incluyendo el fragmento de bosque), de las cuales 28 fueron registradas en el suelo (119,294 ejemplares), y 36 familias fueron registradas en el dosel (20,463 ejemplares). La comunidad del dosel estuvo representada por proporciones de abundancia y riqueza equivalentes en todas las estaciones del año, en cambio, la comunidad del suelo mostró una clara estacionalidad con el mayor índice de capturas durante el verano. La dipterofauna del dosel mostró un gradiente de similitud, que en lo general coincide con las diferencias observadas en la estructura de la vegetación; las mayores diferencias entre estas comunidades fueron observadas entre el fragmento de bosque (CAÑ) y la finca sin sombra (SOL), pero a su vez, cada una de ellas respecto a las fincas de sombra diversificada (MIR, ORD, ONZ) y sombra especializada (VSE). Por su parte, los índices de similitud entre las comunidades del suelo mostraron la segregación de dos grupos, cada uno con altos índices de similitud entre sí: el primero conformado por las fincas MIR, VSE y SOL, y el segundo grupo integrado por las fincas ONZ, ORD y CAÑ, en este caso, tales diferencias no parecen estar relacionadas con la estructura de la vegetación.

Abstract

During a yearly cycle, the diversity and structure of the Diptera communities occurring in two strata (canopy and ground) of five coffee plantations with different shade structure, as well as in a portion of natural cloud forest were assessed. Two sampling methods were used for each orchard, 4 necrotraps (NTP) for the ground, and 4 McPhail traps for the canopy. As a whole 38 families of Diptera became registered in all orchards, from which 28 were only represented at ground (119,294 specimens); while 36 were recorded at canopy (20,463 specimens). The community of the canopy was recorded as similar ratios of abundance and richness along the year, while the ground community showed a clear seasonality with higher capture indices during summer. The Dipteran fauna recorded from the canopy showed a gradient of similarity, which agrees with the complexity of the shade structure; higher differences among the communities were observed between the forest (CAÑ) and the coffee orchard with no shade (SOL), but also, each of them respect to diversified shade coffee orchards (MIR, ORD, ONZ), and the specialized shade orchard (VSE). Although the similarity indices observed in the ground community, two groups were yielded: the first including the orchards MIR, VSE, and SOL; and a second group comprising the orchards ONZ, ORD, and CAÑ. Such differences in this case, appeared not to be related with the shade structure of vegetation.

INTRODUCCIÓN

La expansión e intensificación de las prácticas agrícolas en los sistemas cafetaleros han tenido un impacto sobre la biodiversidad, debido principalmente a la deforestación de los bosques naturales en donde persisten estos agroecosistemas. Los árboles de sombra en los cafetales proporcionan beneficios mejorando la fertilidad del suelo, limitando el crecimiento de malezas, favoreciendo el control de las condiciones microclimáticas y permitiendo la existencia de polinizadores y de controladores naturales de organismos potencialmente nocivos.

En la actualidad, el orden Diptera comprende alrededor de 124,000 especies descritas de moscas y mosquitos, las cuales están representadas por 128 familias en todo el mundo. Estos insectos poseen hábitos alimentarios muy diversos, puesto que incluyen especies fitófagas relacionadas con muy diferentes tipos de plantas; degradadores de restos vegetales y animales; depredadores y parasitoides que funcionan como controladores naturales de otros artrópodos; en tanto que otras especies actúan como polinizadores o incluso como vectores de enfermedades (Skevington & Dang 2002). Existen antecedentes en México de un estudio sobre la diversidad de artrópodos asociados a cafetales mixtos en Chiapas. En ese estudio se encontró que el orden Diptera fue uno de los grupos más abundantes y el más diverso representado por 51 familias (Ibarra-Núñez 1990).

Varios autores han propuesto el uso de taxa de alto rango (e.g., géneros, familias) para evaluar la diversidad biológica, considerando que existe una relación positiva entre el número de especies y el número de taxa superiores de diversos grupos en diferentes áreas geográficas (Gaston & Williams 1993, Balmford *et al.* 1996). La riqueza de taxa de alto rango constituye un razonable sustituto del valor de la biodiversidad expresado como riqueza de especies e indirectamente como riqueza fenotípica (caracteres) y genotípica (genes) (Martín-Piera 2000).

Para investigaciones prácticas de la diversidad, la determinación de la composición de la fauna a nivel de taxa de alto rango tiene una ventaja por su bajo costo y su fácil realización, en comparación con la determinación de la riqueza de especies (Williams y Gaston 1994). En este sentido, el uso de los Diptera basado en la identificación de familias tiene un alto potencial para evaluar la biodiversidad de ciertos eco-

sistemas, tal como ha ocurrido con el uso de familias de Coleoptera (Hall 2003, Kitching *et al.* 2004).

Basset *et al.* (2003) sostienen que el dosel de los bosques tropicales albergan la mayor diversidad de las comunidades de artrópodos, y podrían constituir los hábitat más ricos en especies de la tierra, sin embargo, la fauna que habita en la hojarasca del suelo de los bosques tropicales constituye otro fuerte competidor en términos de biodiversidad (Stork 1988).

