

DIVERSIDAD DE ORQUÍDEAS (Orchidaceae) EN AGROECOSISTEMAS CAFETALEROS

DIVERSITY OF ORCHIDS (Orchidaceae) IN COFFEE PRODUCTION AGROECOSYSTEMS

García-Franco, J.G.^{1*}; Toledo-Aceves, M.T.¹

¹Instituto de Ecología, A.C. Antigua Carretera a Coatepec No. 351, El Haya, 91070 Xalapa, Veracruz, México.

*Autor para correspondencia: jose.garcia.franco@inecol.mx

RESUMEN

El cultivo de café (*Coffea arabica* L.) requiere condiciones ambientales iguales a las registradas en el bosque de niebla, y por ello este agrosistema ha fragmentado al bosque en gran parte de su distribución geográfica. Los cafetales manejados bajo condiciones de sombra mantienen condiciones que han permitido el refugio y existencia de una gran diversidad, entre ellas las orquídeas. En este trabajo, se presenta una compilación de algunos estudios sobre la importancia de los agrosistemas cafetaleros y su papel en la conservación de orquídeas basados en inventarios de especies y datos poblacionales. Al final se menciona, las oportunidades de colonización y/o recolonización de las epífitas en general donde están incluidas de manera importante las orquídeas.

Palabras clave: Orquídeas de México, Bosque de niebla, biodiversidad.

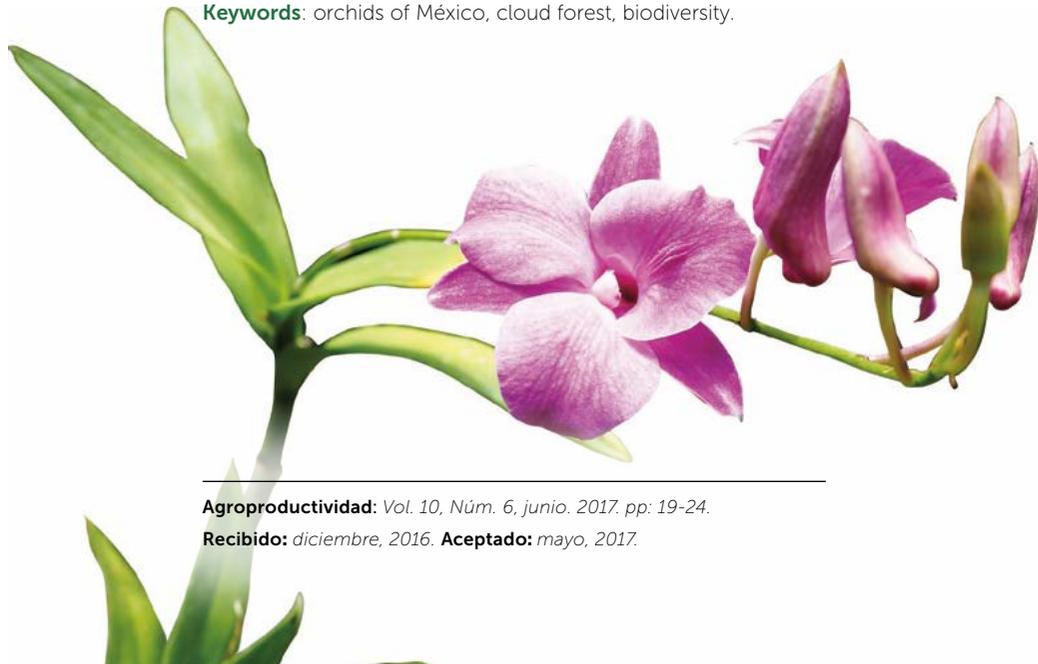
ABSTRACT

Coffee (*Coffea arabica* L.) cultivation requires environmental conditions like those found in the cloud forest, and therefore, this agroecosystem has fragmented the forest in large part of its geographic distribution. The coffee plantations managed under conditions of shade maintain conditions that have allowed the refuge and existence of great diversity, among them orchids. In this article, we present a compilation of some studies about the importance of the coffee production agroecosystems and their role in the conservation of orchids based on the species inventory and population data. At the end, the opportunities for colonization and/or recolonization of epiphytes, in general, is mentioned, where orchids are included in an important manner.

