

APROVECHAMIENTO DE PLANTAS EPÍFITAS: IMPLICACIONES PARA SU CONSERVACIÓN Y MANEJO SUSTENTABLE EN MÉXICO¹

Thorsten Krömer,² Amparo R. Acebey² y Tarin Toledo-Aceves³

INTRODUCCIÓN

La elevada diversidad y abundancia de plantas epífitas es una de las características más relevantes de los bosques mesófilos de montaña en México (Rzedowski, 1996; Espejo-Serna, 2014). Las epífitas crecen sobre

¹ Agradecimientos a Jorge A. Gómez-Díaz y José Viccon-Esquivel por su apoyo durante el trabajo de campo, a Tania M. Susán-Tepetlan y Daniela Vergara-Rodríguez por su colaboración durante la revisión de los usos de Bromeliaceae y *Peperomia*, a Ingrid Haeckel por proporcionar fotografías, a Lilia Ruiz-Ruiz por preparar las figuras, así como a Demetria Mondragón-Chaparro y Claudia T. Hornung-Leoni por la revisión del manuscrito y sus valiosos comentarios. La investigación de Thorsten Krömer fue financiada con fondos de Promep (Promep/103.5/07/2753), así como dos becas para Jorge A. Gómez-Díaz y José Viccon-Esquivel. La investigación de Tarin Toledo-Aceves fue financiada por la Conabio (No. HQ001) y por Fordecyt (No. 139378).

² Centro de Investigaciones Tropicales. Universidad Veracruzana.

³ Instituto de Ecología, A.C., Red de Ecología Funcional.

otras plantas, principalmente en las copas de los árboles. A diferencia de las plantas parásitas, no obtienen directamente ni agua ni nutrientes de sus hospederos, y mayormente los requieren como soporte para acceder a mejores condiciones lumínicas (Benzing, 1990). Las epífitas vasculares, incluyendo orquídeas, aráceas, bromelias, peperomias y helechos, entre otras, son un componente importante de los bosques húmedos tropicales, tanto en lo que se refiere a la riqueza de las especies (Gentry y Dodson, 1987; Krömer *et al.*, 2005), como a su papel ecológico. Las epífitas tienen una variada interacción con la fauna del dosel (Benzing, 1990) y una función relevante en los ciclos de agua y nutrientes (Zotz y Andrade, 2002; Hietz, 2010).

Las epífitas son un grupo diverso en México. En un inventario preliminar, Aguirre-León (1992) compiló un listado de 1 207 especies de epífitas vasculares para el país. Una década después, Wolf y Flamenco (2003) registraron 1 173 especies tan solo para el estado de Chiapas, mientras que para el centro de Veracruz se reportaron al menos 604 (Flores-Palacios *et al.*, 2011) de las casi 1 650 especies epífitas presentes en México, según Espejo-Serna (2014). Por la dependencia de sus árboles hospederos y las condiciones del microambiente, las epífitas son fuertemente afectadas por la deforestación y la perturbación de los bosques. Estos factores no sólo reducen la riqueza de especies, sino también causan cambios en la composición de sus comunidades (Turner *et al.*, 1994; Barthlott *et al.*, 2001; Wolf, 2005; Krömer *et al.*, 2007; Köster *et al.*, 2009; Larrea y Werner, 2010; Köster *et al.*, 2011).

Los doseles de los bosques tropicales son fuente de valiosos productos forestales no maderables (PFNM) (Bennett, 1995; Verhoeven y Beckers, 1999; Elliott y Ticktin, 2013). Por ejemplo, muchas especies epífitas son importantes en el mercado hortícola internacional, especialmente las orquídeas, aráceas, bromelias y helechos (Bennett, 2000; Bown, 2000; Porembski y Biedinger, 2001; Steward y Griffiths, 2005). Además, varias epífitas se usan localmente en la medicina tradicional, como alimento, en la producción de artesanías o con fines ceremoniales (Bennett, 1995; Acebey *et al.*, 2006; 2010; Hornung-Leoni, 2011a, b). Su comercialización idealmente puede proporcionar un incentivo económico para la conservación de los bosques, pero su viabilidad depende de la biología reproductiva y condición de las especies y bosques donde se encuentran, de los sistemas de producción empleados, así como de la intensidad de la extracción (Villalobos y Ocampo, 1997; van Weezendonk y Oldenan, 2002; Belcher *et al.*, 2005; Toledo-Aceves *et al.*, 2014a). Las experiencias con los PFNM han tenido resultados contrastantes, en gran parte debido

a las dificultades para lograr un aprovechamiento sostenible, causadas por la falta de comercialización económicamente viable de los productos poco conocidos y de información biológica y ecológica de muchas especies potencialmente útiles (Marshall *et al.*, 2006; Belcher y Schreckenberg, 2007; Ticktin y Shackleton, 2011; Krishnakumar *et al.*, 2012).

INFLUENCIA HUMANA SOBRE LA DIVERSIDAD DE EPÍFITAS

Las epífitas son uno de los grupos más susceptibles a la destrucción y fragmentación de sus hábitats boscosos (Figura 1A). Sin embargo, el grado de su disminución en volumen y riqueza depende fuertemente del tipo, intensidad y frecuencia de la perturbación (Wolf 2005; Flores-Palacios y García-Franco, 2008; Köster *et al.*, 2009; Krömer *et al.*, en prensa). La deforestación y la posterior conversión de un bosque tropical en un cultivo agrícola o pastizal implican la muerte de la mayoría de epífitas, ya que ellas dependen de los árboles del dosel como sus hospederos (Figura 1B). No obstante, algunas especies pueden sobrevivir sobre árboles remanentes, que a veces se dejan en los pastizales para sombra y/o como fuente de alimento para el ganado (Werner *et al.*, 2005; Flores-Palacios y García-Franco, 2008; Köster *et al.*, 2009; Larrea y Werner, 2010). Aunque los árboles aislados pueden mantener cierta diversidad de epífitas, la riqueza y abundancia de especies son significativamente más bajas que en los árboles del bosque. Además, las comunidades de epífitas se empobrecen paulatinamente con el tiempo de aislamiento (Köster *et al.*, 2009; Poltz y Zotz, 2011; Werner, 2011).

Los acahuales o bosques secundarios jóvenes (menores de 25 años) generalmente muestran una baja diversidad de epífitas en comparación con bosques conservados (Figura 1C), mientras que los acahuales de mayor edad pueden recuperar algo de esta riqueza (Benavides *et al.*, 2006; Köster *et al.*, 2009; Krömer *et al.*, en prensa). El proceso de recolonización de las epífitas en bosques húmedos conservados es lento (Nadkarni, 2000); asimismo en bosques secundarios, muchas especies susceptibles a la perturbación pueden tardar en recolonizar, probablemente debido a las características desfavorables de los árboles jóvenes, cuya estructura es más uniforme, con menos microhábitats, la falta de una capa de musgos densa y donde además prospera un microclima más seco (Krömer *et al.*, 2007). A pesar de que los acahuales con árboles de 15-25 años, así como bosques perturbados, tienen un número reducido de epífitas, algunas bromelias xerotolerantes del género *Tillandsia* como *T. butzii*, *T.*

