

Epífitas vasculares: bromelias y orquídeas

JOSÉ G. GARCÍA-FRANCO Y TARIN TOLEDO ACEVES

Resumen

El bosque mesófilo de montaña de la región central del estado de Veracruz ha sido sustituido mayormente por cafetales de sombra con diferentes características y formas de manejo. Evaluamos el papel de los sistemas cafetaleros en la conservación de la diversidad de epífitas vasculares. Se registró la presencia de bromelias, orquídeas y de algunas epífitas conspicuas en dos fragmentos de bosque y varios cafetales con sistemas de monocultivo a sombra, policultivo diverso y policultivo sencillo. Se encontraron 88 especies de 9 familias en todos los sitios. La mayoría de las especies fueron escasas y poco frecuentes, aunque las bromelias *Tillandsia schiedeana* y *T. juncea* estuvieron presentes en casi todos los sitios estudiados y fueron muy abundantes. No todos los cafetales con el mismo sistema de manejo comparten las mismas especies de epífitas, incluso aquellos geográficamente cercanos. La mayor diversidad de especies se encontró en policultivos diversos y policultivos sencillos, cafetales que tuvieron una diversidad semejante a los fragmentos de bosque. Aquellos cafetales con árboles remanentes de bosque fueron los más diversos. Ya que la diversidad cambia entre cafetales y regiones, es importante mantener en estos agrosistemas árboles grandes y preferentemente del bosque original.

Abstract

Tropical montane rain forest has been replaced mainly by shaded coffee plantations with different management and characteristics in the central region of Veracruz. We evaluated the role of coffee plantations in the conservation of vascular epiphyte diversity. The presence of bromeliads, orchids and some conspicuous epiphytes was registered in two forest fragments and various coffee plantations, which are shaded monocultures, diverse polycultures and commercial polycultures. Eighty-eight species were found of nine families in all sites. Most species were scarce and not very frequent, even though the bromeliads *Tillandsia schiedeana* and *T. juncea* were present in almost all the study sites and were very abundant. Not all coffee plantations with the same management system shared the same epiphyte species, even those geographically close. The highest diversity of species was found in diverse polycultures and commercial polycultures, coffee plantations which had similar diversity to that in the forest fragments. Coffee plantations with remnant trees from the forest were the most diverse. Because the diversity differed between coffee plantations and regions, it is important to maintain big trees in these agroecosystems and preferably those from the original forest.

INTRODUCCIÓN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) cubre una extensión de menos del 1% del territorio nacional (Rzedowski 1978), y es uno de los ecosistemas que alberga la mayor diversidad de especies de flora y fauna (Challenger 1998). Se calcula que alrededor de 2500 a 3000 especies de plantas vasculares habitan exclusiva y preferentemente en estos bosques (Rzedowski 1993). También juega un papel preponderante en el ciclaje de agua y nutrientes a nivel de paisaje (Manson 2004). El BMM se caracteriza por una vegetación densa, donde en el dosel dominan árboles caducifolios de afinidad templada, principalmente de los géneros *Quercus*, *Liquidambar* y *Fagus*, mientras que en el sotobosque se encuentran predominantemente especies tropicales perennifolias (Rzedowski 1978, Challenger 1998). Su distribución corresponde al clima templado con humedad elevada, donde la niebla se presenta continuamente o con mucha frecuencia (Rzedowski 1978), de ahí que también se le conozca como “bosque de niebla”. Desafortunadamente la distribución naturalmente fragmentada del BMM, por el paisaje fuertemente accidentado y su lenta capacidad para recuperarse de la perturbación, lo convierte en un sistema particularmente frágil (Ewel 1980, Williams-Linera 1992), por lo que las áreas que albergan BMM son consideradas regiones terrestres prioritarias para la conservación (Arriaga *et al.* 2000). En México, aproximadamente un 50% de la superficie cubierta originalmente por BMM ha sido reemplazado por otros tipos de uso del suelo (Challenger 1998). En la región central de Veracruz el BMM ha sido convertido principalmente en plantaciones de café; proceso que ha tenido lugar desde finales del siglo XIX y en la década de 1960 principalmente (Challenger 1998). Los cafetales son sistemas muy diversos que pueden variar de monocultivos hasta policultivos diversos de sombra (Moguel y Toledo 1999). No obstante, la simplificación del sistema y la pérdida de especies, que conlleva la transformación del bosque natural a un agroecosistema forestal, los cafetales de sombra, en particular, representan un refugio importante para una gran variedad de especies (Greenberg *et al.* 1997, Cruz-Angón y Greenberg 2005, Hietz 2005, Solís-Montero *et al.* 2005).

Uno de los componentes más característicos y llamativos del BMM son las plantas epífitas (Rzedowski 1978). Este grupo está conformado por organismos

cuyo ciclo de vida se desarrolla íntegramente sobre o dentro de los tejidos muertos exteriores de otras plantas, sin obtener agua o nutrientes de tejidos vivos (Slak 1976). Ejemplos de plantas epífitas incluyen la mayoría de las orquídeas, bromelias, helechos, musgos y hepáticas, siendo los tres primeros grupos plantas vasculares (poseen tejidos vasculares especializados, como xilema y floema), mientras que los últimos dos grupos son plantas no vasculares. En el BMM las orquídeas y las bromelias epífitas son particularmente diversas (Rzedowski 1991). Las plantas epífitas son uno de los grupos más susceptibles a la fragmentación y perturbación de los bosques (Holbrook 1991, Turner *et al.* 1994, Padmawathe *et al.* 2004, Zhu *et al.* 2004). Aunado a la destrucción de su hábitat, la colecta desmedida de orquídeas y bromelias con fines comerciales y ceremoniales amenaza la persistencia de sus poblaciones (Flores-Palacios y Valencia 2007; I. Haeckel datos no publicados). No obstante, numerosas especies de epífitas que se establecen en los árboles en el BMM, pueden arribar y establecerse en los árboles de sombra de los cafetales (Holbrook 1991, Turner *et al.* 1994, Padmawathe *et al.* 2004, Hietz 2005, Solís-Montero *et al.* 2005). Por ejemplo, para el centro de Veracruz se han reportado de 101 a 104 especies de epífitas vasculares en fragmentos de bosque mesófilo y 89 especies en cafetales de sombra (Flores-Palacios y García-Franco 2001, Hietz 2005). Así, los árboles de sombra son un elemento crítico para el mantenimiento de la comunidad de plantas epífitas en estos agroecosistemas. Los árboles de sombra en los cafetales pueden ser remanentes del bosque o pertenecer a especies introducidas, como es el caso de árboles del género *Inga* spp. La identidad del árbol hospedero así como su tamaño pueden determinar la abundancia y composición de epífitas asociadas (Johanson 1974, Benzing 1978, Hietz-Seifert *et al.* 1995, Hietz 2005). Por lo tanto, el tipo de manejo del cafetal determina la importancia del sistema para la conservación y mantenimiento de la biodiversidad.