El presente estudio se realizó con la finalidad de evaluar la diversidad de familias de Diptera presentes en fincas cafetaleras con diferentes tipos de estructura de la vegetación de sombra. La hipótesis de trabajo plantea que las modificaciones en la estructura de la vegetación de sombra en los cafetales, tienen un impacto directo sobre la diversidad y abundancia temporal de la comunidad de dípteros que habitan en ellos, debido a los cambios en el paisaje y a la disponibilidad de recursos que ciertos grupos requieren para su desarrollo. Por ello, los objetivos de esta investigación fueron:

- a) Determinar la diversidad y estacionalidad de las familias de Diptera que ocurren en diferentes sistemas cafetaleros y en un fragmento de bosque mesófilo de montaña.
- b) Comparar la similitud de las comunidades de dípteros capturados en dos estratos (dosel y suelo).
- c) Comparar las diferencias entre la estructura de la vegetación con la similitud faunística de las fincas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sitios de estudio

El estudio se llevó a cabo en seis fincas, cinco de ellas representadas por cafetales con diferentes sistemas de manejo, además de un fragmento de Bosque Mesófilo de Montaña utilizado como sitio control (descripción detallada de los sitios estudiados en el Capítulo 2).

CAÑ = Las Cañadas: fragmento de bosque mesófilo de montaña. 1,360 msnm, Municipio de Huatusco.

MIR = El Mirador: cafetal con sombra diversificada. 1,010 msnm, Municipio de Totutla.

ORD = Orduña: cafetal con sombra diversificada. 1,200 msnm, Municipio de Coatepec.

ONZ = La Onza: cafetal con sombra diversificada. 1,100 msnm, Municipio de Xico.

VSE = La Vequia: cafetal con sombra especializada. 1,064 msnm, Municipio de Totutla.

SOL = Teocelo (Buenavista): cafetal de sol (sin cobertura de sombra). 1,110 msnm, Municipio de Teocelo.

Uso de trampas

Durante el ciclo anual de marzo 2004-febrero 2005 se realizaron colectas mensuales mediante la instalación simultánea de un total de 48 trampas en las seis fincas. En cada finca se determinó una parcela de aproximadamente una hectárea, en donde se colocaron 4 trampas McPhail de plástico, con la parte superior transparente y la parte inferior de color amarillo; así como 4 trampas NTP (necrotrampas); en todos los casos, las trampas fueron separadas entre sí por una distancia aproximada de 25 m.

Las trampas McPhail fueron cebadas con una solución de proteína hidrolizada (15 ml), bórax (5 g) y agua (250 ml), ubicadas en el dosel a una altura de 4-5 m, con excepción de las trampas del cafetal SOL, las cuales fueron colgadas en la parte superior de los arbustos de café (altura aproximada de 1.7-2 m). El promedio de exposición de las trampas McPhail en el dosel fue de 336 días/trampa para cada finca. Las trampas NTP se enterraron a nivel del suelo y fueron cebadas con calamar en descomposición, con una solución de alcohol-acidulado (9:1) para preservar los organismos capturados. El promedio de exposición de las trampas NTP del suelo fue de 1440 días/trampa por cada finca. El material recuperado en todos los sitios fue etiquetado y preservado en alcohol 70% y posteriormente cuantificado y determinado a nivel de familia siguiendo las claves de McAlpine *et al.* (1981).

Análisis de datos

La estructura de la vegetación fue analizada mediante la obtención de los valores promedio de diversas variables en cada una de las fincas: altura máxima y promedio del dosel, además de ciertos parámetros de la vegetación leñosa como su densidad total (ind/ha), área basal total (m²/ha), altura de hierba, porcentajes de la cobertura de hierba, la hojarasca, y suelo desnudo, además de el número de especies promedio de los puntos examinados (véase Capítulo 4). Con base en estos parámetros se realizaron los análisis de fun-

ciones discriminantes mediante el uso del programa Statistica (2006).

La diversidad alfa de cada finca fue analizada mediante la obtención de sus índices de diversidad, dominancia y equidad, mientras que la diversidad beta fue calculada mediante los índices de similitud de Bray-Curtis. Estos análisis se realizaron con la ayuda del programa Primer v5 (Clarke y Gorley 2001).

Índice de diversidad de Shannon:

$$H' = - \sum P_i \log_e (P_i)$$

donde: p_i = abundancia proporcional de la especie i

Índice de dominancia de Simpson:

$$\text{Lambda} = \sum p_i^2$$

Índice de Equidad de Pielou:

$$J' = H' / \log_e S$$

donde: S = número de familias

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de funciones discriminantes basado en la estructura de la vegetación mostraron que existen diferencias de significancia entre las fincas estudiadas (Wilks' Lambda: 0.00645; aprox. $F(28,145) = 15.871$; $p < 0.0000$). Entre las variables responsables de tales diferencias destacan en orden de importancia: la altura máxima del dosel, la densidad total de la vegetación leñosa, la cobertura de hierba, las especies promedio por área de muestreo, el área basal total, y la altura promedio del dosel (Capítulo 4). El gráfico de las raíces canónicas mostró diferencias entre las fincas, segregando cuatro grupos distintos que denominamos de la siguiente forma (Cuadro 7.1, Figuras 7.1 y 7.2).

Bosque: corresponde a la finca CAÑADAS, la cual es un fragmento de Bosque Mesófilo de Montaña, con 53 especies de árboles principalmente representadas por especies nativas (96.2%).

Cafetal de Sombra Diversificada: este grupo incluye las fincas MIRADOR, ONZA y ORDUÑA, cuyo estrato de sombra registró 37, 29 y 17 especies de árboles, respectivamente, con un porcentaje de especies nativas entre 72.4-83.8%.