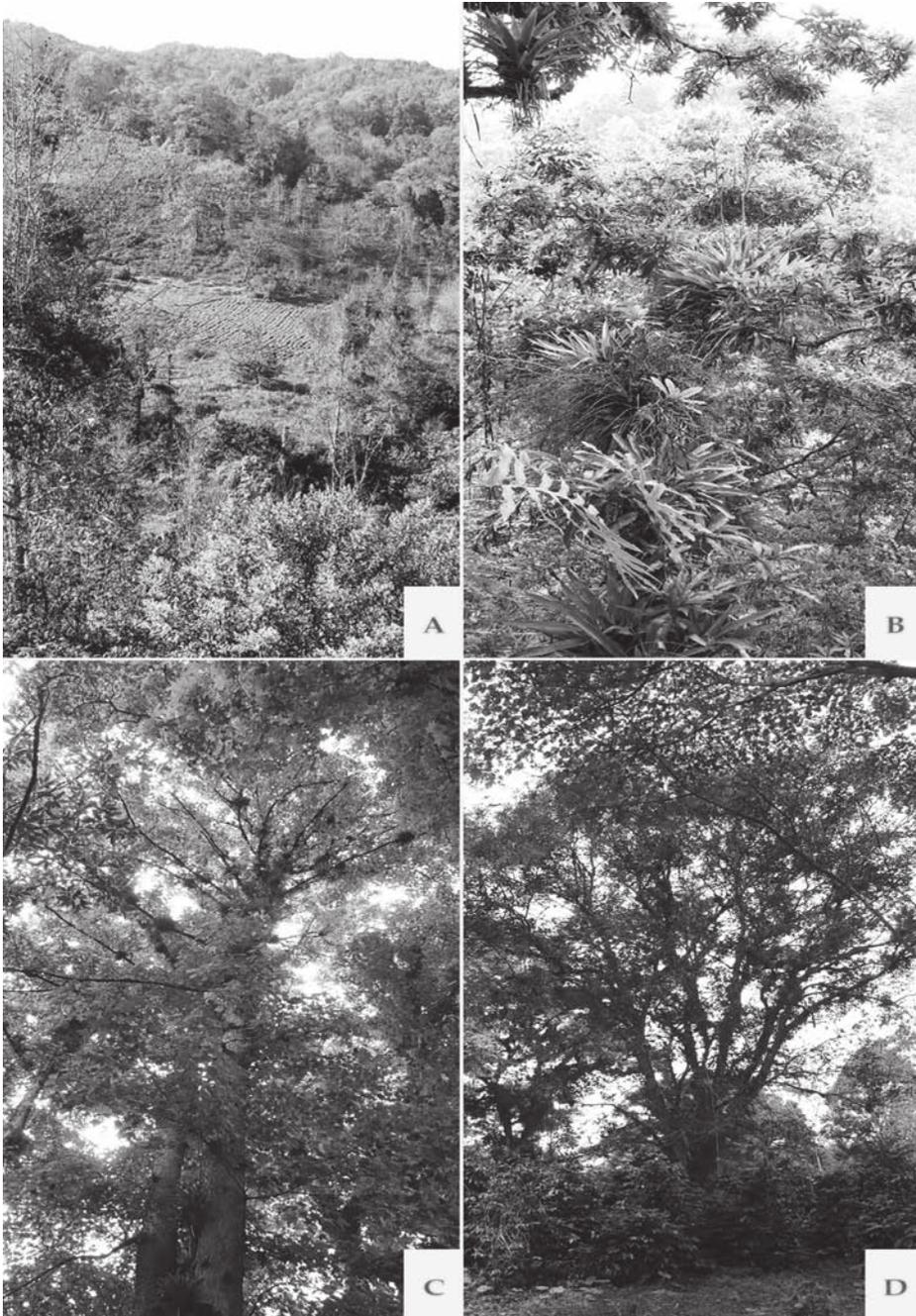


FIGURA 1. Vistas de: a) mosaico de vegetación antropizada en el centro de Veracruz; b) dosel del bosque mesófilo con diferentes especies de epífitas de los géneros *Phlebodium*, *Polypodium*, *Racinaea* y *Tillandsia*; c) acahual dominado por liquidámbar de aproximadamente 20 años; d) cafetal con árboles de sombra cultivados. Fotos de Thorsten Krömer.

juncea, *T. kirchhoffiana* y *T. punctulata* pueden dominar la recolonización (Acuña-Tarazona, 2014). Una posible razón es la mayor disponibilidad de espacio y de luz en el dosel que facilita la reproducción y acelera las tasas de crecimiento y la proliferación de estas especies (Flores-Palacios y García-Franco, 2004; Cascante-Marín *et al.*, 2006; Hietz *et al.*, 2006).

En algunas regiones de México, como el centro de Veracruz y el Soconusco en Chiapas, el bosque mesófilo ha sido convertido principalmente en plantaciones de café (Muñoz-Villers y López-Blanco, 2007; Williams-Linera, 2007; Conabio, 2010). Aunque la transformación del bosque natural a un agroecosistema forestal conlleva la simplificación del sistema y la consecuente pérdida de especies, los cafetales de sombra (Figura 1D) en particular, representan un refugio importante para una gran variedad de fauna y flora (Greenberg *et al.*, 1997; Cruz-Angón y Greenberg, 2005; Solís-Montero *et al.*, 2005; García-Franco y Toledo-Aceves, 2008). Los factores que tienen mayor impacto en la diversidad y abundancia de las epífitas en este agrosistema, se relacionan con los árboles de sombra que pueden ser remanentes del bosque o pertenecer a especies introducidas y su manejo (Espejo *et al.*, 2005; García-Franco y Toledo-Aceves, 2008; Mondragón *et al.*, 2009). Así, los árboles de sombra son un elemento crítico para el mantenimiento de la comunidad de plantas epífitas y el tipo de manejo del cafetal determina la importancia del sistema para la conservación y mantenimiento de la diversidad de epífitas (García-Franco y Toledo-Aceves, 2008).

Hietz (2005) registró que 60 por ciento de las especies de epífitas de bosque mesófilo en la región de Xalapa también se encontraron en cafetales. Sin embargo, las comunidades de epífitas fueron más homogéneas que en el bosque, posiblemente por el microclima más seco y la escasez de árboles longevos, lo que los hace inadecuados para especies vulnerables a la sequía. En este sentido, los agroecosistemas de café albergan menos especies de orquídeas y helechos, que son más susceptibles a la perturbación, pero más bromelias tolerantes a condiciones de reducida humedad, en comparación con los hábitats de bosque mesófilo natural (García-Franco y Toledo-Aceves, 2008; Toledo-Aceves *et al.*, 2012; Krömer *et al.*, en prensa). Las especies dominantes son principalmente bromelias de hábito xeromórfico con tricomas foliares absorbentes del género *Tillandsia*, como *T. juncea* y *T. schiedeana*, que son más comunes en los bosques secos de la región (Hietz y Hietz-Seifert, 1994; Toledo-Aceves *et al.*, 2012). Wolf (2005) mostró un cambio similar hacia especies tolerantes a la sequía para bosques de pino-encino con mayor influencia antrópica en Chiapas, ya que éstos son más abiertos y ofrecen un microclima menos húmedo.

La remoción de las epífitas de los árboles de sombra del cafetal es una práctica común en México y algunos países de Latinoamérica, ya que los productores frecuentemente las consideran erróneamente como “parásitos” y por lo tanto nocivas para los árboles (Cruz-Angón y Greenberg, 2005). En Veracruz, a esta práctica se le conoce como “destenche” y puede afectar negativamente a las aves y artrópodos asociados a las epífitas (Cruz-Angón y Greenberg, 2005; Cruz-Angón *et al.*, 2009). Con respecto a la respuesta de las epífitas a esta práctica, en un cafetal en Veracruz se reportó que después de 8-9 años del “destenche”, aproximadamente el 35 por ciento de la biomasa de epífitas vasculares se recuperó en comparación con árboles que no fueron “destenchedos” (Toledo-Aceves *et al.*, 2012). En términos de la riqueza de especies, en el mismo estudio se encontró un total de 37 especies de epífitas vasculares en los árboles que fueron “destenchedos”, en comparación con 48 especies de los árboles que no fueron tratados. Los resultados de este trabajo muestran que la recuperación post-disturbio de epífitas vasculares en cafetales de sombra puede ser mucho mayor que lo reportado previamente para bosque mesófilo de montaña conservado (Nadkarni, 2000).