Keywords: orchids of México, cloud forest, biodiversity.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 6, junio. 2017. pp: 19-24.

Recibido: diciembre, 2016. **Aceptado:** mayo, 2017.



INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas han modificado los ecosistemas prístinos en todo el planeta, generando nuevos ambientes como la vegetación secundaria y los sistemas agropecuarios y agroforestales, lo que resulta en cambios importantes en estructura y los procesos ecológicos. Por ello el estudio de estos sistemas es cada día más relevante para entender su funcionamiento y conservar la biodiversidad, sobre todo en países megadiversos como México (Manson *et al.*, 2008a). En la actualidad uno de los sistemas agroforestales más importantes es el café (*Coffea arabica* L.), que después del petróleo es el segundo producto que se comercializa a nivel mundial y que genera 70 millones de dólares al año (ADMIN, 2013). A nivel mundial, México ocupa el octavo lugar en producción de café cultivado en 12 estados, de los cuales Chiapas, Veracruz y Oaxaca son los de mayor producción, pero también son los que albergan la mayor diversidad el país (Espejo-Serna *et al.*, 2005; Manson *et al.*, 2008a). El café es el quinto cultivo con mayor superficie sembrada en el país después del maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum* spp.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y caña de azúcar (*Saccharum* sp.) (SIAP, 2014; Diego del Pilar 2016). El bosque de niebla cubre menos del 1% del territorio nacional pero contiene la más alta diversidad de flora y fauna por unidad de área con un alto grado de endemismo (Ramoorthy *et al.*, 1993; Rzedowski, 1996). En particular, el bosque de niebla contiene más de la mitad de orquídeas conocidas para México (IUCN/SSC 1996; Espejo-Serna *et al.*, 2005), y alta proporción de bromelias, helechos y plantas afines (Aguirre León, 1992; Rzedowski, 1996). Sin embargo, más del 90% de la superficie original se ha perdido por el cambio de uso de suelo a zonas urbanas, agrícolas, ganaderas, y agroforestales como el café (Williams-Linera *et al.*, 2002). El establecimiento de los sistemas cafetaleros produce un cambio drástico al eliminar la vegetación natural. Los cafetales son sistemas muy diversos que pueden variar de monocultivos hasta policultivos diversos de sombra (Moguel y Toledo, 1999). Más del 90% de los cultivos de café son sembrados bajo algún tipo de sombra (Escamilla *et al.*, 1994; Moguel y Toledo, 1999), predominando el manejo tradicional (Manson *et al.*, 2008a). No obstante, la simplificación del ecosistema y la pérdida de especies que conlleva la transformación del bosque natural a este agrosistema forestal (menor altura, densidad y diversidad de árboles), los cafetales de sombra, mantienen algunas características estructurales del bosque (Hietz, 2005). Por ello, es que las condiciones ecológicas en su interior, aunque diferentes, comprenden el ámbito medioambiental de la distribución de muchas especies, haciéndolos un refugio importante para una diversidad de especies de aves, mamíferos, anfibios, insectos y una gran variedad de plantas (Greenberg *et al.*, 1997; Cruz-Angón y Greenberg, 2005; Hietz 2005; pero ver. Manson *et al.*, 2008b).