Cafetal de Sombra Especializada: este grupo comprende la finca VEQUIA-SE, la cual registró 13 especies de árboles, pero con dos de ellas altamente dominantes (*Erythrina poeppigiana* e *Inga vera*).

Cuadro 7.1. Valores promedio y desviación estándar (DE) de diversas características de la estructura de la vegetación leñosa en las 6 fincas estudiadas. ADM = altura dosel máxima; ADP = altura dosel promedio; ABT = área basal total; DT = densidad total; HiA = altura de hierba; HiC = cobertura de hierba; HoC = cobertura de hojarasca; SD = suelo desnudo; SppP = especies promedio por área muestreada; SppT = especies totales por finca.

Variables	CAÑ(n = 10)	MIR(n = 11)	ONZ(n = 10)	ORD(n = 10)	VSE(n = 10)	SOL(n = 10)
ADM (m)	25.6 (2.4)	20.8 (2.6)	15.8 (3.6)	19.2 (4.0)	7.9 (1.6)	0
ADP (m)	10.9 (1.1)	12.6 (3.5)	6.7 (0.7)	10.5 (2.5)	5.5 (0.7)	0
ABT (m ² /ha)	29.3 (13.1)	18.2 (5.3)	16.3 (6.1)	16.4 (4.9)	7.8 (2.5)	0
DT (ind/ha)	684.0 (247.2)	136.5 (52.5)	209.8 (77.9)	164.8 (57.8)	265.4 (35.9)	0
HiA (cm)	25.2 (8.6)	24.6 (16.6)	34.4 (20.9)	11.8 (3.4)	13.1 (9.9)	29.6 (19.7)
HiC (%)	23.6 (15.2)	30.0 (17.2)	55.1 (16.3)	16.4 (9.9)	13.3 (12.8)	45.7 (19.5)
HoC (%)	63.6 (15.3)	54.6 (14.1)	35.3 (13.2)	70.7 (15.6)	72.5 (11.6)	28.4 (11.4)
SD (%)	13.1 (7.2)	15.9 (11.7)	9.7 (6.7)	12.9 (9.6)	14.2 (8.2)	25.9 (8.8)
SppP	17.2 (4.21)	8.7 (3.2)	10.2 (2.5)	6.3 (2.4)	3.0 (1.9)	0
SppT	53	37	29	17	13	0

Cafetal de Sol: incluyó solamente a la finca SOL, la cual carece de árboles de sombra.

Durante el ciclo anual se recolectaron un total de 576 muestras, de las cuales 288 correspondieron al dosel y 288 muestras fueron del suelo. En ambos estratos fueron recolectados un total de 139,757 especímenes, pertenecientes a 38 familias del orden Diptera. En general, se registró un mayor número de familias en el dosel (36) con un total de 20,463 especímenes y con una variación de 24 a 26 familias por finca; mientras que en las muestras del suelo se identificaron 28 familias representadas por 119,294 especímenes, con un rango de variación de entre 11 y 19 familias por finca. Las diferencias de capturas entre ambos estratos se podría explicar principalmente debido al periodo de exposición de las trampas NTP (en suelo), las cuales permanecieron durante un lapso cuatro veces mayor respecto a las trampas del dosel.

Los grupos más abundantes capturados en el dosel (>1000 ejemplares) correspondieron a las familias Drosophilidae, Phoridae, Chloropidae, Neriidae, Sarcophagidae, Ulidiidae y Muscidae, representando el 89.8% de los ejemplares registrados en todas las fincas para ese estrato. Los grupos con abundancias moderadas (<1000 ejemplares) estuvieron representados por ocho familias (e.g., Tachinidae, Tephritidae, Sphaeroceridae, Cecidomyiidae, y otras), con el 8.1% de las capturas en el dosel, mientras que las familias restantes fueron poco abundantes (<100 ejemplares) representando solo el 2.1% de las muestras.

Por su parte, las familias capturadas en el suelo estuvieron particularmente representadas por solo tres familias muy abundantes (>1000 ejemplares), Drosophilidae, Phoridae y Sphaeroceridae, las cuales incluyeron al 99.3% del total de capturas; las familias moderadamente representadas (<1000 ejemplares) apenas constituyen el 0.6% (e.g., Empididae, Muscidae, Sciaridae y Sarcophagidae), en tanto que las 21 familias restantes estuvieron muy pobremente representadas con menos de 100 ejemplares cada una (Apéndice 7.1).

La diversidad de familias observada en el presente estudio no es comparable con los resultados de Ibarra-Núñez (1990) obtenidos en Chiapas, quien registró 51 familias de Diptera mediante métodos de aspiración de organismos en las plantas. Esto se refleja en que las familias más abundantes en Chiapas fueron otras (Chironomidae, Cecidomyiidae y Ceratopogonidae), lo cual indica que tanto la época del año, como los métodos de muestreo utilizados para estimar la diversidad de Diptera son determinantes en este tipo de estudios.