En tierras bajas del sureste de México los agroecosistemas homólogos a los cafetales de sombra son las plantaciones de cacao, las cuales también pueden contribuir a la conservación de la biodiversidad, principalmente del bosque tropical perennifolio (Schroth y Harvey, 2007; Perfecto y Vandermeer, 2008; Schroth *et al.*, 2011). Sin embargo, en México y el Neotrópico son escasos los estudios de epífitas que se han desarrollado en cacaotales, mostrando que las plantaciones sirven para conservar una composición de especies que se han adecuado a las condiciones ambientales del agroecosistema, aunque no pueden compensar totalmente la pérdida de los bosques naturales (Haro-Carrión *et al.*, 2009; Morales-Linares, 2012).

USOS ACTUALES Y POTENCIALES DE EPÍFITAS

La importancia económica de las plantas epífitas se basa principalmente en su valor ornamental y ceremonial, ya que miles de especies de orquídeas, aráceas y bromelias con flores, inflorescencias y follaje atractivos son compradas por sus admiradores para adornar casas y jardines en todo el mundo (Acebey *et al.*, 2007; Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007; Hornung-Leoni, 2011a). Aparte del uso de los frutos de la vainilla como aromatizante, en México el aprovechamiento de las orquídeas es principalmente ornamental y ceremonial (Hagsater *et al.*, 2005; Solano-Gómez

et al., 2010). En contraste, varias especies de aráceas, bromelias, peperomias y helechos son fuente de otros productos, tales como medicinas, alimentos, fibras, forraje o materiales de construcción, tanto en México como en Latinoamérica (Bennett 1995, 2000; Bown, 2000; Sandoval-Bucio *et al.*, 2004, Navarrete *et al.*, 2006; Acebey *et al.*, 2006, 2010; Hornung-Leoni, 2011a, b). Algunos de estos productos son comercializados a pequeña escala, incluyendo plantas herbáceas enteras, o partes de las mismas, tales como frutos, raíces, fibras y rizomas. La validación de estos recursos como PFNM de uso sostenible podría representar una fuente importante de ingresos y convertirse en un incentivo para conservar los hábitats naturales de las especies (Toledo-Aceves *et al.*, 2014a). Sin embargo, se conoce muy poco acerca del potencial económico de la mayoría de ellas (Elliott y Ticktin, 2013).

En el marco de estudios preliminares (T. Krömer y colaboradores, datos no publicados), se exploró el uso actual y potencial de las especies de Araceae, Bromeliaceae y *Peperomia* (Piperaceae) en Veracruz, mediante una revisión bibliográfica, bases de datos y ejemplares de herbario. Para las Araceae de Veracruz se han encontrado usos para un total de 45 especies. Las principales categorías de uso documentadas fueron: ornamental, medicinal y alimenticio. Para algunas especies de aráceas hemiepífitas como *Monstera deliciosa*, *Philodendron radiatum* y *Syngonium podophyllum* se reportó más de un uso. En la medicina tradicional las aráceas son utilizadas mayormente para el tratamiento de enfermedades de la piel, picaduras de víboras e insectos ponzoñosos, para curar heridas y llagas. Este tipo de tratamientos tiene un fundamento científico que se relaciona a la fitoquímica de la familia (Mayo *et al.*, 1997; Bown, 2000). Las aráceas que se reportaron como alimento son principalmente especies terrestres, aunque las infrutescencias maduras de *M. deliciosa* son internacionalmente conocidas por su sabor parecido al de la piña y utilizados para preparar helados y bebidas (Bown, 2000), mientras que los frutos maduros de algunas especies de *Syngonium* se mencionan también como comestibles.

Un recurso potencial promisorio podría ser el uso de las raíces aéreas de algunas especies de *Monstera* y *Philodendron* para el uso artesanal y cestería, lo que actualmente es popular en estados como Oaxaca, Tabasco y Yucatán (Grupo Mesófilo, A. C., 2006; Cázares-Camero *et al.*, 2007). Sin embargo, algunos estudios mencionan que el uso extractivo de este recurso ocasiona un decremento en la abundancia de las plantas maduras que tienen el mayor rendimiento (García y Galeano, 2009), por lo que es importante desarrollar esquemas de aprovechamiento de este

recurso que no impacten negativamente a las poblaciones. Mayer y Zotz (2004) observaron que las tasas de crecimiento, mortalidad y regeneración de las raíces aéreas en aráceas varían dependiendo de la especie. Otros estudios mencionan que la abundancia de plantas adultas de bejucos fue alta en bosques de estado sucesional mediano entre 8-20 años, lo cual permite el uso sostenible, sin embargo *M. deliciosa* se encontraba principalmente en bosque maduro (Martínez-Romero *et al.*, 2004). Otra opción sería la reproducción vegetativa de las especies para la obtención de materia prima dado que algunas especies como *M. deliciosa* y *P. radium* son fáciles de reproducir por esquejes (Bown, 2000).

De la familia Bromeliaceae se documentaron 51 especies útiles en Veracruz, de las cuales 21 tienen más de un solo uso, destacando las especies epífitas *T. prodigiosa*, *T. usneoides* y *T. schiedeana*. Dentro de las categorías de uso, las que destacan son ornamental (30 especies registradas), medicinal (14), comestible (13), forraje (12) y navideño (12). Mientras que la extracción con fines ornamentales y/o ceremoniales ha sido un poco más estudiada (Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007; Haeckel, 2008), otros usos como el medicinal permanecen poco documentados. Considerando que varias especies son ofrecidas para tratar diferentes padecimientos en la medicina tradicional (Bennett, 2000; Sandoval-Bucio *et al.*, 2004), se conoce poco sobre los principios activos de las que son utilizadas para este fin. Algunas de las propiedades terapéuticas que se les atribuyen son: genitourinarias, dermatológicas, gastrointestinales y respiratorias, donde *Aechmea bracteata*, *T. imperialis*, *T. multicaulis* y *T. recurvata* tienen varias aplicaciones.

De las peperomias registradas en Veracruz, se reportan 16 especies útiles en cuatro categorías de usos principales: ceremonial, comestible, medicinal y ornamental, donde destacan las especies *Peperomia blanda*, *P. maculosa* y *P. obtusifolia* con más de un uso. Sin embargo, estos usos son poco estudiados en Veracruz, por lo que se requieren investigaciones y exploraciones de campo, que permitan adquirir información actualizada sobre su distribución y el estado de las poblaciones aprovechadas, entre otros. Además, se precisa de una mayor prospección acerca del mercado y el cultivo de las especies silvestres como *P. peltolimba*, que son usadas como saborizantes (cilantro de monte; Vergara-Rodríguez y Krömer, 2011). Por otro lado, resalta el potencial ornamental de varias especies por lo peculiar de su follaje y la facilidad de su reproducción vegetativa y cultivo.