Las epífitas son un elemento importante de la diversidad de los sistemas cafetaleros y esenciales en la estructura y dinámica de la fauna asociada (Gentry y Dodson 1987, Greenberg *et al.* 1997, Johnson 2000, Cruz-Angón y Greenberg 2005; A. Hernández datos no publicados). Las epífitas aumentan la complejidad estructural del dosel y proveen recursos adicionales para la fauna (Nadkarni y Matelson 1989). En bosques naturales, las epífitas juegan un papel importante en la

productividad, captación de agua y ciclaje de nutrientes (Nadkarni 1986, Hofstede *et al.* 1993, Hsu *et al.* 2002, Nadkarni *et al.* 2004). Por ejemplo, en un BMM en Costa Rica las epífitas presentaron 40% del total de nutrientes presentes en la biomasa no leñosa (Nadkarni 1988). Al caer al suelo y degradarse las epífitas contribuyen al ciclaje de nutrientes dentro del sistema forestal y es muy probable que en los cafetales su contribución en estos procesos sea también de gran importancia. Este capítulo se centra en la ecología de epífitas vasculares, en particular en la diversidad de bromelias y orquídeas, en diferentes sistemas cafetaleros y remanentes de BMM en la región central de Veracruz.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos fragmentos de bosque mesófilo y 10 cafetales con diferentes sistemas de manejo. Los sitios de estudio se indican en el Cuadro 5.1 y la descripción detallada de cada uno puede verse en los Capítulos 2 y 4. Los grupos de epífitas estudiados fueron Bromeliaceae, Orchidaceae y otras epífitas (incluidas Loranthaceae, Cactaceae, Araceae y otras especies más conspicuas). El cuadro 5.1 también señala los grupos de epífitas vasculares que se

registraron en cada cafetal y fragmento de bosque. El registro de epífitas en cada sitio se hizo en los puntos permanentes de muestreo del proyecto Biocafé, generalmente indicados por un árbol, o en árboles cercanos a esos puntos que tuvieran las dimensiones promedio de la cobertura arbórea del sitio. Al estar los puntos de muestreo a una distancia de 50 m, los árboles con epífitas pueden considerarse independientes, por lo que el muestreo de las epífitas es confiable (Gradstein *et al.* 2003). Como la estructura y diversidad arbórea cambia entre los sitios (Capítulo 4), las características de los árboles utilizados como unidad de muestreo también varían. De cada árbol se midió la altura y el DAP y se registraron las especies de epífitas presentes. Cuando fue posible se cuantificó el número de individuos por especie, pero en árboles con crecimientos profusos de epífitas, se considero como mejor opción el conteo del número de colonias o manchones de cada una de las especies. Los individuos o clones no se distinguen al presentar los datos y se mencionan de manera general como individuos (Apéndice 5.1).

Con los datos obtenidos, inicialmente se hizo una exploración del número de especies y la abundancia de las epífitas registradas en los sitios de estudio. Posteriormente, se realizó una ordenación (análisis de componentes principales binario) con lo cual se pudo

Cuadro 5.1. Índice de Diversidad de Shannon-Wiener de fragmentos de bosque mesófilo de montaña y cafetales bajo distintos sistemas de manejo donde se registraron las especies de Bromeliaceae, Orchidaceae y otras epífitas. Una descripción detallada de los sitios se encuentra en los Capítulos 2 y 8. Celdas vacías indican que el sitio no fue muestreado para el grupo de epífitas.

Bosque o Cafetal	Clave	Tipo de vegetación y/o Cultivo	Puntos de muestreo	Bromelias y epífitas conspicuas	Orquídeas	Bromelias, epífitas conspicuas y orquídeas
Las Cañadas	CAÑ	Bosque	10	2.48	2.21	3.08
Parque Ecológico	PAR	Bosque	10	2.27	2.273	2.88
La Esmeralda	ESM	Monocultivo a sombra	10	1.66		
La Vequia-Café Estándar	VSC	Monocultivo a sombra	10	1.77		
La Vequia-Sombra Especializada	VSE	Monocultivo a sombra	12	1.04		
Martín Aluja	ALU	Policultivo diverso	5	2.05		
El Mirador	MIR	Policultivo diverso	12	1.37	1.49	1.82
La Onza	ONZ	Policultivo diverso	10	2.45	1.59	2.85
La Vequia-Bajo Monte	VBM	Policultivo diverso	10	1.52	1.33	1.58
El Zopilote	ZOP	Policultivo diverso	10	1.52		
Virginia Armand	ARM	Policultivo sencillo	10	1.78	2.20	2.33
El Cerrito	AUR	Policultivo sencillo	5		2.19	
Orduña	ORD	Policultivo sencillo	10	1.55	1.99	1.91

observar las semejanzas entre los sitios estudiados debidas a la composición de las especies de epífitas. Finalmente, para conocer la diversidad de especies de epífitas en los sitios se calculó el Índice de Shannon-Wiener, y la comparación en composición se hizo por medio del Índice de Similitud de Jaccard.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se registraron 88 especies de epífitas con 5348 individuos (Apéndice 5.1). Bromeliaceae y Orchidaceae fueron las familias con mayor número de especies (25 y 51 especies, respectivamente), ya que son las familias más abundantes y diversas, en ellas se enfocó el registro de datos. La frecuencia (= número de sitios en el cual ocurre una especie) de las especies en los sitios de estudio fue muy variable. Las bromelias *Tillandsia schiedeana* y *T. juncea* estuvieron presentes en casi todos los sitios de trabajo (11 y 12 de los 12 sitios incluidos, respectivamente), mientras que otras especies como *T. lucida*, *T. recurvata* y *T. filifolia* se registraron en un sitio solamente. Las dos especies de bromelias más frecuentes también fueron las más abundantes (1316 y 1072 individuos, respectivamente) (abundancia = número de individuos); de igual forma que las menos frecuentes también fueron menos abundantes (3, 3 y 1 individuos, respectivamente). Por otro lado, *Rhipsalis baccifera* (Cactaceae) también estuvo presente en un alto número de sitios estudiados (10 sitios), pero su abundancia fue media (206 individuos). La mayoría de las especies de Orchidaceae tuvieron baja abundancia y fueron escasas en todos los sitios donde se registraron. *Encyclia ochracea*, *Isochilus linearis* y *Maxillaria densa* fueron las orquídeas con mayor frecuencia (5 sitios de los 8 incluidos), y también fueron abundantes (41, 35 y 49 individuos, respectivamente). En contraste, *Maxillaria densa* sólo estuvo presente en 3 sitios pero fue la más abundante con 55 individuos registrados. Otras epífitas como *Philodendron* sp., *Monstera* sp. y *Ephiphyllum* sp. se registraron en un solo sitio con muy pocos individuos (1-6 individuos).