En relación con la estacionalidad, las familias de Diptera registradas en el estrato del dosel presentaron una riqueza relativamente constante a lo largo del ciclo anual, con variaciones mensuales entre 17 y 26 familias, y una abundancia oscilante, con un incremento moderado en las estaciones de primavera y verano. Por el contrario, la riqueza observada en el estrato del suelo fluctuó entre 6 y 18 familias, con la mayor abundancia hacia finales del verano (agosto) y con una tendencia decreciente hacia las estaciones de otoño e

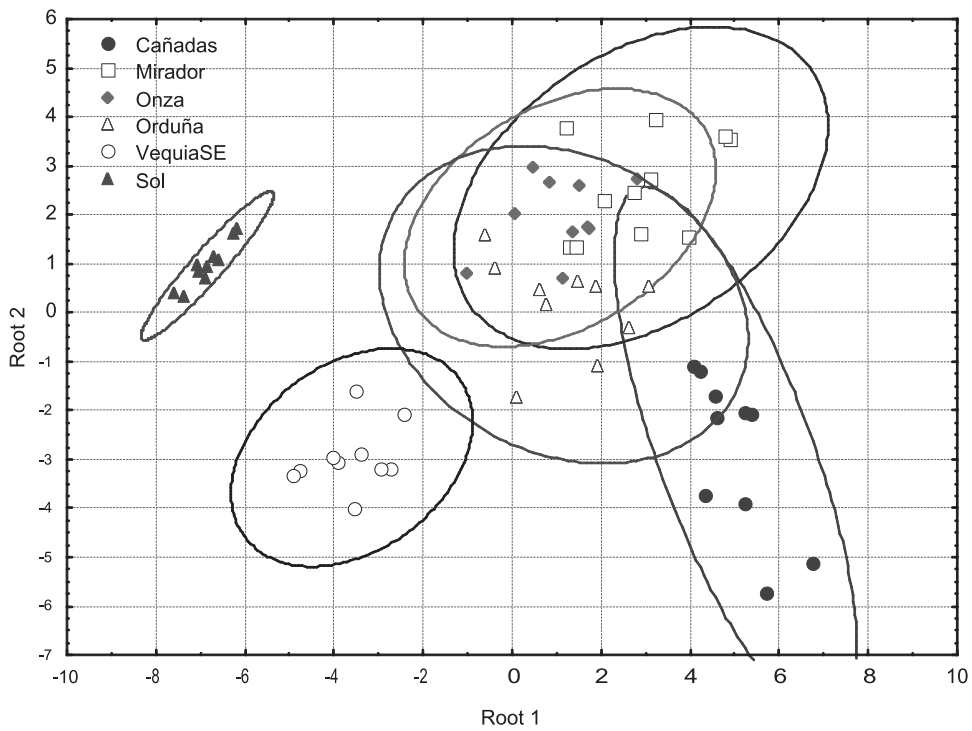


Figura 7.1. Análisis discriminante basado en la estructura de la vegetación entre las cinco fincas de café y el fragmento de bosque mesófilo de montaña. Las elipses representan el intervalo de confianza 95% para cada grupo.

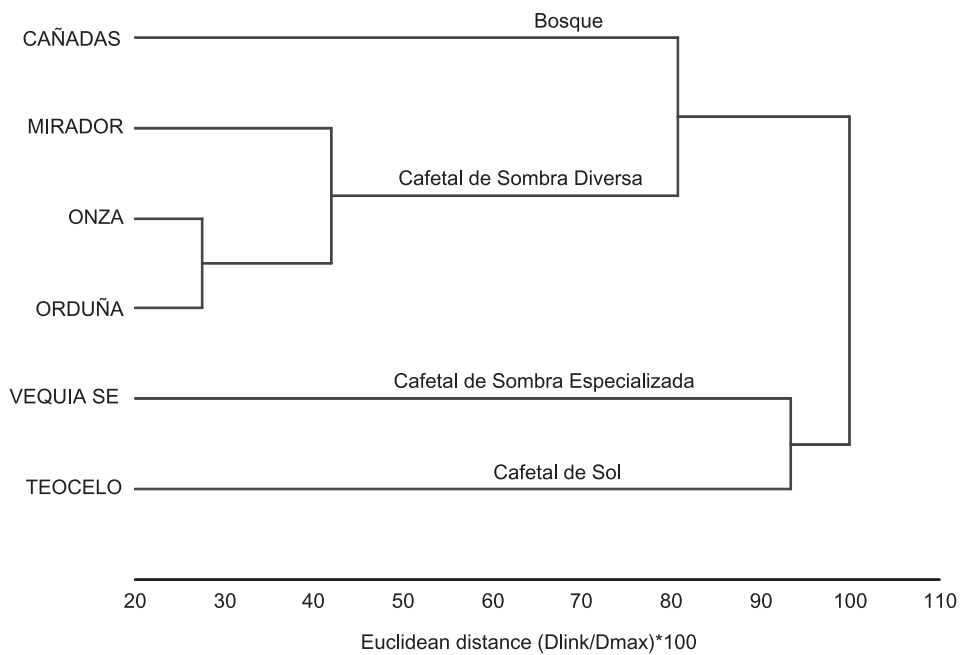


Figura 7.2. Dendrograma de similitud entre las seis fincas estudiadas, agrupadas con base en las distancias de Mahalanobis resultantes del análisis discriminante de la estructura de la vegetación.