Mientras que en Veracruz, apenas se están desarrollando esquemas para el aprovechamiento de algunas epífitas (Toledo-Aceves *et al.*, 2013, 2014a), en estados como Oaxaca y Chiapas ya se está dando un mayor

impulso al uso de aráceas, bromelias y orquídeas como PFNM para diversificar y apoyar la economía rural (Damon *et al.*, 2005; Grupo Mesófilo, A. C., 2006; Miranda-Jiménez *et al.*, 2007; Méndez-García y Mondragón, 2012). Sin embargo, desde 1992 las autoridades mexicanas exigen que los cosechadores obtengan permisos para la recolección comercial de la mayoría de los PFNM silvestres (Mondragón y Ticktin, 2011). Para obtener un permiso para el aprovechamiento de especies que se encuentren protegidas (en la NOM-059-Semarnat-2010) y de recursos forestales no maderables en general, se debe proporcionar a las autoridades información que requiere un estudio ecológico detallado y un plan de manejo. Sin embargo, el tiempo y los recursos necesarios para este tipo de estudios, no lo hacen factible para las comunidades indígenas y rurales.

SOBREEXPLOTACIÓN DE POBLACIONES DE EPÍFITAS SILVESTRES

Aunado a la destrucción de su hábitat, la extracción desmedida de epífitas, especialmente orquídeas y bromelias, con fines comerciales y ceremoniales amenaza la persistencia de sus poblaciones naturales (Flores-Palacios y Valencia, 2007; Haeckel, 2008; Toledo-Aceves y Wolf, 2008). En México, al igual que en otros países tropicales, las orquídeas con flores vistosas son uno de los grupos más amenazados debido a la demanda existente como plantas ornamentales, lo cual promueve la sobreexplotación de las poblaciones silvestres (Mondragón, 2009; Solano-Gómez *et al.*, 2010). Aproximadamente 190 de las más de 1 200 especies de orquídeas, así como muchas otras epífitas, se encuentran en alguna categoría de riesgo por la NOM-059-Semarnat-2010; no obstante docenas de individuos de ellas se venden cada día en los mercados y calles del centro de Veracruz (Flores-Palacios y Valencia-Díaz 2007). El saqueo aunado a la deforestación puede ocasionar la extinción local. Este es el caso de seis especies de orquídeas epífitas que han sido erradicadas de Veracruz y una se propone como extinta (Sosa y Platas, 1998). A pesar de la protección legal de muchas especies de orquídeas y epífitas en México, su venta ilegal como plantas ornamentales es todavía muy común (Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007).

A diferencia de las orquídeas, la comercialización de las bromelias para ornato es una práctica menos difundida en México. Sin embargo, el uso tradicional de las bromelias epífitas como material decorativo en los nacimientos navideños (p. ej. el “heno” o “paxtle”, *Tillandsia usneoides*; Figura 2A) y en la elaboración de los arcos florales y altares es

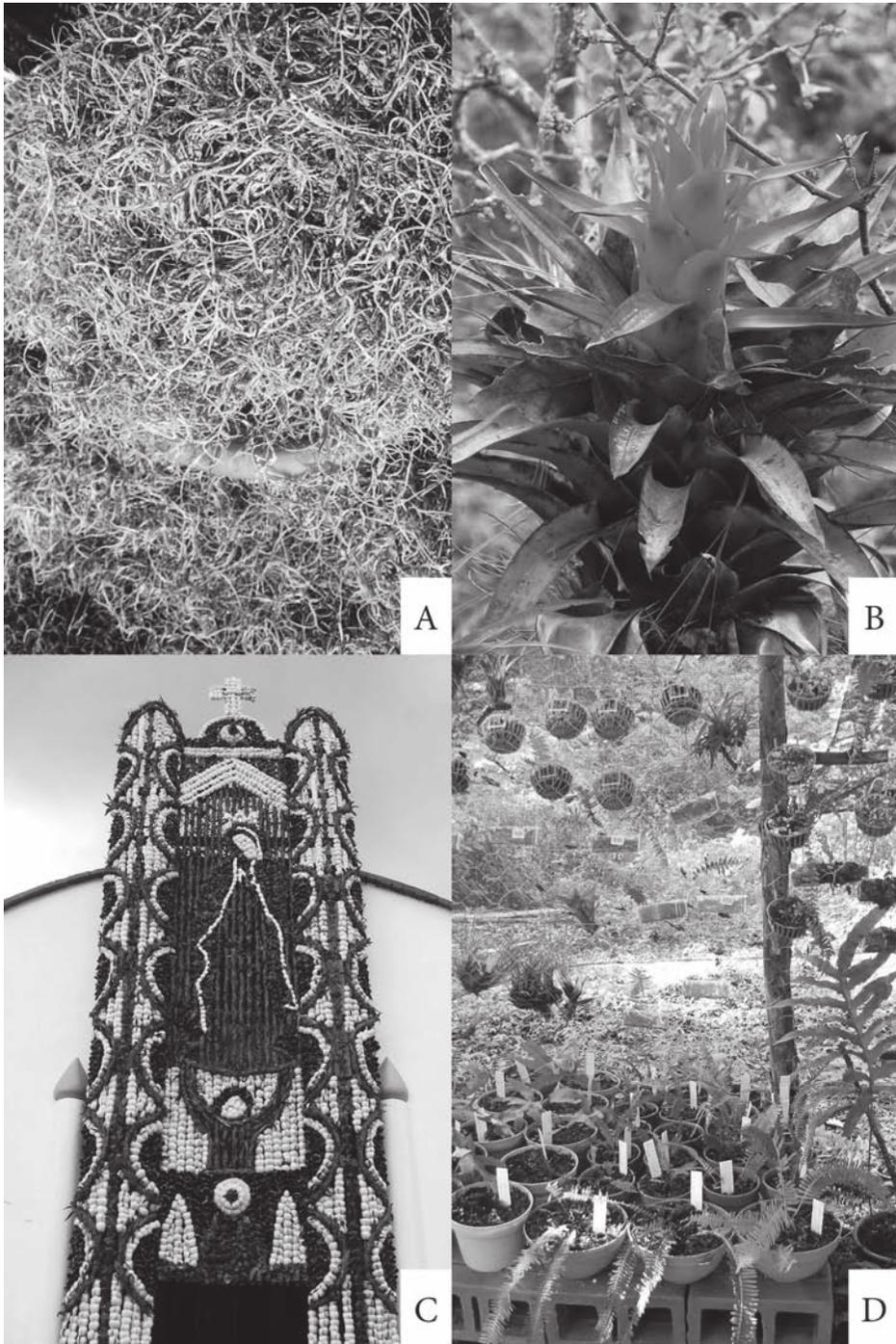


FIGURA 2. Epífitas útiles: A) la bromelia *Tillandsia usneoides* (“heno” o “paxtle”) se usa como material decorativo en los nacimientos navideños, B) *Tillandsia imperialis*, bromelia de uso ornamental y ceremonial, C) uso de inflorescencias de *Tillandsia imperialis* en un arco floral, D) vivero rustico en un cafetal para el cultivo de epífitas. Fotos: A, Thorsten Krömer; B y C, Ingrid Haeckel; D, Tarin Toledo-Aceves.

un práctica común y que va en aumento (Breedlove y Laughlin, 1993; Haeckel, 2008; Mondragón y Villa-Guzmán, 2008). Tan sólo para la construcción de tres arcos que adornan la iglesia principal de Coatepec, Veracruz, Flores-Palacios y Valencia-Díaz (2007) reportan el uso de 2 438 inflorescencias de *T. multicaulis*, 109 de *T. punctulata*, y 12 de *T. imperialis* (Figuras 2B y 2C), con la última especie incluida como “Amenazada” en la NOM-059-Semarnat-2010. Desafortunadamente, los métodos de colecta empleados causan el desperdicio y la pérdida de muchas plantas juveniles, así como de otras epífitas adyacentes (Haeckel, 2008, Toledo-Aceves *et al.*, 2014a). Si bien las partes de las plantas utilizadas son principalmente las inflorescencias, se recolectan plantas enteras e incluso con vástagos, los cuales son desechados (Haeckel, 2008; Mondragón y Villa-Guzmán, 2008). Este tipo de extracción tiene serias implicaciones demográficas y genéticas dentro de las poblaciones (Ticktin, 2004; Mondragón y Ticktin, 2011), ya que representa un aumento en las tasas de mortalidad, así como una disminución en la variabilidad genética, cuando los individuos son colectados antes de que liberen sus semillas (Mondragón y Villa-Guzmán, 2008).