A pesar de que los cafetales son ambientes transformados, y de estar sujetos a perturbaciones constantes como el aclareo o la apertura de campos de cultivo en sus inmediaciones, aspectos que favorecen la dispersión y establecimiento de las parásitas vasculares (muérdagos y/o corrigüelas), éstas fueron poco frecuentes y abundantes. Esto sugiere diferentes causas como la falta

de dispersión de los propágulos a estos sitios, la poca susceptibilidad de las especies arbóreas utilizadas como sombra en los cafetales a las parásitas, las condiciones inadecuadas para la germinación y el crecimiento de las semillas de las parásitas en caso que arriben, y/o las labores de mantenimiento de los cafetales que eliminan o limitan la presencia de las parásitas.

En los fragmentos de bosque mesófilo se registraron 17-19 especies de bromelias y epífitas conspicuas (en CAÑ y PAR, respectivamente), mientras que en los cafetales fue muy variable y, aparentemente, no estuvo relacionado con el tipo de manejo. La mayoría de los cafetales presentaron entre 8 y 15 especies de bromelias y epífitas conspicuas. Sin embargo, el policultivo diverso La Onza (ONZ) tuvo 21 especies mientras que el monocultivo a sombra La Vequia (VSE) sólo presentó tres especies de bromelias y epífitas conspicuas. Por otro lado, el mayor número de individuos se registró en el policultivo sencillo de la Orduña (ORD, 917 plantas), y el menor número en los dos monocultivos a sombra de La Vequia (VCS y VSE, 22 y 4 respectivamente) (Apéndice 5.1). Varios de los sitios estudiados no se agrupan por la semejanza en su forma de manejo, y algunos tampoco por su ubicación geográfica. La figura 5.1 muestra el análisis de componentes principales (PCA) considerando únicamente la presencia de las especies. El grupo 1 representa dos cafetales con manejo de monocultivo de la zona de Huatusco, mientras que el grupo 2 contiene cafetales y bosque de la zona de Xalapa. El grupo 3 tiene una mezcla de cafetales con distinto manejo y ubicación geográfica, y el grupo 4 representa el bosque de la zona de Huatusco. Lo anterior indica que los cafetales y bosques pueden contener especies semejantes o diferentes indistintamente de su manejo y ubicación geográfica. Los valores de los índices de similitud de Jaccard concuerdan con la semejanza de los grupos que se forman por el análisis de componentes principales (Cuadro 5.2), y curiosamente el Parque Ecológico (PAR) tiene alta semejanza con el cafetal La Vequia-Bajo Monte (VBM), aunque se encuentran ubicados en diferente área geográfica. Es posible que la presencia o ausencia de ciertas especies esté determinada, al menos en parte, por la cercanía a fragmentos de BMM que no fueron evaluados y que podrán no existir en el presente pero que funcionaron como una fuente de propágulos en el pasado reciente.

Cuando se consideran únicamente las especies de orquídeas, los fragmentos de bosque muestran mayor y

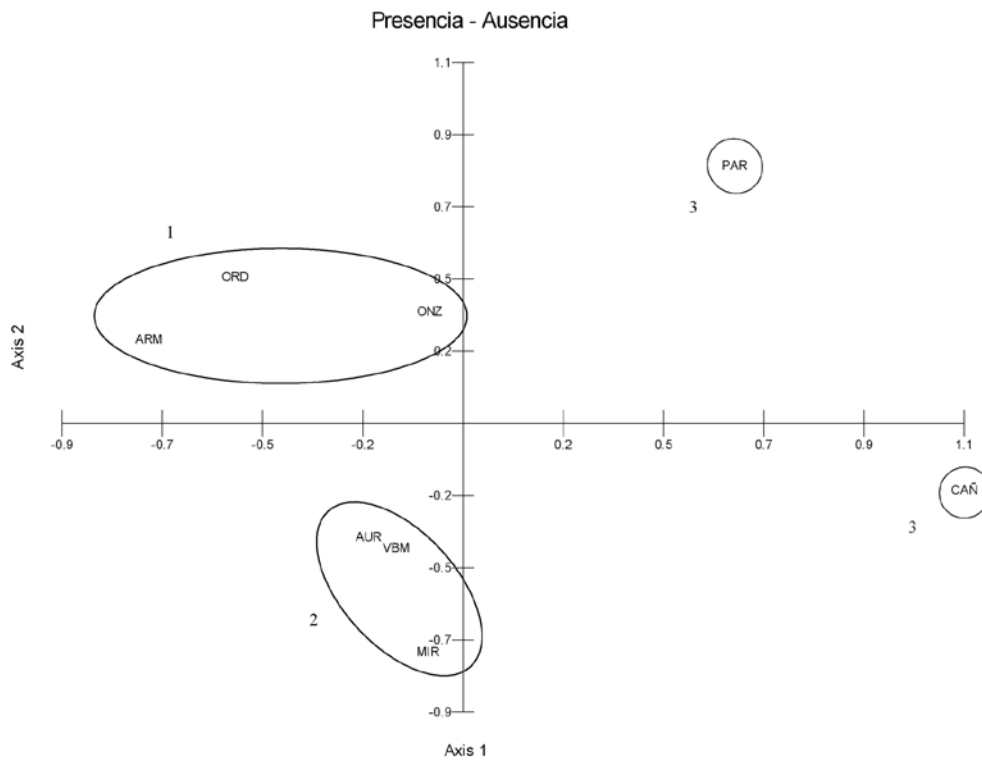
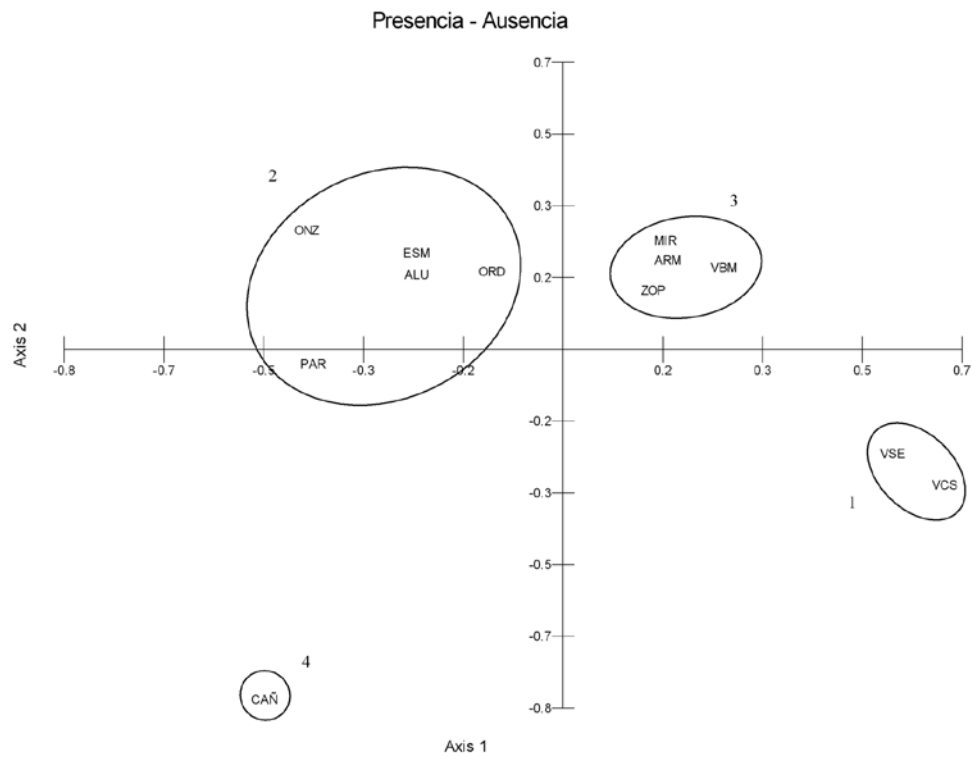