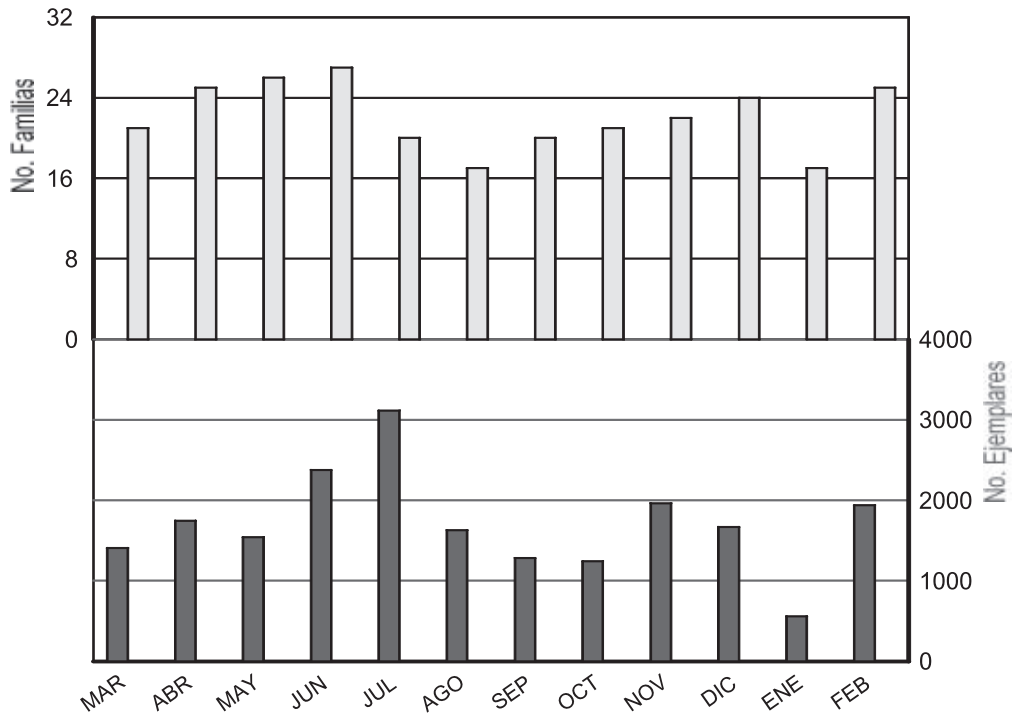


Figura 7.3. Estacionalidad de las familias de Diptera capturadas en el dosel a lo largo de un ciclo anual en seis fincas. Parte superior, número de familias; parte inferior, número de ejemplares.

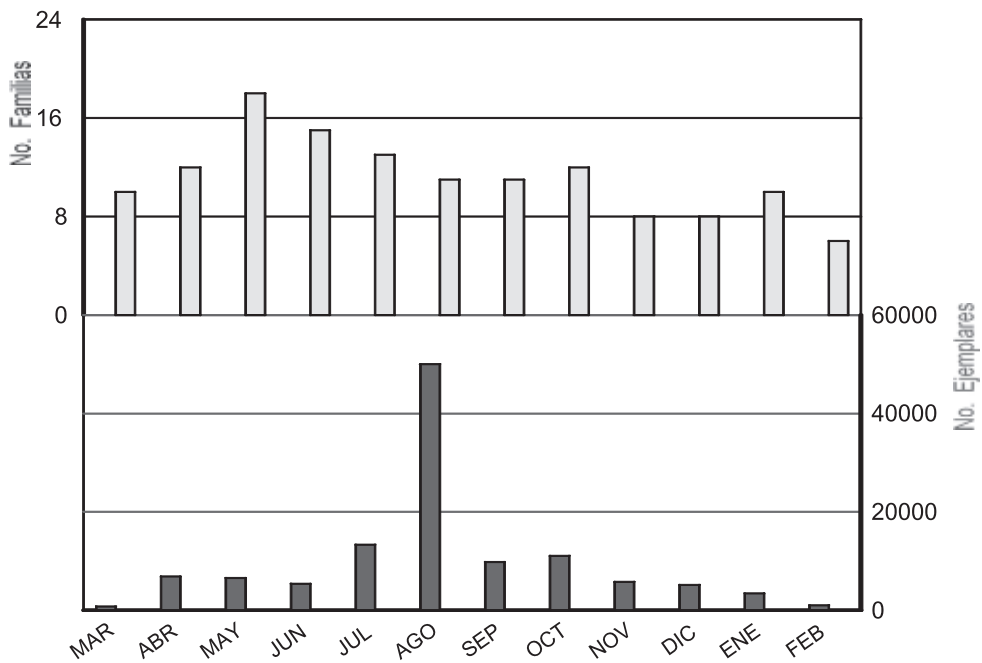


Figura 7.4. Estacionalidad de las familias de Diptera capturadas en el suelo a lo largo de un ciclo anual en seis fincas. Parte superior, número de familias; parte inferior, número de ejemplares.

invierno (Figuras 7.3 y 7.4). Estas diferencias de estacionalidad entre los estratos del dosel y el suelo, sugieren que el microclima generado por el dosel permite a la comunidad de dípteros mantener una abundancia y riqueza más constante a lo largo del año, en tanto que en el estrato del suelo, estos parámetros podrían estar relacionados particularmente con el incremento del régimen de lluvias y la temperatura media de las regiones estudiadas.

En general, los índices de diversidad observados en todas las comunidades del dosel, mostraron ser mayores en comparación con aquellas comunidades del suelo, a pesar de que las trampas colocadas en el dosel estuvieron expuestas por períodos más cortos.

En el estrato del dosel, el menor índice de diversidad se presentó en un cafetal de sombra diversa (ORD, $H' = 1.76$), mientras que el mayor índice de diversidad fue registrado en el cafetal de sol (SOL, $H' = 2.41$). En cambio, las fincas restantes mostraron escasas diferencias en sus índices de diversidad ($H' = 1.99 - 2.21$), aun cuando comprenden fincas con estructuras del dosel más complejas, tales como el bosque (CAÑ), dos fincas con cafetal de sombra diversa (MIR, ONZ), y el cafetal de sombra especializada (VSE). En el estrato del suelo, la diversidad de las fincas ORD y ONZ registraron los índices más bajos, $H' = 0.68$ y 0.77 , respectivamente, pero también, valores similares

se observaron en la finca CAÑ ($H' = 0.87$). Es destacable que la finca con cafetal de sol (SOL) registró el mayor índice de diversidad para las muestras del suelo ($H' = 1.19$), junto con la finca MIR ($H' = 1.08$) (Cuadro 7.2).