MANEJO SUSTENTABLE DE EPÍFITAS

Una de las alternativas que se han propuesto para contribuir al manejo diversificado de los sistemas forestales y agroforestales, es el aprovechamiento de epífitas. La implementación de un sistema de extracción en áreas donde aún existen poblaciones robustas, es una alternativa para la diversificación productiva, e incentivo para que los propietarios mantengan y contribuyan así a la conservación de las epífitas (Wolf y Konings, 2001; Damon *et al.*, 2005; Espejo-Serna *et al.*, 2005; Miranda-Jiménez *et al.*, 2007). Una de las estrategias que se han propuesto es la cosecha de epífitas del dosel con base en un plan de manejo y su cultivo en viveros para su venta posterior (“canopy farming” *sensu* Verhoeven y Beckers, 1999). Con la finalidad de lograr lo anterior, es recomendable contar con un análisis de los patrones de distribución, abundancia y dinámica poblacional de las especies epífitas a aprovechar para elaborar e implementar sistemas de manejo sostenibles.

Para determinar las tasas de aprovechamiento de las especies epífitas de interés, lo más recomendable es llevar a cabo un seguimiento y análisis de la dinámica de la población que se desea aprovechar. Para ello, se debe marcar a los individuos y registrar su sobrevivencia, crecimiento, producción de semillas y rebrotes por tantos años y en tantos sitios

y soportes como sea posible (Mondragón, 2011). Como mencionamos anteriormente, este tipo de estudios son costosos y frecuentemente los dueños de los bosques y cafetales no tienen la capacidad para realizarlos.

Los estudios recientes de la dinámica poblacional de bromelias epífitas en ecosistemas de montaña en México, han mostrado que en 10 de 11 poblaciones analizadas, la tasa de crecimiento poblacional es menor a la unidad ($\lambda < 1$), es decir, las poblaciones tienden a declinar aun en ausencia de la extracción (Winkler *et al.*, 2007; Haeckel, 2008; Mondragón y Ticktin, 2011; Toledo-Aceves *et al.*, 2014b). Para las orquídeas y los helechos, no existe información suficiente en este sentido; pero se ha visto que son más susceptibles a la perturbación que las bromelias, es decir, pueden tardar muchos años en recuperarse (Barthlott *et al.*, 2001; Mondragón, 2009; Larrea y Werner, 2010, Toledo-Aceves *et al.*, 2012; Krömer *et al.*, en prensa).

Con base en estos hallazgos, el método recomendado para aprovechar las epífitas tanto de bosques como de agrosistemas, como los cafetales de sombra y cacaoales, es coleccionar las plantas que caen de manera natural de los árboles (Mondragón y Ticktin, 2011; Toledo-Aceves *et al.*, 2013, 2014a), por las siguientes razones:

1. La colecta de plantas epífitas caídas es más sencilla (menos costosa) que su remoción de los árboles, sin embargo requiere más tiempo y esfuerzo físico para buscar plantas en buen estado.
2. La principal causa de mortalidad natural en epífitas es su caída de los árboles, ya sea por desprendimiento de la corteza o rompimiento de ramas (Hietz, 1997; Mondragón *et al.*, 2004; Winkler *et al.*, 2007). Debido a que las plantas caídas no pueden contribuir a la regeneración de la población, su colecta no tiene ningún efecto negativo sobre las poblaciones de epífitas, lo que permite asegurar el suministro del recurso.
3. Existe un número importante de plantas caídas en buena condición que se pueden recuperar para su venta posterior (Toledo-Aceves *et al.*, 2013, 2014a). Se sabe que las bromelias epífitas pueden vivir hasta tres meses después de caer al suelo (Mondragón y Ticktin, 2011).
4. El flujo de plantas por caída ocurre frecuentemente a lo largo de todo el año.

Hay iniciativas en comunidades de Oaxaca y Chiapas para el cultivo de bromelias, orquídeas y helechos silvestres en cafetales, traspatios de casas y viveros rústicos (Figura 2D), que han logrado cierto éxito. No

obstante, es importante considerar que muchas especies de epífitas se caracterizan por presentar lentas tasas de crecimiento (Larson, 1992; Schmidt y Zotz, 2002), lo cual eleva los costos de producción. Otra alternativa para aprovechar las plantas es a través del cultivo de tejidos vegetales en condiciones controladas de temperatura, luz, pH del medio de cultivo, y humedad, entre otros. Con las técnicas de cultivo *in vitro*, se puede propagar una gran cantidad de plantas a partir tanto de semillas, como de fragmentos de la planta (hojas, tallos) y generar individuos completos. Las plantas resultantes pueden ser utilizadas tanto con fines comerciales como de conservación. Estas técnicas han sido ampliamente utilizadas con éxito en particular para las orquídeas epífitas (Arditti y Ernst, 1993; Damon *et al.*, 2005), aunque el resultado depende de las tasas de crecimiento de las especies y su posterior aclimatación. Es importante mencionar que el costo de instalación para un laboratorio y su mantenimiento, así como la experiencia técnica necesaria para la aplicación del método dificultan la realización del cultivo *in vitro* en el medio rural.

CONSERVACIÓN DE PLANTAS EPÍFITAS

Los fragmentos de bosques húmedos tropicales, árboles remanentes aislados, acahuales y agroecosistemas como los cafetales de sombra, albergan en conjunto una parte importante de la flora de epífitas, lo que resalta su valor para la conservación (Barthlott *et al.*, 2001; Hietz, 2005; Werner *et al.*, 2005; Flores-Palacios y Gracia-Franco, 2008; Köster *et al.*, 2009; Toledo-Aceves *et al.*, 2012; Carvajal-Hernández *et al.*, 2014). Sin embargo, los tipos de vegetación con mayor influencia humana por su microclima más seco y otras características estructurales menos favorables de los árboles hospederos (Krömer *et al.*, 2007), presentan una composición peculiar de especies que incluso se ven favorecidas por estas condiciones ecológicas y ambientales. No obstante, las comunidades de epífitas en árboles aislados gradualmente se empobrecen, por lo que su potencial para la conservación de epífitas es limitada (Köster *et al.*, 2009; Werner, 2011). Por esta razón, en México es muy importante el mantenimiento de los fragmentos remanentes de bosque mesófilo, ya que estos son esenciales para la conservación *in situ* de la diversidad a largo plazo; sobre todo para las epífitas raras y vulnerables a la sequía, incluyendo muchas orquídeas y helechos de las familias Hymenophyllaceae y Grammitidaceae con requerimientos específicos. Algunas de estas especies podrían ser utilizadas como bioindicadores para determinar el grado de alteración de los hábitats (Krömer *et al.*, 2013, en prensa).

Los cafetales son agroecosistemas que permiten la existencia de una gran diversidad de epífitas vasculares (Hietz, 2005), sin embargo, las condiciones esenciales para funcionar como reservorios importantes son el mantenimiento de árboles grandes y remanentes del bosque original (García-Franco y Toledo-Aceves, 2008). Por lo tanto, para la conservación de epífitas en cafetales es necesario sensibilizar a los dueños y trabajadores sobre la importancia de conservar los árboles de sombra más grandes, ya que su presencia favorece la existencia de una alta diversidad de especies epífitas, y puede representar una oportunidad para acceder a un esquema de pago por servicios ambientales. Se recomienda que se evite la remoción de epífitas (“destenche”) en los cafetales de sombra por los efectos negativos sobre la comunidad de epífitas y la fauna asociada (García-Franco y Toledo-Aceves, 2008), y que de llevarse a cabo sea de manera planificada con un método de rotación (Toledo-Aceves *et al.*, 2013). Con el fin de controlar el nivel de sombreado del dosel, la poda de ramas de árboles puede ser una alternativa, aunque esta implica una pérdida de epífitas, pero a un grado mucho menor que su eliminación completa (Toledo-Aceves *et al.*, 2012).