En los cafetales las principales actividades de manejo se realizan en el sotobosque, aplicando agroquímicos y eliminando las plantas que compiten por recursos con los cafetos (limpieza, aplicación de agroquímicos, etcétera). Por lo que su potencial de conservación de diversidad de plantas vasculares se encuentra en los árboles, de esta forma las plantas epífitas pueden encontrar refugio en estos sistemas. Las epífitas son un elemento importante de la diversidad de los sistemas cafetaleros y esenciales en la estructura y diná-

mica de la fauna asociada (Gentry y Dodson, 1987; Greenberg *et al.*, 1997; Johnson, 2000; Cruz-Angón y Greenberg, 2005; A. Hernández datos no publicados). Diversos estudios han evaluado el papel de los cafetales en la conservación de epífitas en general (Hietz, 2005; Moorhead *et al.*, 2010), pero poco se sabe sobre la conservación de las orquídeas en particular. Al nivel nacional (México), Espejo-Serna *et al.* (2005) realizaron una revisión amplia y detallada de la bibliografía disponible y las colecciones de varios herbarios nacionales, y reportaron 218 especies (18.96%) de las 1150 especies, y 76 (52.1%) géneros de los 146 registrados para México. Esta cifra puede incrementarse, ya que nuevos estudios podrían revelar la presencia de taxa no incluidos en este inventario. Los datos revelan que, de 14 géneros encontrados el 100% de las especies se presentan en cafetales, y de 17, más del 50% de las especies está en el agrosistema, y 45 tuvieron menos del 50% de sus especies en los cafetales. Además 47 de las especies registradas son endémicas para México. Eso significa que el nivel de diversidad taxonómica de orquídeas en los cafetales es muy alto, y además que muchas de ellas parecen tener como ambiente de su distribución a los cafetales. Además, las especies de orquídeas de los cafetales han sido registradas en diversos bosques templados y tropicales: bosques de niebla (138), bosques tropicales caducifolios y perennifolios (128 y 114; respectivamente) y en bosques de pino o encino-pino (95). Y algunas de las especies se ha visto que crecen exclusivamente en alguno de esos bosques (Cuadro 1).

La mayoría de las especies registradas son epífitas, 180 (84.1%), cuatro son facultativas (epífitas y/o

Cuadro 1. Especies de orquídeas exclusivas de bosques templados y tropicales registradas por Espejo-Serna *et al.* (2005).

Bosque de niebla	Bosques tropicales	Bosques de pino y encino-pino
<i>Acineta barkeri</i>	<i>Kefersteinia lactea</i>	<i>Bletia amabilis</i>
<i>Arpophyllum medium</i>	<i>Leochilus cocodrileps</i>	<i>Cypripedium irapeanum</i>
<i>Cochleanthes flabelliformis</i>	<i>Oncidium andreanum</i>	<i>Encyclia pollardiana</i>
<i>Goodyera dolabripetala</i>	<i>Oncidium crista-galli</i>	<i>Habenaria mitodes</i>
<i>Habenaria agapitae</i>	<i>Oncidium luridum</i>	<i>Isochilus aurantiacus</i>
<i>Lepanthes acuminata</i>	<i>Papperitzia leiboldii</i>	<i>Oncidium stramineum</i>
<i>Lepanthes tenuiloba</i>	<i>Pleurothallis microphylla</i>	<i>Oncidium suttonii</i>
<i>Pleurothallis dolichopus</i>	<i>Psygmoichis pusilla</i>	
<i>Pleurothallis tuerckheimii</i>	<i>Scaphyglottis crurigera</i>	
<i>Restrepia muscifera</i>	<i>Stanhopea inodora</i>	
<i>Stelis tenuissima</i>	<i>Trichosalpinx greenwodiana</i>	
<i>Trichosalpinx tamayoana</i>		