La comparación de estos resultados con los grupos de fincas observados con base en su estructura, indican que no existe una correspondencia de la complejidad de la estructura de sombra, con la diversidad de las fincas. Esto sugiere que no solamente los cambios en la macro-estructura de la vegetación de estos cafetales tienen un impacto directo sobre la diversidad de la comunidad de Díptera, sino que además, es necesario evaluar otros factores tales como la micro-estructura vegetal de las fincas (e.g., la diversidad y cobertura de herbáceas y su permanencia a lo largo del año), los cuales probablemente tendrían un papel muy importante para la diversidad de las comunidades de dípteros.

Estos resultados tendrían sustento en hipótesis previas, las cuales establecen que la transformación de los agroecosistemas cafetaleros y sus prácticas de manejo pueden alterar de manera importante su capacidad para albergar la diversidad biológica (Perfecto y Snelling 1995, Perfecto *et al.* 1997). Esto refuerza las ideas de Rice y Ward (1996), en el sentido de que la estricta comparación de la diversidad biológica entre sistemas cafetaleros con estructura “sombra *vs.* sol”,

Cuadro 7.2. Resultados de la diversidad observada en los estratos del dosel y el suelo.

	Riqueza	Abundancia	Diversidad	Dominancia	Equidad
DOSEL	S	N	H'	Lambda	J'
CAÑ	26	2755	1.99	0.21	0.61
MIR	24	3227	2.21	0.14	0.70
ORD	26	4630	1.76	0.26	0.54
ONZ	24	3269	2.12	0.15	0.67
VSE	24	4154	2.02	0.18	0.63
SOL	26	2428	2.41	0.13	0.74
SUELO					
CAÑ	16	18198	0.87	0.52	0.32
MIR	12	12879	1.08	0.37	0.44
ORD	19	49069	0.68	0.63	0.23
ONZ	16	21543	0.77	0.58	0.28
VSE	11	12626	0.93	0.48	0.39
SOL	18	4979	1.19	0.39	0.41

o de manejo “tradicional *vs* intensificado” es muy simplista. En cambio, ciertas diferencias sutiles en la composición y estructura de especies de sombra entre las fincas, pueden tener efectos significativos sobre las comunidades presentes (Johnson 2000).

Para evaluar la estructura de la comunidad de Diptera, se calcularon los índices de similitud entre las fincas y los estratos considerados. En términos generales, se demostró que existen amplias diferencias entre las comunidades del dosel y el suelo, esto debido probablemente a los distintos requerimientos de alimentación que tienen las especies que habitan cada estrato.

En el dosel, las diferencias observadas presentaron un gradiente de similitud en el cual dos cafetales de sombra diversa (MIR y ONZ) comparten el 86% de similitud entre sus comunidades. En cambio, al contrastar las comunidades de bosque (CAÑ) con VSE, SOL y ORD, se observaron los índices de similitud más bajos ($s = 65.1, 66.3$ y 69.6 , respectivamente), al igual que al comparar el cafetal de sol (SOL) con las fincas ORD, MIR, CAÑ y VSE ($s = 62.5, 64.7, 66.3$ y 66.6 , respectivamente). Los resultados mostraron que en los dos extremos de complejidad de la estruc-

tura de la vegetación, existen las mayores diferencias en la composición de las comunidades, sin embargo, no son necesariamente los sitios con mayor y menor diversidad, respectivamente. Por su parte, al comparar la similitud de comunidades del suelo se observó la conformación de dos grupos, el primero integrado por las fincas MIR, SOL y VSE ($s = 84.9-88.5$), mientras que el segundo grupo quedó integrado por las fincas ONZ, ORD y CAÑ ($s = 89.2-89.6$) (Cuadro 7.3, Figura 7.5).

Las diferencias entre el dosel y el suelo, respecto a la composición y diversidad sus comunidades de dípteros, sin duda están influenciadas por el tipo de trampas utilizadas en cada estrato, puesto que la naturaleza de los atrayentes utilizados es distinta. No obstante, es probable que la similitud registrada entre las comunidades del suelo, estaría relacionada con factores distintos a la complejidad de la estructura vegetal debido a la clara estacionalidad en ese estrato.

Si bien la estructura y composición del dosel contribuyen a determinar la composición de las comunidades de dípteros presentes en las fincas, también es necesario considerar las características del estrato herbáceo, el cual podría explicar los índices de diversidad registra-

Cuadro 7.3. Índices de similitud (Bray-Curtis) observados entre las doce muestras obtenidas del dosel y suelo. Índices de similitud en el triángulo superior; número familias compartidas en el triángulo inferior. En negritas se señalan los valores máximos y mínimos en cada estrato.