La conservación *ex situ* para las epífitas, es decir, fuera de su hábitat natural, implica la recolección y el almacenamiento a largo plazo de germoplasma de especies raras o amenazadas en jardines botánicos, colecciones de plantas y en los bancos de germoplasma. Esto permite un mejor conocimiento de las características anatómicas, fisiológicas y bioquímicas del material almacenado, y proporciona propágulos para su utilización en programas de reproducción y reintroducción, las cuales pueden complementar la conservación *in situ* (Menchaca-García y Moreno-Martínez, 2011). Las técnicas de micropropagación de orquídeas mediante la germinación *in vitro* de semillas, implementado en viveros comerciales y centros de investigación, como el Orquidario del Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana, puede ser un componente importante del programa de conservación, sobre todo mediante la producción masiva de especies de interés comercial y de aquellas que están protegidas por la ley. Sin embargo, para familias como las bromelias existen pocas accesiones de epífitas en los bancos de germoplasma y se desconoce información sobre el comportamiento de las semillas bajo almacenamiento, así como de las condiciones de almacenamiento necesarias para asegurar su viabilidad a largo plazo (Flores-Cruz *et al.*, 2011).

Aunando a la conservación *in situ* y *ex situ*, es importante concientizar a los aficionados y colectores de epífitas, especialmente de orquídeas, mediante una amplia campaña educativa para desincentivar la

compra de plantas silvestres sin un sistema de manejo apropiado, ya que esta demanda estimula el saqueo incontrolado y comercio ilegal. Desafortunadamente, la falta de apoyos para el buen manejo de los bosques, la sobre-regulación y falta de mecanismos eficientes para ejercer la legislación, propician indirectamente la sobreexplotación de recursos naturales. En este sentido, el buen manejo de los recursos forestales es una responsabilidad compartida; tanto los dueños de los bosques, como investigadores, funcionarios y público en general, debemos participar para contribuir al mantenimiento de la biodiversidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEBEY, A. *et al.* (2006). "Aráceas y bromeliáceas de Bolivia", en Moraes, M. *et al.* (eds.), *Botánica Económica de los Andes centrales*, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, pp. 434-448.
- *et al.* (2007). "Potencial de aprovechamiento de Araceae y Bromeliaceae como recursos no maderables en el bosque montano húmedo del Parque Nacional Cotapata, Bolivia", *Ecología en Bolivia*, vol. 42, pp. 4-22.
- *et al.* (2010). "Ecoregional distribution of potentially useful species of Araceae and Bromeliaceae as non-timber forest products in Bolivia", *Biological Conservation*, vol. 19, pp. 637-650.
- ACUÑA-TARAZONA, M. (2014). "Recolonización de epífitas vasculares post-extracción en bosque mesófilo de montaña", tesis de maestría en Ciencias, Posgrado del Instituto de Ecología, A. C., Xalapa.
- AGUIRRE-LEÓN, E. (1992). "Vascular epiphytes of Mexico: a preliminary inventory", *Selbyana*, vol. 13, pp. 72-76.
- ARDITI, J. y R. Ernst (1993). *Micropropagation of orchids*, Wiley Interscience, Nueva York.
- BARTHLOTT, W. *et al.* (2001). "Diversity and abundance of vascular epiphytes: A comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes", *Plant Ecology*, vol. 152, pp. 145-156.
- BELCHER, B. *et al.* (2005). "Global patterns and trends in the use and management of commercial NTFPs: implications for livelihoods and conservation", *World Development*, vol. 33, pp. 1435-1452.
- y K. Schreckenber (2007). "Commercialization of non-timber forest products: a reality check", *Development Policy Review*, vol. 25, pp. 355-377.
- BENAVIDES, A. M. *et al.* (2006). "Recovery and succession of epiphytes in upper Amazonian fallows", *Journal of Tropical Ecology*, vol. 22, pp. 705-717.

- BENNETT, B. (1995). "Ethnobotany and economic botany of epiphytes, lianas, and other host-dependent plants: an overview", en Lowman, M. D. y N. K. Nadkarni (eds.), *Forest canopies*, Academic Press, San Diego, pp. 558-559.
- (2000). "Ethnobotany of Bromeliaceae", en Benzing, D. H. (ed.), *Bromeliaceae: Profile of an Adaptive Radiation*, Cambridge University Press, Cambridge.
- BENZING, D. H. (1990). *The biology of vascular epiphytes*, Cambridge University Press, Cambridge.
- BOWN, D. (2000). *Aroids. Plants of the Arum family*, 2ª ed., Timber Press, Oregon.
- BREEDLOVE, D. E. y R. M. Lauglin (1993). "The flowering of man: a Tzotzil botany of Zinacantan", *Smithsonian Contributions to Anthropology*, vol. 35, pp. 115-200.
- CASCANTE-MARÍN, A. et al. (2006). "Epiphytic bromeliad communities in secondary and mature forest in a tropical premontane area", *Basic and Applied Ecology*, vol. 7, pp. 520-532.
- CARVAJAL-HERNÁNDEZ, C., et al. (2014). Riqueza y composición florística de pteridobiontes en bosque mesófilo de montaña y ambientes asociados en el centro de Veracruz, México, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 85, pp. 491-501.
- CÁZARES-CAMERO, J. G. et al. (2007). "Especies vegetales de uso artesanal en comunidades Zoque y Chol de Tacotalpa, Tabasco", *Memorias de la Semana de Divulgación y Video Científico UJAT 2007*, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, pp. 192-195.
- Conabio (2010). *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D. F.
- CRUZ-ANGÓN, A. y R. Greenberg (2005). "Are epiphytes important for birds in coffee plantations? An experimental assessment", *Journal of Applied Ecology*, vol. 42, pp. 150-159.
- et al. (2009). "The contribution of epiphytes to the abundance and species richness of canopy insects in a Mexican coffee plantation", *Journal of Tropical Ecology*, vol. 25, pp. 453-463.
- DAMON, A. et al. (2005). "Substrates and fertilization for the rustic cultivation of *in vitro* propagated native orchids in Soconusco, Chiapas", *Renewable Agriculture and Food Systems*, vol. 20, pp. 214-222.
- ELLIOTT, D. D. y T. Ticktin (2013). "Epiphytic plants as NTFPs from the forest canopies: Priorities for management and conservation, en M. Lowman et al. (eds.), *Treetops at risk. Challenges of Global Canopy Ecology and Conservation*, Springer, Nueva York, pp. 435-444.