Figura 5.1. Análisis de componentes principales que muestran agrupaciones de los sitios que comparten especies de bromelias y epífitas conspicuas (a), y orquídeas (b) registradas (varianza explicada por los dos ejes $a = 45.3\%$ y $b = 47.5\%$) (Clave de los sitios en el cuadro 5.1).

Cuadro 5.2. Índice de Similitud de Jaccard (arriba de la diagonal) entre los sitios estudiados, utilizando las especies de bromelias y epífitas conspicuas registradas en cada uno (número en la diagonal), y las especies comunes entre los sitios (debajo de la diagonal). Clave de los sitios de estudio en el cuadro 5.1.

	CAÑ	PAR	ALU	ARM	MIR	ZOP	ORD	VBM	ONZ	ESM	VCS	VSE
CAÑ	19	0.44	0.31	0.23	0.19	0.12	0.33	0.19	0.33	0.32	0.08	0.05
PAR	11	17	0.52	0.30	0.36	0.29	0.50	0.45	0.41	0.72	0.14	0.05
ALU	8	11	15	0.40	0.47	0.47	0.65	0.50	0.50	0.61	0.15	0.13
ARM	6	7	8	13	0.37	0.53	0.63	0.56	0.36	0.50	0.31	0.14
MIR	5	8	9	7	13	0.35	0.37	0.56	0.36	0.42	0.17	0.14
ZOP	3	6	8	8	6	10	0.64	0.38	0.35	0.50	0.20	0.18
ORD	8	10	11	10	7	9	13	0.47	0.55	0.69	0.24	0.14
VBM	5	9	9	9	9	6	8	12	0.38	0.53	0.33	0.25
ONZ	10	11	12	9	9	8	12	9	21	0.52	0.12	0.09
ESM	8	13	11	9	8	8	11	9	12	14	0.16	0.13
VCS	2	3	3	5	3	3	4	5	3	3	8	0.38
VSE	1	1	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3

similar número de especies (17 en CAÑ y 18 en PAR), mientras que el Parque Ecológico tuvo más individuos (129 individuos). Aunque en general los cafetales tuvieron un menor número de especies de orquídeas, en el policultivo sencillo Virginia Armand (ARM) se registraron 15 especies de orquídeas y además, el policultivo diverso La Onza (ONZ) y el policultivo sencillo Virginia Armand (ARM) albergaron un mayor número total de plantas de orquídeas que los bosques (Apéndice 5.1). Los sitios estudiados se agruparon por la semejanza en las especies de orquídeas presentes y también por su similitud geográfica, pero no por el tipo de manejo. El grupo 1 está conformado por policultivo sencillo (ARM y ORD) y policultivo diverso (ONZ) de la zona de Xalapa. El grupo 2 comprende policultivo diverso (VBM y MIR) y policultivo sencillo (AUR) de la región de Huatusco. Mientras que los fragmentos de bosque se separaron tanto de los cafetales de sus regiones como entre ellos. Nuevamente el coeficiente de similitud indica que los sitios agrupados mantienen cierta semejanza, aunque el valor más alto (0.51) es para los cafetales de Virginia Armand y la Orduña (Cuadro 5.3).

Incluyendo únicamente los sitios en los cuales se registraron orquídeas, bromelias y epífitas conspicuas, podemos ver que los fragmentos de bosque tuvieron el mayor número de especies, seguidas por el policultivo

diverso La Onza (ONZ, 31 especies) y el policultivo sencillo Virginia Armand (ARM, 28 especies Cuadro 5.4). El Mirador (MIR) y la Orduña (ORD) también tuvieron más de 20 especies de epífitas. En el último cafetal se registró el mayor número de individuos. La agrupación de los sitios es similar cuando se consideraron todas las especies o únicamente a las orquídeas. La inclusión de todos los grupos de epífitas vasculares reduce la semejanza observada con alguno de los grupos particulares. En este caso el policultivo sencillo ORD tuvo los más altos valores de semejanza con ONZ, ARM, MIR y VBM; aunque este último se separa en la Figura 5.2.

La diversidad de epífitas vasculares es mayor en los fragmentos de bosque, sin embargo, varios cafetales sostienen una importante composición de especies. Por ejemplo, si se consideran únicamente las bromelias y epífitas conspicuas los policultivos de Martín Aluja (ALU) y La Onza (ONZ) tienen diversidad semejante a la de los fragmentos de bosque (Cuadro 5.1). De igual manera tomando en consideración sólo a las orquídeas, los policultivos sencillos Virginia Armand (ARM) y El Cerrito (AUR) tienen diversidad parecida a la de los bosques (Cuadro 5.1). Y cuando se incluyen todas las epífitas el policultivo diverso La Vequia Bajo Monte (VBM) y el policultivo sencillo de Virginia Armand (ARM) son parecidos a los fragmentos de bosque (Cua-

Cuadro 5.3. Índice de Similitud de Jaccard (arriba de la diagonal) entre sitios estudiados, utilizando las especies de orquídeas registradas en cada sitio (número en la diagonal), y las especies comunes entre los sitios (debajo de la diagonal). Clave de los sitios de estudio en el cuadro 5.1.