Estrato	DOSEL						SUELO					
	CAÑ	MIR	ORD	ONZ	VSE	SOL	CAÑ	MIR	ORD	ONZ	VSE	SOL
DOSEL												
CAÑ		76.4	69.6	72.0	65.1	66.3	42.3	48.7	43.2	44.0	48.5	52.5
MIR	22		73.2	86.0	77.1	64.7	46.0	47.0	46.0	46.0	44.0	49.1
ORD	21	18		75.4	67.4	62.5	45.1	42.7	45.9	46.5	37.7	43.2
ONZ	21	21	19		79.7	71.2	42.7	41.9	42.6	41.9	38.1	43.2
VSE	21	18	21	17		66.6	34.5	34.2	34.3	34.8	32.1	37.5
SOL	20	19	19	21	19		27.6	26.9	26.6	27.2	25.7	34.8
SUELO												
CAÑ	11	12	10	12	11	12		74.3	89.6	89.2	69.1	66.8
MIR	9	9	9	9	10	9	10		68.3	70.3	88.5	84.9
ORD	15	17	12	15	14	14	12	10		93.8	63.5	60.8
ONZ	11	13	13	11	12	12	11	8	12		66.1	63.7
VSE	11	11	9	11	8	10	10	8	10	8		86.2
SOL	15	15	13	15	13	16	13	10	14	11	11	

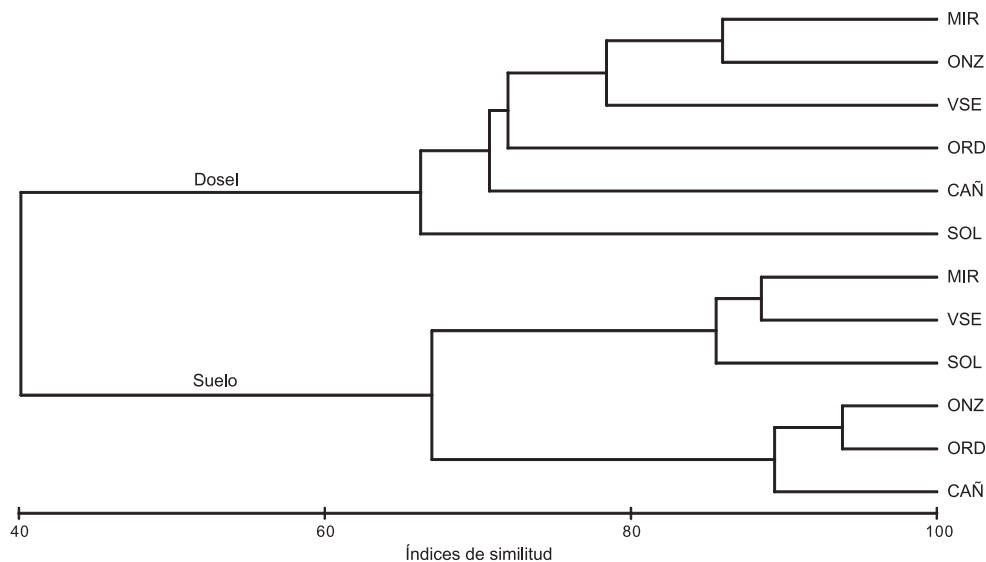


Figura 7.5. Dendrograma de similitud basado en los índices de similitud entre las seis fincas estudiadas, incluyendo todas las muestras del dosel y suelo.

dos en ciertos casos (por ejemplo, en el cafetal de sol), en donde muchos artrópodos se alimentan o dependen de esos recursos.

RECOMENDACIONES

Es importante considerar la reducción del uso de agroquímicos, en particular para el control de malezas, e intensificar en lo posible las medidas de control cultural, debido a que éstas constituyen reservorios importantes de numerosas comunidades de artrópodos que son fundamentales en las cadenas tróficas, ya que muchos de ellos actúan como controladores de insectos nocivos, y a su vez, sirven de alimento a otros vertebrados pequeños.

Para promover la conservación de la biodiversidad de Diptera, es recomendable el uso de cobertura de sombra, puesto que el dosel ayuda a mantener poblaciones importantes de diversas familias de moscas a lo largo del año, permitiendo la presencia de polinizadores potenciales, y otros grupos de depredadores o parásitos de diversos artrópodos.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a los dueños de las fincas por todas las facilidades otorgadas para la realización de

esta investigación: Ricardo Romero (Las Cañadas), Jorge A. Müller Grohmann (El Mirador), Ricardo García Camacho (La Onza), Raúl Monge Villalobos (Orduña), Sergio y Francisco de la Vequia Bernardi (La Vequia), y Dionisio Pérez J. (Buenavista). Asimismo agradecemos a nuestro colegas Cuauhtémoc Deloya L., Alejandro Pech M., y Sergio Ibañez B. por su ayuda durante la colecta de material en campo. También agradecemos a Jorge Valenzuela G. y un revisor anónimo por las sugerencias hechas al manuscrito. Esta investigación fue realizada en el Instituto de Ecología A.C. con financiamiento del proyecto denominado “Biocafé: Un estudio interdisciplinario sobre la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales del bosque mesófilo de montaña, en un gradiente de manejo de cultivo de café en el centro del estado de Veracruz” (SEMARNAT-2002-C01-0194).