- ESPEJO-SERNA, A. *et al.* (2005). "Las orquídeas de los cafetales en México: una opción para el uso sostenible de ecosistemas tropicales", *Revista de Biología Tropical*, vol. 53, pp. 73-84.
- (2014). "Las plantas vasculares de los bosques mesófilos de montaña en México", en M. Gual-Díaz y A. Rendón-Correa (comps.), *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D. F., pp.189-195.
- FLORES-CRUZ, M. *et al.* (2011). "Manejo y conservación de bromelias". Ornamentales. Resúmenes Ejecutivos Ejercicio Fiscal 2009. *Servicio Nacional de inspección y certificación de semillas*, disponible en: <http://www.sinarefi.org.mx/redes/resejec09bromelias.pdf>
- FLORES-PALACIOS, A. y J. G. García-Franco (2004). "Effect of isolation on the structure and nutrient budget of oak epiphyte communities", *Plant Ecology*, vol. 173, pp. 259-269.
- y S. Valencia-Díaz (2007). "Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness of wild vascular epiphytes", *Biological Conservation*, vol. 136, pp. 372-387.
- y J. G. García-Franco (2008). "Habitat isolation changes the beta diversity of the vascular epiphyte community in lower montane forest, Veracruz, Mexico", *Biodiversity Conservation*, vol. 17, pp. 191-207.
- *et al.* (2011). "Diversidad y conservación de plantas epífitas vasculares en el centro del estado", en Conabio (ed.), *La biodiversidad en Veracruz: estudio de estado*, vol. I, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D. F., pp 493-501.
- GARCÍA, N. y G. Galeano (2009). "Efecto de la extracción de raíces aéreas sobre las poblaciones de "tripeperro" (*Philodendron longirrhizum*, Araceae) en los Andes centrales de Colombia", *Caldasia*, vol. 31, núm. 1, pp. 19-29.
- GARCÍA-FRANCO, J. G. y T. Toledo-Aceves (2008). "Epífitas vasculares (bromelias y orquídeas)", en R. H. Manson *et al.* (eds.), *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservación*, Inecol, A. C., Xalapa, pp. 69-93.
- GENTRY, A. H. y C. H. Dodson (1987). "Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes", *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 74, pp. 205-233.
- GREENBERG, R. *et al.* (1997). "Bird populations in rustic and planted shade coffee plantations of eastern Chiapas", *Biotropica*, vol. 29, pp. 501-514.
- Grupo Mesófilo, A. C. (2006). "Cestería", *Productos Forestales No Maderables de la Chinantla*, vol. 1, núm. 5, pp. 1-2.
- HAECKEL, I. B. (2008). "The "arco floral": ethnobotany of *Tillandsia* and *Dasyilirion* spp. in a Mexican religious adornment", *Economic Botany*, vol. 62, pp. 90-95.

- HÁGSATER, E. *et al.* (2005). *Orchids of Mexico*, Instituto Chinoín, México D. F., 304 p.
- HARO-CARRIÓN, X., *et al.* (2009). Conservation of vascular epiphyte diversity in shade cacao plantations in the Chocó Region of Ecuador", *Biotropica*, vol. 41, pp. 520-529.
- HIETZ, P. y U. Hietz-Seifert (1994). *Epífitas de Veracruz*. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa.
- (1997). "Population dynamics of epiphytes in a Mexican humid montane forest", *Journal of Ecology*, vol. 85, pp. 767-775.
- (2005). "Conservation of vascular epiphyte diversity in Mexican coffee plantations", *Conservation Biology*, vol. 19, pp. 391-399.
- *et al.* (2006). "Effect of forest disturbance on abundance and distribution of epiphytic bromeliads and orchids", *Ecotropica*, vol. 12, pp. 103-112.
- (2010). "Ecology and ecophysiology of epiphytes in tropical montane cloud forests", en Bruijnzeel, L. A. *et al.* (eds.), *Tropical montane cloud forests. Science for conservation and management*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 67-76.
- HORNUNG-LEONI, C. T. (2011a). "Avances sobre usos etnobotánicos de las Bromeliaceae en Latinoamérica", *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, vol. 10, pp. 297-314.
- (2011b). "Bromeliads: traditional plant food in Latin America from ancestral times", *Polibotánica*, vol. 32, pp. 219-229.
- KÖSTER, N. *et al.* (2009). "Conservation of epiphyte diversity in an Andean landscape transformed by human land use", *Conservation Biology*, vol. 23, pp. 911-919.
- *et al.* (2011). "Effect of host tree traits on epiphyte diversity in natural and anthropogenic habitats in Ecuador", en *Biotropica*, vol. 43, pp. 685-694.
- KRISHNAKUMAR, J. *et al.*, (2012). "Non-timber forest products: livelihoods and conservation", *Economic & Political Weekly*, vol. 47, pp. 132-139.
- KRÖMER, T. *et al.* (2005). "Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes", *Journal of Biogeography*, vol. 32, pp. 1799-1809.
- *et al.* (2007). "Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia", *Ecología en Bolivia*, vol. 42, pp. 23-33.
- *et al.* (2013). "Taxonomic update, distribution and conservation status of grammitid ferns (Polypodiaceae, Polypodiopsida) in Veracruz State, Mexico", *Phytotaxa*, vol. 82, pp. 29-44.
- *et al.* (2014). "Epífitas vasculares como bioindicadores de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición", en González Zuarth, C. A. *et al.* (eds.), *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambien-*

- tal, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (inecc)-El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), México, D. F. y Campeche.
- LARREA, M. L. y F. Werner (2010). "Response of vascular epiphyte diversity to different land-use intensities in a neotropical montane wet forest", *Forest Ecology and Management*, vol. 260, pp. 1950-1955.
- LARSON, R. J. (1992). "Population dynamics of *Encyclia tampensis* in Florida", *Selbyana*, vol. 13, pp. 50-56.
- MARSHALL, E. et al. (eds.) (2006). *Commercialization of non-timber forest products: factors influencing success. Lessons learned from Mexico and Bolivia and policy implications for decision-makers*, unep World Conservation Monitoring Centre, Cambridge.
- MARTÍNEZ-ROMERO, M. M. et al. (2004). "Use and availability of craft vines in the influence zone of the Biosphere Reserve Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico", *Economic Botany*, vol. 58, núm. 1, pp. 83-97.
- MAYO, S. et al. (1997). *The Genera of Araceae*, Royal Botanical Gardens, Kew, 370 pp.
- MENCHACA-GARCÍA, R. y D. Moreno-Martínez (2011). *Conservación de orquídeas, una tarea de todos*, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco.
- MÉNDEZ-GARCÍA, E. y D. Mondragón (2012). "The use of epiphytic bromeliads in Easter festivities in Zaachila, Oaxaca, Mexico", *Journal of the Bromeliad Society*, vol. 162, pp. 167-172.
- MEYER, C. F. J. y G. Zotz (2004). "Do growth and survival of aerial roots limit the vertical distribution of hemiepiphytic aroids?", *Biotropica*, vol. 36, núm. 4, pp. 483-491.
- MIRANDA-JIMÉNEZ, M. E. et al. (2007). *Bases para el manejo comunitario de bromelias ornamentales*, Colección Manejo Campesino de Recursos Naturales y Red de Aprendizaje Intercambio y la Sistematización de Experiencias hacia la Sustentabilidad (raises), Oaxaca.
- MONDRAGÓN, D. et al. (2004). "Temporal variation in the demography of the clonal epiphyte *Tillandsia brachycaulos* (Bromeliaceae) in the Yucatán Peninsula, Mexico", *Journal of Tropical Ecology*, vol. 20, pp. 189-200.
- y D. M. Villa-Guzmán (2008). "Estudio etnobotánico de las bromelias epífitas en la comunidad de Sta. Catarina Ixtepeji", *Polibotánica*, vol. 26, pp. 175-191.
- et al. (2009). "Epiphyte diversity on coffee shrub: a management question?", *Journal of Sustainable Agriculture*, vol. 33, pp. 703-715.
- (2009). "Population viability analysis for an endangered epiphytic orchid: *Guarianthe (Cattleya) aurantiaca* (Bateman ex Lindley) Dressler and W. E. Higgins", *Plant Species Biology*, vol. 24, pp. 35-41.