	CAÑ	PAR	ARM	AUR	MIR	ORD	VBM	ONZ
CAÑ	18	0.21	0.03	0.12	0.08	0.07	0.00	0.12
PAR	6	17	0.14	0.13	0.08	0.16	0.00	0.29
ARM	1	4	15	0.19	0.14	0.35	0.06	0.25
AUR	3	3	4	10	0.27	0.16	0.08	0.25
MIR	2	2	3	4	9	0.00	0.08	0.06
ORD	2	4	7	3	0	12	0.00	0.22
VBM	0	0	1	1	1	0	4	0.08
ONZ	3	6	5	4	1	4	1	10

dro 5.1). Se ha visto que la composición y la estructura de la comunidad de las epífitas se reducen de manera importante cuando los árboles se encuentran rodeados de pastizales (Flores-Palacios y García-Franco 1994). Los cafetales con árboles grandes son agroecosistemas que permiten la existencia de una gran diversidad de especies de epífitas (Hietz 2005). Sin embargo, también es importante la matriz de vegetación en la cual se encuentren inmersos y la presencia de árboles remanentes del bosque. En nuestro caso, aunque difieren en su forma de manejo, los cafetales de Virginia Armand (ARM), La Onza (ONZ) y Martín Aluja (ALU) mantienen árboles remanentes del bosque, por lo que su diversidad es la más alta; y asociada a ella, un gran

número de otros organismos (Cruz-Angón y Greenberg 2005; Hernández-Sánchez y García-Franco 2006).

RECOMENDACIONES

Los cafetales son un sistema productivo económicamente importante que funciona como refugio para una alta diversidad de epífitas, en particular bromelias y orquídeas. Las orquídeas pueden ser buenas representantes de la diversidad de epífitas vasculares en los cafetales. Aun cuando entre los tipos de cafetales, el policultivo diverso La Onza (ONZ) y el policultivo sencillo Virginia Armand (ARM) albergaron el mayor

Cuadro 5.4. Índice de Similitud de Jaccard (arriba de la diagonal) entre sitios estudiados, utilizando todas las especies de epífitas registradas en cada sitio (número en la diagonal), y las especies comunes entre los sitios (debajo de la diagonal). Clave de los sitios de estudio en el cuadro 5.1.

	CAÑ	PAR	ARM	MIR	ORD	VBM	ONZ
CAÑ	37	0.31	0.14	0.13	0.19	0.10	0.24
PAR	17	34	0.24	0.22	0.28	0.22	0.38
ARM	8	12	28	0.22	0.43	0.26	0.31
MIR	7	10	9	22	0.18	0.36	0.23
ORD	10	13	16	7	25	0.24	0.40
VBM	5	9	9	10	8	16	0.21
ONZ	13	18	14	10	16	8	31

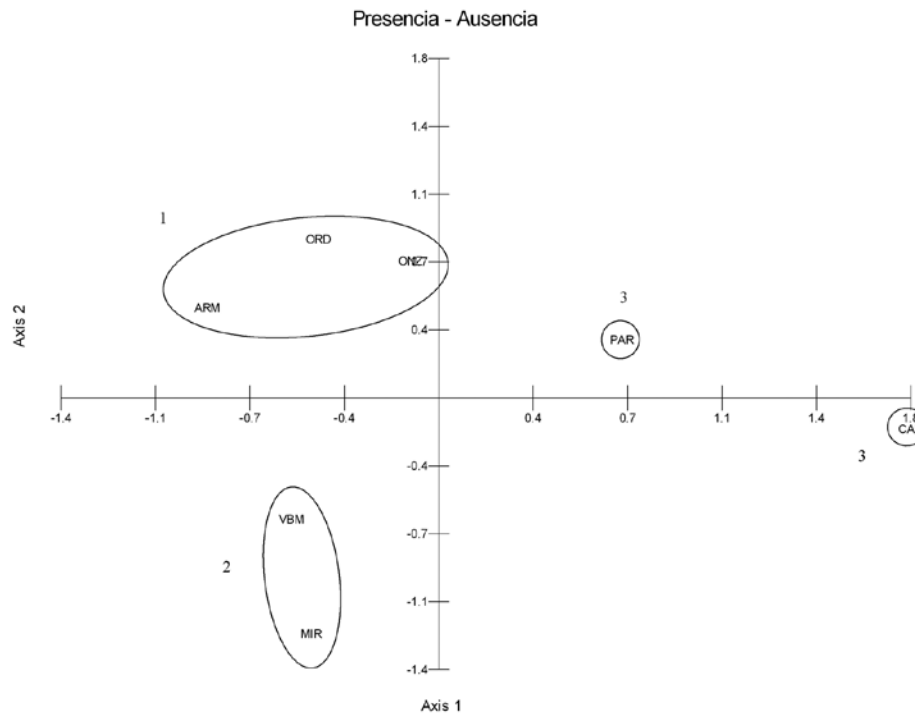


Figura 5.2. Análisis de componentes principales que muestra agrupaciones de los sitios que comparten todas las especies registradas (varianza explicada por los dos ejes 51.4 %) (Clave de los sitios en el cuadro 5.1).

número de especies, el tipo de manejo no parece afectar la presencia o ausencia de epífitas. Condiciones esenciales de los cafetales para funcionar como reservorios importantes de diversidad de epífitas vasculares, son el mantenimiento de árboles grandes y remanentes del bosque original.

- Sería deseable que los cafeticultores conserven los árboles de sombra más grandes.
- Especialmente se recomienda mantener los árboles remanentes del bosque original. La presencia de árboles con estas características favorece la existencia de una alta diversidad de especies epífitas dentro del cafetal, y puede ser una ventaja para la obtención de apoyo para el pago por los servicios ambientales que brinda el sistema.
- Si bien la definición de café de sombra para certificación puede incluir un dosel poco diverso, existen iniciativas que toman cada vez mayor fuerza para incluir en esta categoría al café que crece bajo el dosel de diversas especies y que proveen hábitat viable para aves migratorias (“Bird Friendly” del Smithsonian Migratory Bird

Center). De acuerdo con este esquema, el mantenimiento de un dosel con mayor variedad de especies nativas y donde se preserven las epífitas representa un sistema más biodiverso que debe ser favorecido por los consumidores.

- Dado que hasta el momento no se han evaluado los posibles efectos de la remoción de epífitas (destenche) sobre la productividad del cafetal, recomendamos que se evite esta práctica por los efectos adversos que tiene sobre la comunidad de aves, insectos y de la misma comunidad epífitas. Sugerimos que de llevarse a cabo se prefiera la poda de los árboles, lo que puede reducir el nivel de sombreado del dosel y mantener algunas epífitas, favoreciendo así la recolonización.
- Algunas de las especies de epífitas podrían ser removidas con base en un plan de aprovechamiento y cultivadas en viveros comerciales para su venta posterior (“canopy farming”). La comercialización de epífitas contribuiría a la diversificación del sistema productivo, funcionando como un incentivo para que los productores continúen con las prácticas de manejo de café de sombra.