terrestres), y sorpresivamente 31 (14.4%) corresponden a orquídeas terrestres. Esto último es muy interesante; ¿cómo es que sobreviven estas plantas? Las actividades de "limpieza" regulares en los cafetales con chapeo y azadón, y posiblemente la aplicación de herbicidas para evitar competencia con los cafetos, sugieren su eliminación, pero la distribución y supervivencia de estas especies merece particular atención. Aunque 84 especies (39.2%) de las registradas tienen algún interés hortícola, 14 de ellas se catalogan en algún nivel de protección por la norma oficial mexicana (NOM-059-ECOL-2000), 11 como amenazadas, y 3 (5.6%) sujetas a protección especial. Lo que significa que se tiene un alto número de especies con las que se podría tratar de incentivar su manejo y comercialización, y a la vez lograr la conservación de la biodiversidad en su conjunto en los cafetales. Sin embargo, esto debe de hacerse con mucho cuidado ya que el riesgo de pérdida de estas especies por sobreexplotación puede ser alto. Otros pocos estudios se han realizado para conocer el valor de los cafetales en la conservación de especies de orquídeas en Veracruz y Chiapas. Hietz (2005) estudio la presencia de epífitas entre ellas orquídeas, en nueve cafetales y cuatro bosques del centro de Veracruz, México, registrando 89 especies de epífitas en las plantaciones y 104 en el bosque. Aunque no discute en particular la situación de las familias o grupos de epífitas incluidos en el estudio, concluye que los cafetales con un manejo de policultivo tradicional son importantes para la conservación de las epífitas. García Franco y Toledo (2008) registraron las epífitas en dos fragmentos de bosque y 10 cafetales con diferente sistema de manejo, entre ellos seis sistemas de policultivos de café (cuatro diversos y dos sencillos). Se registraron 51 especies de orquídeas, pero la composición varió entre los sitios de estudio y la abundancia de individuos fue baja. *Encyclia ochracea*, *Isochilus linearis*

y *Maxilaria densa* fueron las orquídeas más frecuentes y abundantes (5 de 8 sitios, y 41, 35 y 49 individuos; respectivamente). La última especie solo fue registrada en los cafetales. El análisis de componentes principales indicó que los sitios se agruparon por similitud de especies de orquídeas y cercanía geográfica, pero en el caso de los cafetales, no se agregaron por tipo de manejo. Además, indicaron que los dos policultivos sencillos tuvieron diversidad semejante a los fragmentos de bosque (índice de Shannon=2.19-2.27), y concluyeron que los cafetales son un importante refugio de la biodiversidad de orquídeas.

Los estudios anteriores, han permitido conocer las especies de orquídeas que habitan en los cafetales así como, alguna característica de sus poblaciones al incluir abundancias (número de individuos o biomasa) y el papel que pueden tener en las comunidades. Sin embargo, la clave de la persistencia de cualquier especie en un sistema biológico es la viabilidad de su población. Esto es, el establecimiento de plántulas, estructura poblacional, y oportunidades de recolonización de los cafetales después de perturbaciones por manejo. La presencia o ausencia de las epífitas está determinada por la dispersión y germinación de las semillas, y establecimiento de plántulas. Scheffknecht *et al.* (2010) analizaron la supervivencia y crecimiento de las plántulas de *Jaquiniella teretifolia* (orquídea colonizadora de vegetación secundaria) y *Lycaste aromática* (orquídea con distribución en bosques naturales). Para ello obtuvieron plántulas de las dos orquídeas por germinación de las semillas en medios de cultivo estériles y protocolos de aclimatación *ex situ*. Las plántulas de las dos especies de orquídeas fueron trasplantadas en un bosque y dos cafetales, uno con mayor tiempo de establecido que el otro (viejo y joven; respectivamente), se revisaron cada seis meses y se registró la temperatura y precipitación. El crecimiento y supervivencia de las plántulas varió a lo largo del estudio. Después de los primeros seis meses el crecimiento de *L. aromática* fue mayor en el bosque en el cafetal joven, en el segundo semestre todos los valores fueron negativos, pero para el tercer semestre el incremento fue muy grande, siendo superior en el bosque. En cambio la

respuesta de *J. teretifolia* fue diferente. El primer semestre todos los sitios registraron valores negativos, aunque fue más negativo en el bosque, y ya en el segundo y tercer semestre las plantas incrementaron su tamaño, siendo en el bosque donde fue mayor (Figura 1). Aunque los cafetales son considerados refugio de biodiversidad, no son el hábitat adecuado para las especies estudiadas, como lo indica crecimiento y mortalidad diferencial de las orquídeas estudiadas.