REFERENCIAS

- Basset Y, Novotny V, Miller SE and Kitching RL. 2003. Canopy entomology, an expanding field of natural science. In: Basset Y *et al.*, editors. *Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy*. Cambridge University Press. p. 4-6.
- Balmford A, Green MJB, and Murray MG. 1996. Using higher-taxon richness as a surrogate for species richness:

- I. Regional tests. *Proceedings of the Royal Society of London* 263:1267-1274.
- Clarke KL and Gorley NR. 2001. Primer v5: *Plymouth routines in multivariate ecological research*. Primer-E Ltd, Plymouth, UK.
- Gaston KJ and Williams PH. 1993. Mapping the world's species - the higher taxon approach. *Biodiversity Letters* 1:2-8.
- Hall S. 2003. Biodiversity conservation in agroecosystems: a comparison of surface-dwelling beetle diversity in various shade coffee production systems in Costa Rica. York University, Toronto, Ontario. Faculty of Environmental Studies. *Outstanding Graduate Student Paper Series* Vol. 7(2):1-27.
- Ibarra-Núñez G. 1990. Los artrópodos asociados a cafetos en un cafetal mixto del Soconusco, Chiapas, México. I. Variedad y abundancia. *Folia Entomológica Mexicana* 79:207-231.
- Johnson MD. 2000. Effects of Shade-Tree Species and Crop Structure on the Winter Arthropod and Bird Communities in a Jamaican Shade Coffee Plantation. *Biotropica* 32(1):133-145.
- Kitching RL, Bickel D, Creagh AC, Hurley K and Symonds C. 2004. The biodiversity of Diptera in Old World rain forest surveys: a comparative faunistic analysis. *Journal of Biogeography* 31:1185-1200.
- Martín-Piera F. 2000. Estimaciones prácticas de biodiversidad utilizando taxones de alto rango. En: *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000*. Martín-Piera F, Morrone JJ & Melic A, editores. Monografías tercer Milenio Vol 1, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, España. p. 35-54.
- McAlpine JF. 1981. Key to families - Adults. In: *Manual of Nearctic Diptera* Vol. 1, McAlpine JF, coordinator. Research Branch Agriculture Canada Monograph 27, Quebec, Canada. p. 89-124.
- Perfecto I and Snelling R. 1995. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem: ants in coffee plantations. *Ecological Applications* 5:1084-1097.
- Perfecto I, Vandermeer J, Hanson P and Cartián V. 1997. Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agro-ecosystem. *Biodiversity and Conservation* 6:935-945.
- Rice R, and Ward J. 1996. *Coffee, conservation, and commerce in the western hemisphere*. Smithsonian Migratory Bird Center, Washington, DC.
- Skevington JH and Dang PT. 2002. Exploring the diversity of flies (Diptera). *Biodiversity* 3:1-27.
- Statistica, 2006. *Statistica: data analysis software system, version 7.1*. StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma, USA.
- Stork NE. 1988. Insect diversity: facts, fiction and speculation. *Biological Journal of the Linnean Society* 35:321-337.
- Williams PH and Gaston KJ. 1994. Measuring more of biodiversity: can higher-taxon richness predict wholesale species richness? *Biological Conservation* 67:211-217.

APÉNDICE 7.1. LISTADO DE LAS FAMILIAS DE DIPTERA REGISTRADAS EN CADA UNA DE LAS FINCAS Y SU ABUNDANCIA A LO LARGO DE UN CICLO ANUAL. CAÑ= CAÑADAS, MIR= MIRADOR, ORD= ORDUÑA, ONZ= ONZA, VSE= VEQUIA SOMBRA ESPECIALIZADA, SOL= TEOCELO.

Diptera - Familias	CAÑ	MIR	ORD	ONZ	VSE	SOL	Total Ejem
Anisopodidae	2	1	1	4	0	7	15
Asilidae	1	0	0	0	0	0	1
Bibionidae	2	1	1	2	3	7	16
Calliphoridae	8	18	3	1	0	1	31
Cecidomyiidae	18	37	0	15	125	7	202
Ceratopogonidae	0	0	1	1	2	18	22
Chamaemyiidae	2	0	0	0	0	0	2
Chironomidae	0	0	1	1	0	1	3
Chloropidae	152	267	1827	333	285	388	3252
Clusiidae	21	45	12	5	0	0	83
Conopidae	0	0	2	1	0	0	3
Dolichopodidae	1	0	1	16	6	2	26
Drosophilidae	12,904	3559	39,212	16,530	2222	1042	75,469
Empididae	16	16	23	46	45	99	245
Lauxaniidae	2	4	3	1	3	9	22
Lonchaeidae	13	0	6	5	19	70	113
Micropezidae	17	29	33	25	17	0	121
Milichiidae	1	4	3	0	7	0	15
Muscidae	714	220	195	157	118	201	1605
Mycetophilidae	73	19	17	13	8	66	196
Neriidae	37	398	190	356	1404	71	2456
Phoridae	4301	7220	9183	4864	8710	3013	37,291
Platystomatidae	1	0	11	0	1	0	13
Psychodidae	0	0	2	0	0	0	2
Richardiidae	6	17	11	15	0	5	54
Sarcophagidae	104	350	191	454	576	663	2338
Scathophagidae	0	0	18	0	0	0	18
Scatopsidae	14	4	4	5	21	27	75
Sciaridae	12	20	68	36	18	165	319
Sepsidae	0	0	0	1	0	9	10
Sphaeroceridae	2308	3527	2406	1328	2567	1088	13,224
Stratiomyidae	3	1	1	0	1	0	6
Syrphidae	24	2	5	16	3	32	82
Tachinidae	48	12	42	42	44	145	333
Tephritidae	71	37	34	54	22	78	296
Tipulidae	7	4	2	0	1	18	32
Ulidiidae	70	294	190	485	552	173	1764
Xylomyidae	0	0	0	0	0	2	2
TOTAL/FINCA	20,953	16,106	53,699	24,812	16,780	7407	139,757