REFERENCIAS

- Arriaga L, Espinoza JM, Aguilar C, Martínez E, Gómez L, Loa E. (coord.) 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. México, D.F.
- Benzing DH. 1978. Germination and early establishment of *Tillandsia circinnata* Schlecht. (Bromeliaceae) on some of its hosts and other supports in Southern Florida. *Selbyana* 5:95-106.
- Challenger A. 1998. *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro*. CONABIO. México, D.F. 847 p.
- Cruz-Angón A, Greenberg R. 2005. Are epiphytes important for birds in coffee plantations? An experimental assessment. *Journal of Applied Ecology* 42:150-159.
- Ewel J. 1980. Tropical succession: Manifold routes to maturity. *Biotropica* 12:2-7.
- Flores-Palacios A, García-Franco JG. 2001. Sampling methods for vascular epiphytes: their effectiveness in recording species richness and frequency. *Selbyana* 2:181-191.
- Flores-Palacios A, García-Franco JG. 2004. Effect of isolation on structure and nutrient content of a oak epiphyte communities. *Plant Ecology* 176:259-269.
- Flores-Palacios A, Valencia-Díaz S. 2007. Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness of wild vascular epiphytes. *Biological Conservation* 136:372-387.
- Gentry AW, Dodson CH. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74:205-233.
- Gradstein SR, Nadkarni NM, Krömer T, Holz I, Nöske N. 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forest. *Selbyana* 24:105-111.
- Greenberg R, Bichier P, Sterling J. 1997. Bird populations in rustic and planted shade coffee plantations of eastern Chiapas. *Biotropica* 29:501-514.
- Hernández-Sánchez AA, García-Franco JG. 2006. Invertebrados asociados a la epífita *T. heterophylla* (Bromeliaceae) en ambientes estacionales y contrastantes del centro de Veracruz. *Entomología mexicana* 5(2):1026-1031.
- Hietz P. 2005. Conservation of vascular epiphyte diversity in Mexican coffee plantations. *Conservation Biology* 19:391-399.
- Hietz-Seifert U, Hietz P., Guevara S. 1995. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 75:103-111.
- Hofstede RGM, Wolf JHD, Benzing DH. 1993. Epiphytic biomass and nutrient status of a Colombian upper montane rain forest. *Selbyana* 14:37-45.
- Holbrook NM. 1991. Small plants in high places: the conservation and biology of epiphytes. *Trends in Ecology and Evolution* 6:314-315.
- Hsu CC, Horng FW, Kuo CM. 2002. Epiphyte biomass and nutrient capital of a moist subtropical forest in north-eastern Taiwan. *Journal of Tropical Ecology* 18:659-670
- Johanson D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forests. *Acta Phytogeographica Suecica* 59:1-130.
- Johnson MD. 2000. Effect of shade-tree species and crop structure on the winter arthropod and bird communities in a Jamaican shade coffee plantation. *Biotropica* 31:133-145.
- Manson RH. 2004. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México. *Madera y Bosques* 10:3-20
- Moguel P, Toledo VM. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13:11-21.
- Nadkarni NM, Matelson TJ. 1989. Bird use of epiphyte resources in neotropical trees. *Condor* 91:891-907.
- Nadkarni NM, Schaefer D, Matelson TJ, Solano R. 2004. Biomass and nutrient pools of canopy and terrestrial components in a primary and a secondary montane cloud forest, Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 198:223-236
- Nadkarni NM. 1986. The nutritional effects of epiphytes on host trees with special reference to alteration of precipitation chemistry. *Selbyana* 9:44-51.
- Nadkarni NM. 1988. Tropical rainforest ecology from a canopy perspective. En: Almeida F, Pringel CM, editors. *Tropical rainforest: diversity and conservation*. California Academy of Sciences, San Francisco, California. p 189-208.
- Padmawathe R, Qureshi Q, Rawat GS. 2004. Effects of selective logging on vascular epiphyte diversity in a moist lowland forest of Eastern Himalaya, India. *Biological Conservation* 119:81-92
- Rzedowski J. 1978. *La vegetación de México*. Limusa, México.
- Rzedowski J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta botánica Mexicana* 14:3-21.
- Rzedowski J. 1993. Diversity and origins of the fanerogamic flora of Mexico. En: T. P. Ramamoorthy, Bye R, Lot A, Fa J, editors. *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press, New York. p. 139-144.
- Slak NG. 1976. Host specificity of bryophytic epiphytes in eastern North America. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 41:107-132.
- Solís-Montero L, Flores-Palacios A, Cruz-Angón A. 2005. Shade-coffee plantations as refuges for tropical wild orchids in central Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 19:908-916.
- Turner IM, Tal HTW, Ibrahim AB, Chew PT, Corlett RT. 1994. A study of plant species extinction in Singapore:

- Lessons for the conservation of tropical biodiversity. *Conservation Biology* 8:705-712
- Williams-Linera G. 1992. El bosque de montaña: un ecosistema muy frágil. En: Castillo-Campos G, Mejía-Saulés T, editores. *Los recursos vegetales*. Serie Problemática ambiental en el Estado de Veracruz. Instituto de Ecología, Xalapa. p 51-58.
- Zhu H, Xu ZF, Wang H, Li BG. 2004. Tropical rain forest fragmentation and its ecological and species diversity changes in southern Yunnan. *Biodiversity and Conservation* 13:1355-1372.

APÉNDICE 5.1. ESPECIES DE EPÍFITAS, NÚMERO DE INDIVIDUOS (NO. IND.) Y FRECUENCIA (PORCENTAJE DEL NÚMERO DE SITIOS EN QUE SE REGISTRARON LAS ESPECIES) REGISTRADOS EN LOS CAFETALES Y FRAGMENTOS DE BOSQUE ESTUDIADOS. LAS SIGLAS INDICAN ABUNDANCIA (a = ABUNDANTE + DE 1000 INDIVIDUOS, m = REGULAR DE 100 A 340 INDIVIDUOS, e = ESCASA 24-70 INDIVIDUOS, r = RARA 1-3 INDIVIDUOS) Y SU FRECUENCIA DE REGISTRO EN LOS SITIOS (+f = MUY FRECUENTE 7-12 SITIOS, f = FRECUENTE 5-6 SITIOS, -f = POCO FRECUENTE 1-3 SITIOS). CLAVES DE LOS SITIOS EN CUADRO 5.1, LAS SIGLAS EN NEGRITAS INDICAN LOS SITIOS DONDE SE ESTUDIARON LAS ESPECIES DE CADA GRUPO DE EPÍFITAS.