La estructura de la población en orquídeas se ha estudiado ubicando a los individuos en categorías de desarrollo y tamaños (García-González *et al.*, 2011), y estructurando las categorías por el número de pseudobulbos presentes (Solís-Montero *et al.*, 2005). García-González *et al.* (2011) estudiaron la estructura de la población de *Oncidium poikilostalix* en dos cafetales en el Soconusco, Chiapas, México. Definieron tres categorías de desarrollo (plántulas, juveniles y adultos) y cuantificaron todas las orquídeas y sus forofitos presentes en seis cuadros de muestreo durante dos años (tres en cada cafetal). El mayor número de orquídeas se encontró en las plantas de café y en la misma proporción en los dos sitios (cafetos 109 y 108, árboles de sombra 37 y 33). De igual forma el número de individuos por categoría de desarrollo fue mayor en las plantas de café (cafetos: plántulas 63 y 344, juveniles 88 y 399, adultos 63 y 317; árboles de sombra (plántulas 0 y 35, juveniles 10 y 7, adultos 12 y 21). Los resultados sugieren que los cafetos presentan características particulares que favorecen el establecimiento de los individuos de *O. poikilostalix*, como pueden ser la humedad, luz y corteza de árboles, las cuales además pueden favorecer la existencia de las micorrizas. Solís-Montero *et al.* (2005) estudiaron la estructura poblacional de tres especies de orquídeas *Jaquiniella teretifolia*, *Maxilaria densa* y *Scaphyglottis livida* en un cafetal del centro de Veracruz, donde se establecieron tres cuadros de muestreo. En los cuadros se seleccionaron algunos de los árboles presentes (30-50%) para el registro de las orquídeas y la cuantificación de sus rebrotes. Registraron 519 orquídeas, 94 de *J. teretifolia*, 114 de *M. densa* y 302 de *S. livida* que no se distribuyen de manera homogénea en los árboles. El número promedio de orquídeas por árboles fue de 25.1 ± 6.8 , 24.8 ± 7.6 , and 94.5 ± 26.8 para *J. teretifolia*, *M. densa* y *S. livida*, respectivamente. Las tres especies de orquídeas tuvieron una distribución