- (2011). "Guidelines for collecting demographic data for population dynamics studies on vascular epiphytes", *The Journal of the Torrey Botanical Society*, vol. 138, pp. 327-335.
- y T. Ticktin (2011). "Demographic effects of harvesting epiphytic bromeliads and an alternative approach to collection", *Conservation Biology*, vol. 25, núm. 4, pp. 787-907.
- MORALES-LINARES, J. (2012). "Diversidad y conservación de orquídeas en plantaciones de cacao del sureste de México", tesis de maestría en Ciencias, posgrado del Instituto de Ecología, A. C., Xalapa.
- MUÑOZ-VILLERS, L. y J. López-Blanco (2007). "Land use/cover changes using Landsat TM/ETM images in a tropical and biodiverse mountainous area of central-eastern Mexico", *International Journal of Remote Sensing*, vol. 29, pp. 71-93.
- NADKARNI, N. M. (2000). "Colonization of stripped branch surfaces by epiphytes in a lower montane cloud forest, Monteverde, Costa Rica", *Biotropica*, vol. 32, pp. 358-363.
- NAVARRETE, H. *et al.* (2006). "Helechos con importancia económica en Ecuador, Perú y Bolivia", en M. Moraes *et al.* (eds.), *Botánica Económica de los Andes Centrales. Herbario Nacional de Bolivia*, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 385-411 pp.
- Semarnat (2010). Norma Oficial Mexicana nom-059-Semarnat-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, *Diario Oficial de la Federación*, 30 de diciembre de 2010, México D. F.
- PERFECTO, I. y J. Vandermeer (2008). "Biodiversity conservation in tropical agroecosystems", *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1134, pp. 173-200.
- POLTZ, K. y G. Zotz (2011). "Vascular epiphytes on isolated pasture trees along a rainfall gradient in the lowlands of Panama", *Biotropica*, vol. 43, pp. 165-172.
- POREMSKI, S. y N. Biedinger (2001). "Epiphytic ferns for sale: influence of commercial plant collection on the frequency of *Platyserium stemaria* (Polypodiaceae) in coconut plantations on the southeastern Ivory Coast", *Plant Biology*, vol. 3, pp. 72-76.
- RZEDOWSKI, J. (1996). "Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México", *Acta Botánica Mexicana*, vol. 35, pp. 25-44.
- SANDOVAL-BUCIO, E. N. *et al.* (2004). "Bromelias útiles de México", *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, vol. xlix, núm. 4, pp. 100-115.

- SCHMIDT, G. y G. Zotz (2002). "Inherently slow growth in two Caribbean epiphytic species: a demographic approach", *Journal of Vegetation Science*, vol. 13, pp. 527-534.
- SCHROTH, G. y C. Harvey (2007). "Biodiversity conservation in cocoa production landscapes: an overview", *Biodiversity and Conservation*, vol. 16, pp. 2237-2244.
- *et al.* (2011). "Conservation in tropical landscape mosaics: the case of the cacao landscape of southern Bahia, Brazil", *Biodiversity and Conservation*, vol. 20, pp. 1635-1654.
- SOLANO-GÓMEZ, R. *et al.* (2010). "Plantas utilizadas en la celebración de la Semana Santa en Zaachila, Oaxaca, México", *Polibotánica*, vol. 29, pp. 263-279.
- SOLÍS-MONTERO, L. *et al.* (2005). "Shade-coffee plantations as refuges for tropical wild orchids in central Veracruz, Mexico", *Conservation Biology*, vol. 19, pp. 908-916.
- SOSA, V. y T. Platas (1998). "Extinction and persistence of rare orchids in Veracruz, Mexico", *Conservation Biology*, vol. 12, pp. 451-455.
- STEWART, J. y M. Griffiths (2005). *The new royal horticultural society manual of orchids*, Timber Press, Portland.
- TICKTIN, T. (2004). "The ecological implications of harvesting non-timber forest products", *Journal of Applied Ecology*, vol. 41, pp. 11-21.
- y C. Shackleton (2011). "Harvesting non-timber forest products sustainably: opportunities and challenges" en S. Shackleton *et al.* (eds.), *Non-timber forest products in the global context*, Springer, Berlin, pp. 149-169.
- TOLEDO-ACEVES, T. y J. H. Wolf (2008). "Germination and establishment of *Tillandsia eizii* (Bromeliaceae) in the canopy of an oak forest in Chiapas, Mexico", *Biotropica*, vol. 40, pp. 246-250.
- *et al.* (2012). "Recolonization of vascular epiphytes in a shaded coffee agroecosystem", *Applied Vegetation Science*, vol. 15, pp. 99-107.
- *et al.* (2013). "Benefits and costs of epiphyte management in shaded coffee plantations. *Agriculture, Ecosystems and the Environment*, vol. 181, pp. 149-156.
- *et al.* (2014a). "Bromeliad rain: An opportunity for cloud forest management", *Forest Ecology and Management*, vol. 329, pp. 129-136.
- *et al.* (2014b). "Potential impact of harvesting on the population dynamics of two epiphytic bromeliads", *Acta Oecologica*, vol. 59, pp. 52-61.
- TURNER, I. M. *et al.* (1994). "A study of plant species extinction in Singapore: lessons for the conservation of tropical biodiversity", *Conservation Biology*, vol. 8, pp. 705-712.
- VAN WEEZENDONK, L.H.T. y R.A.A. Oldenan (2002). "Kronendak notes on canopy farming, in combination with conventional forestry", *Canopy far-*

- ming© Kronendak. Disponible en: <http://www.treemail.nl/kronendak/cic.htm>.
- VERGARA-RODRÍGUEZ, D. y T. Krömer (2011). "¿Conoce usted el cilantro de monte?", *Gaceta Universidad Veracruzana*, vol. 118, pp. 24-26.
- VERHOEVEN, K. J. F. y G. J. L. Beckers (1999). "Canopy farming: an innovate strategy for the sustainable use of rain forest", *Selbyana*, vol. 20, pp. 191-193.
- VILLALOBOS, R. y R. Ocampo (1997). "Productos no maderables del bosque en Centroamérica y el Caribe", *Actas de la Reunión celebrada del 17 al 21 de julio de 1995*, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 96 pp.
- WERNER, F. *et al.* (2005). "Diversity of vascular epiphytes on isolated remnant trees in the montane forest belt of southern Ecuador", *Ecotropica*, vol. 11, pp. 21-40.
- (2011) "Reduced growth and survival of vascular epiphytes on isolated remnant trees in a recent tropical montane forest clear-cut", *Basic and Applied Ecology*, vol. 12, pp. 172-181.
- WILLIAMS-LINERA, G. (2007). *El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático*, Instituto de Ecología, A. C., Conabio, Xalapa.
- WINKLER, M. *et al.* (2007). "Population dynamics of epiphytic bromeliads: life strategies and the role of host branches", *Basic and Applied Ecology*, vol. 8, pp. 183-196.
- WOLF, J. H. D. y C. J. F. Konings (2001). "Toward the sustainable harvesting of epiphytic bromeliads: a pilot study from the highlands of Chiapas, Mexico", *Biological Conservation*, vol. 101, pp. 23-31.
- y S.A. Flamenco (2003). "Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico", *Journal of Biogeography*, vol. 30, pp. 1689-1707.
- (2005). "The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico", *Forest Ecology and Management*, vol. 212, pp. 376-393.
- ZOTZ, G. y J. Andrade (2002). "La ecología y fisiología de las epífitas y hemiepífitas", en M. R. Guariguata y G. H. Kattan (eds.), *Ecología y conservación de bosques neotropicales*, Libro Universitario Regional del Instituto Tecnológico de Costa Rica, San José, pp. 271-296.