Familia	Especie	CAÑ	PAR	ESM	VSC	VSE	ALU	MIR	ONZ	VBM	ZOP	ARM	AUR	ORD	No. ind.	Frec.
Araceae	<i>Anthurium scandens</i> (m, +f)		26	46			20	38	20	8		43		2	203	0.67
	<i>Monstera</i> sp. (r, -f)							1							1	0.08
	<i>Philodendron</i> sp. (r, -f)	2													2	0.08
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i> (r, -f)	2							1						3	0.17
	<i>Catopsis nutans</i> (e, +f)	17	4	2			6		8		3			24	64	0.58
Bromeliaceae	<i>Catopsis sessiliflora</i> (e, f)	1	14	3			11		6					6	41	0.50
	<i>Catopsis</i> sp. 1 (e, f)	7	16	7			2		2					16	50	0.50
	<i>Catopsis</i> sp. 2 (r, -f)	13													13	0.08
	<i>Racinaea ghiesbreghtii</i> (e, -f)	16						20							36	0.17
	<i>Tillandsia butzii</i> (e, -f)	6	9	10											25	0.25
	<i>Tillandsia depeana</i> (e, -f)	49													49	0.08
	<i>Tillandsia fasciculata</i> (m, +f)	2	5	4			3	253		1	2	62		8	340	0.75
	<i>Tillandsia filifolia</i> (r, -f)	3							1						1	0.08
	<i>Tillandsia foliosa</i> (m, f)	3					84		19	2	17	17		104	229	0.50
	<i>Tillandsia heterophylla</i> (e, +f)	1	2	15			4		17	3	3	5		14	61	0.67
	<i>Tillandsia ionantha</i> (e, -f)	7	100	217	3	2	58					4			62	0.17
	<i>Tillandsia juncea</i> (a, +f)	13					92		16	41	81	235		439	1316	1.00
	<i>Tillandsia leiboldiana</i> (r, -f)								1	8	4	7	6	13	45	0.67
	<i>Tillandsia limbata</i> (e, +f)														3	0.08
	<i>Tillandsia lucida</i> (r, -f)	2	66								3				68	0.17
<i>Tillandsia multicaulis</i> (e, -f)	3	3	16					1	53	8	54	30	38	203	0.67	
<i>Tillandsia polystachya</i> (m, +f)	14	18							1					33	0.25	
<i>Tillandsia punctulata</i> (e, -f)														3	0.08	
<i>Tillandsia recurvata</i> (r, -f)	3	250	1	1	1	85	54	43	145	99	157		234	1072	0.92	
<i>Tillandsia schiedeana</i> (a, +f)	4	4	1					1	2		2			10	0.42	
<i>Tillandsia</i> sp. (r, f)	1										5			8	0.25	
<i>Tillandsia streptophylla</i> (r, -f)	18							4	210		1		3	238	0.50	

APÉNDICE 5.1. ESPECIES DE EPÍFITAS, NÚMERO DE INDIVIDUOS (No. ind.) Y FRECUENCIA (PORCENTAJE DEL NÚMERO DE SITIOS EN QUE SE REGISTRARON LAS ESPECIES) REGISTRADOS EN LOS CAFETALES Y FRAGMENTOS DE BOSQUE ESTUDIADOS. LAS SIGLAS INDICAN ABUNDANCIA (a = ABUNDANTE + DE 1000 INDIVIDUOS, m = REGULAR DE 100 A 340 INDIVIDUOS, e = ESCASA 24-70 INDIVIDUOS, r = RARA 1-3 INDIVIDUOS) Y SU FRECUENCIA DE REGISTRO EN LOS SITIOS (+f = MUY FRECUENTE 7-12 SITIOS, f = FRECUENTE 5-6 SITIOS, -f = POCO FRECUENTE 1-3 SITIOS). CLAVES DE LOS SITIOS EN CUADRO 5.1, LAS SIGLAS EN NEGRITAS INDICAN LOS SITIOS DONDE SE ESTUDIARON LAS ESPECIES DE CADA GRUPO DE EPÍFITAS. (CONTINUACIÓN)

Familia	Especie	CAÑ	PAR	ESM	VSC	VSE	ALU	MIR	ONZ	VBM	ZOP	ARM	AUR	ORD	No. ind.	Frec.
A) Bromelias y especies conspicuas																
Cactaceae	<i>Tillandsia usneoides</i> (m, +f)	42	2	56			10	2	14	2					128	0.58
	<i>Epiphyllum</i> sp. (r, -f)								6						6	0.08
Loranthaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i> (m, +f)	30	32	1			24	3	20	5	13	62		16	206	0.83
	<i>Phoradendron</i> sp. (r, -f)			9	1					1					11	0.25
	<i>Psittacanthus schiedeana</i> (r, -f)					1		8	1						10	0.25
Lycopodiaceae	<i>Struthantus</i> sp. (r, -f)			1											1	0.08
Polypodiaceae	<i>Huperzia</i> sp. (r, -f)							1	3						4	0.17
Rubiaceae	<i>Phlebodium areolatum</i> (m, f)	7	23				4	14		52					100	0.42
	<i>Coffea arabica</i> (r, -f)								1						1	0.08
	Número de individuos de bromelias y conspicuas	174	374	661	22	4	408	412	270	519	269	629	0	917	4659	
	Número de especies de bromelias y conspicuas	19	17	14	8	3	15	13	21	12	10	13	0	13		
B) Orchidaceae																
Familia	Especie	CAÑ	PAR	ESM	VSC	VSE	ALU	MIR	ONZ	VBM	ZOP	ARM	AUR	ORD	No. ind.	Frec.
Orchidaceae	<i>Brassia verrucosa</i> (e, -f)	19	2					14							35	0.38
	<i>Campylocentrum micranthum</i> (e-f)	2	27						2						31	0.38
	<i>Coelia triptera</i> (r, -f)		2					1							3	0.25
	<i>Comparettia falcata</i> (r, -f)		2						6						8	0.25
	<i>Dichaea guatemalensis</i> (r, -f)	2													2	0.13
	<i>Dichaea intermedia</i> (r, -f)	2													2	0.25
	<i>Dichaea muricata</i> (r, -f)	3	2												5	0.13
	<i>Dichaea neglecta</i> (r, -f)		3												3	0.25
	<i>Dichaea squarrosa</i> (r, -f)		1									8			9	0.13