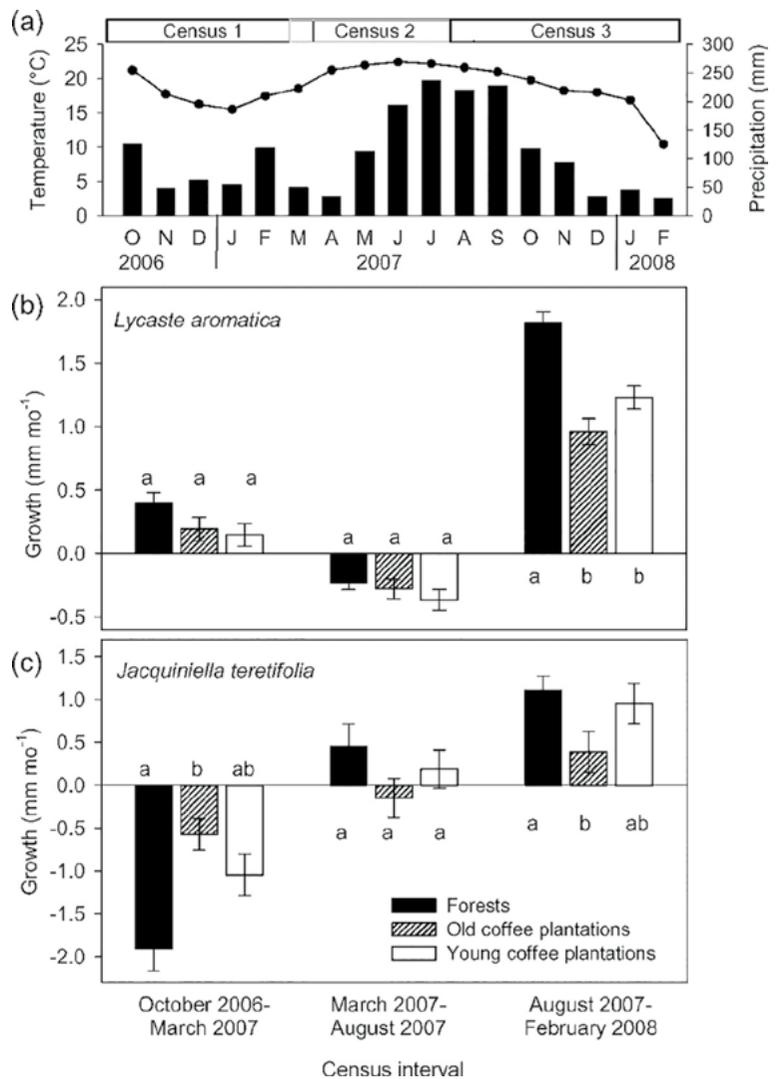


Figura 1. Datos climáticos mensuales (a) y crecimiento semestral de *Lycaste aromatica* (b) y *Jaquiniella teretifolia* (c) en un bosque y dos cafetales en el centro de Veracruz (tomado de Scheffknecht *et al.* 2010).

log normal, en la que al menos la mitad de las plantas tuvieron cinco o menos rebrotes (*J. teretifolia*=50.0%, *M. densa*=56.1%, *S. livida*=67.5%). Las plantas grandes fueron las reproductivas (>30 rebrotes). Los resultados muestran que las tres especies de orquídeas son muy abundantes en el cafetal estudiado, y que sus poblaciones son jóvenes, esto es, con un gran número de individuos pequeños y pocos adultos reproductivos, lo que sugiere un constante reclutamiento. En función de lo anterior concluyen que las poblaciones son autosustentables, ya que el cafetal presenta condiciones adecuadas para la reproducción sexual de las plantas, germinación, establecimiento y crecimiento de los individuos.

En muchos cafetales de América Latina se realiza la remoción de las epífitas de los árboles de sombra (conocido como destenche en el centro de Veracruz) como

parte del manejo (Cruz-Angón y Greenberg, 2005; García-Franco y Toledo, 2008). Esta actividad tiene la finalidad de incrementar la cantidad de luz en el sotobosque y reducir la humedad que podrían generar enfermedades, por ejemplo roya (*Hemileia vastatrix*), pero también para quitar las epífitas que son consideradas parásitas que dañan las ramas y que provocan su caída y daños en los arbustos de café. Esta actividad, trae como consecuencia mayor simplificación estructural e impactos ecológicos negativos en todas las especies asociadas a las epífitas. Sin embargo, debido a que es una actividad de altos costos en tiempo y recursos, normalmente el destenche no se realiza en todos los árboles de la finca, dando oportunidad a que los propágulos de algunos árboles vecinos tengan posibilidades de arribar y recolonizar los árboles "aclareados". Toledo-Aceves *et al.* (2012) evaluaron la recolonización de epífitas después de 8-9 años de haber sido removidas en un estudio previo en un cafetal del centro de Veracruz (Angón y Greenberg, 2005). El muestreo consistió en la remoción de todas las epífitas vasculares en 10 árboles de sitios con remoción previa (E-) y 10 sin remoción (E+), y se evaluó la diversidad, biomasa (peso seco) y recolonización de las epífitas. Se registraron 55 especies y una morfoespecie de 12 familias; 48 de ellas en E+ (16 exclusivas) y 40 en E- (ocho exclusivas), pero el ensamble de especies fue muy similar (índice de diversidad beta=1.23). En los sitios se registraron 14 especies de orquídeas, todas en E+ y solo 9 en E-. Doce especies de epífitas estuvieron presentes en casi todos los árboles, pero la biomasa epífita en los árboles de E- fue 35% de la registrado en E+. Las orquídeas *Jaquiniella sp. 2* y *Scaphyglotis lívida* estuvieron presentes en todos los árboles muestreados, pero *Maxilaria densa* fue la de mayor biomasa promedio por árbol en E+, siendo 100 veces mayor en E+ que en E- (3646+1330 g y 21.8+12.5 g; respectivamente). La recuperación de la comunidad de epífitas en el cafetal estudiado fue relativamente alta considerando que en el mismo periodo de tiempo solo se establecieron plántulas en algunas ramas en un bosque nublado de Costa Rica (Nadkarni, 2000). Sin embargo, si la perturbación de la comunidad de epífitas es muy alta, el camino de recuperación puede ser diferente, ya que dependerá de la distancia y disponibilidad de una nueva fuente de propágulos, esto es de la calidad de la matriz de uso de suelo que rodee el sitio (Moorhead *et al.*, 2010). También la ruta de recolonización se verá afectada por la dinámica de sucesión que se establezca por el arribo temprano, abundancia y capacidad competitiva de al-

gunas de las epífitas (Cascante-Marín *et al.*, 2006). Estos aspectos no se han estudiados con detalle.

CONCLUSIONES

La sustitución del bosque de niebla por diferentes usos antrópicos del suelo causa un importante impacto negativo en la biodiversidad. Sin embargo, los cafetales bajo policultivo de sombra, son una opción productiva "amigable" como refugio y conservación de la biodiversidad, en particular de plantas epífitas, como las orquídeas. Todos los trabajos que han evaluado diversos aspectos taxonómicos y ecológicos de las plantas epífitas (los incluidos en esta revisión y muchos más), coinciden en que en estos sistemas agroforestales pueden contener una importante parte de la biodiversidad de los bosques con poblaciones viables, por lo que se debe de incentivar la existencia de cafetales bajo sombra, y de ser posible con certificaciones de conservación. De tal suerte que el valor de los cafetales como cultivos se enriquezca y logre mayor conservación de la biodiversidad. Los diversos autores también coinciden en que es necesario realizar más estudios con especies particulares que permitan entender todos los procesos ecológicos involucrados.

AGRADECIMIENTOS

A todos los estudiosos de las plantas epífitas en bosques y sistemas agroforestales por sus contribuciones sobre taxonomía y ecología, que hicieron posible la modesta revisión de información presentada. De igual forma, a la formulación de diversas hipótesis e ideas que han permitido avanzar en el entendimiento de estas plantas en estos importantes ecosistemas.

LITERATURA CITADA

- ADMIN. La industria del café. <http://www.cafealmendraselecta.com/la-industria-del-cafe/> lunes, 16 septiembre 2013 por admin (fecha de consulta 29 abril 2016)
- Aguirre-León E. 1992. Vascular epiphytes of Mexico: a preliminary inventory. *Selbyana* 13: 72-76
- Cascante-Marín A., de Jong M., Borg E., Oostermeijer J.G.B., Wolf J.H.D., Y den Nijs J.C.M. 2006. Reproductive strategies and colonizing ability of two sympatric epiphytic bromeliads in a tropical premontane area. *International Journal of Plant Science* 167: 1187-1195
- Challenger A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Cruz-Angón A.Y Greenberg R. 2005. Are epiphytes important for birds in coffee plantations? An experimental assessment. *Journal of Applied Ecology* 42: 150-159
- del Pilar D. 2016. ¿Por qué está en problemas el cultivo de café en México? <http://www.dineroenimagen.com/blogs/economia->