<i>Eleocharis</i> sp. (r, -f)				4					4	0.13
<i>Encyclia candolei</i> (r, -f)					2				2	0.63
<i>Encyclia ochracea</i> (e, f)	3			20	3			5	41	0.38
<i>Encyclia polybulbon</i> (e, -f)				16				9	38	0.13
<i>Encyclia</i> sp. (r, -f)	2								2	0.13
<i>Epidendrum chlocorymbos</i> (r, -f)				4					4	0.13
<i>Epidendrum secundum</i> (r, -f)							1		1	0.13
<i>Epidendrum</i> sp. (r, -f)							2		2	0.25
<i>Gongora truncata</i> (e, -f)	30	8							38	0.63
<i>Isochilus linearis</i> (e, f)		18						1	35	0.13
<i>Isochilus</i> sp. (r, -f)		12							12	0.13
<i>Isochilus unilateralis</i> (r, -f)	4								4	0.25
<i>Jacquinella equitantifolia</i> (r, -f)									7	0.38
<i>Jacquinella leucomelana</i> (e, -f)	9	9							24	0.13
<i>Jacquinella</i> sp. 1 (r, -f)									5	0.13
<i>Jacquinella</i> sp. 2 (r, -f)									2	0.13
<i>Jacquinella</i> sp. 3 (r, -f)									9	0.13
<i>Jacquinella</i> sp. 4 (r, f)									3	0.25
<i>Jacquinella teretifolia</i> (r, -f)		5							7	0.25
<i>Laelia anceps</i> (r, -f)									7	0.25
<i>Leochilus carinatus</i> (r, -f)		17							19	0.13
<i>Leochilus oncidioide</i> (r, -f)									8	0.13
<i>Lepanthes</i> sp. (r-f)									1	0.13
<i>Lycaste aromatica</i> (r, -f)		10							10	0.25
<i>Lycaste deppei</i> (r, -f)	1	10							11	0.38
<i>Malaxis densa</i> (e, -f)		2							55	0.38
<i>Masdevallia floribunda</i> (e, -f)	11								40	0.13
<i>Maxillaria cucullata</i> (r, -f)	2								2	0.63
<i>Maxillaria densa</i> (e, f)									49	0.13
<i>Maxillaria elatior</i> (r, -f)									4	0.38
<i>Maxillaria variabilis</i> (r, -f)	2								6	0.13
<i>Nidema boothii</i> (r, -f)									2	0.13
<i>Notylia barkeri</i> (r, -f)									2	0.13
<i>Oncidium maculatum</i> (r, -f)	2								2	0.25
<i>Pleurothallis</i> sp. 1 (r, -f)		7							8	0.13
<i>Pleurothallis</i> sp. 2 (r, -f)		2							2	0.38
<i>Pleurothallis tribuloides</i> (r, -f)		1							12	0.13
<i>Restrepia ophiocephala</i> (r, -f)									1	0.63
<i>Scaphyglottis livida</i> (m, f)									134	0.13

APÉNDICE 5.1. ESPECIES DE EPÍFITAS, NÚMERO DE INDIVIDUOS (No. IND.) Y FRECUENCIA (PORCENTAJE DEL NÚMERO DE SITIOS EN QUE SE REGISTRARON LAS ESPECIES) REGISTRADOS EN LOS CAFETALES Y FRAGMENTOS DE BOSQUE ESTUDIADOS. LAS SIGLAS INDICAN ABUNDANCIA (a = ABUNDANTE + DE 1000 INDIVIDUOS, m = REGULAR DE 100 A 340 INDIVIDUOS, e = ESCASA 24-70 INDIVIDUOS, r = RARA 1-3 INDIVIDUOS) Y SU FRECUENCIA DE REGISTRO EN LOS SITIOS (+f = MUY FRECUENTE 7-12 SITIOS, f = FRECUENTE 5-6 SITIOS, -f = POCO FRECUENTE 1-3 SITIOS). CLAVES DE LOS SITIOS EN CUADRO 5.1, LAS SIGLAS EN NEGRITAS INDICAN LOS SITIOS DONDE SE ESTUDIARON LAS ESPECIES DE CADA GRUPO DE EPÍFITAS. (CONTINUACIÓN)

B) Orchidaceae	Especie	CAÑ	PAR	ESM	VSC	VSE	ALU	MIR	ONZ	VBM	ZOP	ARM	AUR	ORD	No. ind.	Frec.
	<i>Sobralia macrantha</i> (r, -f)	1													1	0.13
	<i>Stelis purpurascens</i> (r, -f)	1													1	0.25
	<i>Stelis</i> sp.(r, -f)	7											2		9	0.25
	Número de individuos de Orchidaceae	84	129	0	0	0	0	51	148	6	0	138	33	100	689	
	Número de especies de Orchidaceae	18	17	0	0	0	0	9	10	4	0	15	10	12		
	Número total de individuos registrados	258	503	661	22	4	408	463	418	525	269	767	33	1017	5348	
	Número total de especies de epífitas registradas	37	34	14	8	3	15	22	31	16	10	28	10	25		

Helechos

KLAUS MEHLTRETER

Resumen

Se supone que los cafetales de sombra pueden servir como reservorio para la biodiversidad porque conservan una estructura de vegetación similar al bosque mesófilo de montaña. Se estudió la capacidad de los cafetales para conservar la riqueza y abundancia de helechos en cuatro tipos de cafetales de diferente manejo: dos policultivos diversos, tres policultivos sencillos, tres cafetales con sombra especializada, uno al sol y tres bosques. De las 73 especies encontradas en el área total muestreada (1.2 ha), 56.2% fueron del bosque, 19.2 % de cafetales y 24.6% estuvieron compartidas. En los dos bosques más conservados se encontraron 33 especies con 300 a 600 individuos/0.1 ha. Los policultivos diversos conservaron 17 a 21 especies/0.1 ha con baja dominancia y densidad similar de especies, pero menor diversidad beta que en los bosques. Los cafetales con manejo más intensivo alcanzan una abundancia mayor de individuos, pero dado que pocas especies tienen dominancia alta, la diversidad se restringe a menos de 16 especies, principalmente epifitas comunes de amplia distribución y especies no nativas, pero ninguna especie nativa protegida. En los manejos donde se aplican agroquímicos, la diversidad y abundancia de los helechos disminuye a 4-7 especies/0.1 ha y 125-170 individuos/0.1 ha.

Abstract

Shade coffee plantations are supposed to serve as a refuge for species of the cloud forest, because of their similar vegetation structure. The study investigated the capacity for the conservation of species richness and abundance of ferns in four types of coffee plantations under different management: two diverse polycultures, three simple polycultures, three shaded monocultures, one unshaded monoculture, and three forest fragments. Seventy-three fern species were recorded in the total sampled area of 1.2 ha; 56.2% were exclusive to the forest, 19.2% restricted to coffee plantations and 24.6% shared between both. The two most diverse forest sites conserved 33 species with 300-600 individuals/0.1 ha. Only the diverse polycultures keep a considerable diversity of 17-21 especies/0.1 ha, low dominance and similar species density, but lower β -diversity than in forests. The more intensively managed coffee plantations may have high fern abundances, because of few, mostly common and widely distributed epiphytes and some introduced species. Because of their high dominance, diversity is less than 16 species and does not include native or protected ones. Once there are applied agrochemicals, diversity and abundance decreases to 4-7 species/0.1 ha and 125-170 individuals/0.1 ha.