- real/por-que-esta-en-problemas-el-cultivo-de-cafe-en-mexico/61062. sep 3 2015. Consulta 02 mayo 2016.
- Escamilla, E., Licona, A., Díaz, S., Santoyo, H., Sosa, R., & Ramírez, L. R. (1994). Los sistemas de producción del café en el centro de Veracruz, México. Un análisis tecnológico. *Revista de Historia*, (30).
- Espejo Serna1 A., López-Ferrari1 A.R., Jiménez Machorro R. Y Sánchez Saldaña L. 2005. Las orquídeas de los cafetales en México: una opción para el uso sostenible de ecosistemas tropicales. *Revista de Biología Tropical* 53(1-2): 73-84.
- García-Franco JG y MT Toledo Aceves. 2008. Epífitas vasculares: bromelias y orquídeas. En: Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S. Y Mehltreter K. Eds. *Agrosistema cafetalero de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservación*, 69-82, INECOL, INE-SEMARNAT. México, D.F.
- García-González A., Damon A., Esparza Olguín L.G. Y Valle-Mora J. 2011. Population structure of *Oncidium poikilostalix* (Orchidaceae), in coffee plantations in Soconusco, Chiapas, México. *Lankesteriana* 11(1):23-32.
- Gentry, A.W. & Dodson, C.H. (1987) Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of Missouri Botanical Garden* 74: 205-233.
- Greenberg R., Bichier P., Cruz-Angón A. Y Reitsma R. 1997. Bird Populations in Shade and Sun Coffee Plantations in Central Guatemala. *Conservation Biology* 11(2):448-459
- Hietz P. 2005. Conservation of vascular epiphyte diversity in Mexican coffee plantations. *Conservation Biology* 19(2):391-399.
- IUCN/SSC Orchid Specialist Group. 1996. *Orchids – Status survey and conservation action plan*. IUCN, Gland. Switzerland and Cambridge. UK.
- Johnson, M.D. (2000) Effects of shade-tree species and crop structure on the winter arthropod and bird communities in a Jamaican shade coffee plantation. *Biotropica* 32:133-145.
- Manson R.H., Contreras Hernández A y López Barrera F. 2008a. Estudios de la biodiversidad en cafetales. En: Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S. Y Mehltreter K. Eds. *Agrosistema cafetalero de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservación*, 1-14, INECOL, INE-SEMARNAT. México, D.F.
- Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S. Y Mehltreter K. Eds. 2008b. *Agrosistema cafetalero de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservación*. INECOL, INE-SEMARNAT. México, D.F.
- Moguel P. Y Toledo V.M. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13(1):11-21.
- Moorhead L.C., Stacy M., Philpott y Bicher P. 2010. Epiphyte Biodiversity in the Coffee Agricultural Matrix: Canopy stratification and distance from forest fragments. *Conservation Biology* 24(3):737-746.
- Nadkarni, N.M. 2000. Colonization of stripped branch surfaces by epiphytes in a lower montane cloud forest, Monteverde, Costa Rica. *Biotropica* 32: 358-363.
- Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. Y Fa J. Eds. 1993. *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford. University Press, NY, 812 p.
- Rzedowski J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35:25-44
- Scheffknecht S., Winkler M., Hülber K., Rosas M.M. Y Hietz P. 2010. Seedling establishment of epiphytic orchids in forests and coffee plantations in Central Veracruz, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 26(1):93-102.
- Solis-Montero L., Flores-Palacios A. Y Cruz-Angón A. 2005. Shade-Coffee Plantations as Refuges for Tropical Wild Orchids in Central Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 9(3):908-916.
- Toledo-Aceves T., García-Franco J.G., Hernández-Rojas A. Y MacMillan K. 2012. Recolonization of vascular epiphytes in a shaded coffee agroecosystem. *Applied Vegetation Science* 15:99-107.
- Williams-Linera G., Manson R.H., Isunza-Vera E. 2002. La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques* 8(1):73-89.

