

AGRO
PRODUCTIVIDAD

AP

 **ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS**
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Importancia y aprovechamiento
sustentable de productos forestales
no maderables en bosques de niebla:
estudio de caso en
Orquídeas

pág. 46

Año 10 • Volumen 10 • Número 6 • junio, 2017

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ORQUÍDEAS SILVESTRES (Orchidaceae)	3
LA FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA Y SU EFECTO EN LA COMUNIDAD DE ORQUÍDEAS (Orchidaceae)	13
DIVERSIDAD DE ORQUÍDEAS (Orchidaceae) EN AGROECOSISTEMAS CAFETALEROS	19
ESTRATEGIA PARA EL RESCATE, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ORQUÍDEAS (Orchidaceae) EN EL SURESTE DE MÉXICO	25
LA PROPAGACIÓN MASIVA DE ORQUÍDEAS (Orchidaceae); UNA ALTERNATIVA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES	31
CARACTERÍSTICAS ORNAMENTALES DE ORQUÍDEAS SILVESTRES Y SU PROPAGACIÓN CON FINES COMERCIALES. ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE <i>ex situ</i>	37

y más artículos de interés...

PRECIO AL PÚBLICO \$75.00 PESOS


COLEGIO DE
POSTGRADUADOS

Guía para autores

Estructura

Agroproductividad es una revista de divulgación científica y tecnológica, auspiciada por el Colegio de Postgraduados de forma mensual para entregar los resultados obtenidos por los investigadores en ciencias agrícolas y afines. En ella se publica información original y relevante para el desarrollo agropecuario, social y otras disciplinas relacionadas, en formato de artículo, nota o ensayo. Las contribuciones son arbitradas y la publicación final se hace en idioma español. La contribución debe tener una extensión máxima de 15 cuartillas, incluyendo las ilustraciones. Deberá estar escrita en Word a doble espacio empleando el tipo Arial a 12 puntos y márgenes de 2.5 cm. Debe evitarse el uso de sangría al inicio de los párrafos. Las ilustraciones serán de calidad suficiente para su impresión en offset a colores, y con una resolución de 300 dpi en formato JPEG, TIFF o RAW.

La estructura de la contribución será la siguiente:

1) Artículos: una estructura clásica definida por los capítulos: Introducción, Resumen, abstract, objetivos, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones y Literatura Citada; 2) Notas, Ensayos y Relatorías: deben tener una secuencia lógica de las ideas, exponiendo claramente las técnicas o metodologías que se transmiten o proponen.

Formato

Título. Debe ser breve y reflejar claramente el contenido. Cuando se incluyan nombres científicos deben escribirse en *itálicas*.

Autor o Autores. Se escribirán él o los nombres completos, separados por comas, con un índice progresivo en su caso. Al pie de la primera página se indicará el nombre de la institución a la que pertenece el autor y la dirección oficial, incluyendo el correo electrónico.

Cuadros. Deben ser claros, simples y concisos. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Los cuadros deben numerarse progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Cuadro 1. Título), y se colocarán en la parte superior. Al pie del cuadro se incluirán las aclaraciones a las que se hace mención mediante un índice en el texto incluido en el cuadro.

Figuras. Corresponden a dibujos, gráficas, diagramas y fotografías. Las fotografías deben ser de preferencia a colores y con una resolución de 300 dpi en formato JPEG, TIFF o RAW.

Unidades. Las unidades de pesos y medidas usadas serán las aceptadas en el Sistema Internacional.

Citas libros y Revistas:

- Bozzola J. J., Russell L. D. 1992. Electron Microscopy: Principles and Techniques for Biologists. Ed. Jones and Bartlett. Boston. 542 p.
- Calvo P., Avilés P. 2013. A new potential nano-oncological therapy based on polyamino acid nanocapsules. Journal of Controlled Release 169: 10-16.
- Gardea-Torresdey J. L., Peralta-Videa J. R., Rosa G., Parsons J. G. 2005. Phytoremediation of heavy metals and study of the metal coordination by X-ray absorption spectroscopy. Coordination Chemistry Reviews 249: 1797-1810.

Año 10, Volumen 10, número 6, junio 2017, Agro productividad es una publicación mensual editada por el Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP 56230. Tel. 5959284427. www.colpos.mx. Editor responsable: Dr. Jorge Cadena Iñiguez. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2017-031313492200-203. ISSN: "en trámite", ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Subdirección de Organización y Cómputo del Colegio de Postgraduados, Dr. Martiniano Castro Popoca, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, CP 56230. Tel. 58045980 ext. 1035. Fecha de última modificación, 30 de junio de 2017.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Colegio de Postgraduados.



El costo por publicación aceptada es \$2500.00 MX.



Contenido

3	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ORQUÍDEAS SILVESTRES (Orchidaceae)
13	LA FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA Y SU EFECTO EN LA COMUNIDAD DE ORQUÍDEAS (Orchidaceae)
19	DIVERSIDAD DE ORQUÍDEAS (Orchidaceae) EN AGROECOSISTEMAS CAFETALEROS
25	ESTRATEGIA PARA EL RESCATE, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ORQUÍDEAS (Orchidaceae) EN EL SURESTE DE MÉXICO
31	LA PROPAGACIÓN MASIVA DE ORQUÍDEAS (Orchidaceae); UNA ALTERNATIVA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES
37	CARACTERÍSTICAS ORNAMENTALES DE ORQUÍDEAS SILVESTRES Y SU PROPAGACIÓN CON FINES COMERCIALES. ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE <i>ex situ</i>
46	IMPORTANCIA Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES EN BOSQUES DE NIEBLA: ESTUDIO DE CASO EN ORQUÍDEAS
54	LAS ORQUÍDEAS (Orchidaceae) COMO RECURSO TURÍSTICO: PROPUESTA DE SENDEROS INTERPRETATIVOS COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN FORESTAL SUSTENTABLE
62	UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE CON ENFOQUE EN ORQUÍDEAS (Orchidaceae)
66	ANÁLISIS DE LA REDUCCIÓN ESTRUCTURAL DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN HUATUSCO, VERACRUZ, MEXICO
73	CREACIÓN DEL PARQUE ECOLÓGICO CHICALABA EN HUATUSCO, VERACRUZ, MEXICO
79	UNA EXPERIENCIA DE TRABAJO EN LOS BOSQUES MESÓFILOS DE LA SIERRA NORTE DE OAXACA, MÉXICO
84	PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE <i>Dahlia variabilis</i> Cav., EN MACETA EN LAS ALTAS MONTAÑAS DE VERACRUZ, MÉXICO
91	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE UNA MUESTRA LOCAL DE <i>Bixa orellana</i> L., EN TABASCO, MÉXICO
98	SELECCIÓN MASAL EN CHILE DULCE CRIOLLO (<i>Capsicum annum</i> L.)

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



CONACYT
ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



Corrección de estilo: Hannah Infante Lagarda

Maquetación: Alejandro Rojas Sánchez

Suscripciones, ventas, publicidad, contribuciones de autores:

Guerrero 9, esquina Avenida Hidalgo, C.P. 56220, San Luis Huexotla, Texcoco, Estado de México.

Teléfono: 01 (595) 928 4703 jocadena@colpos.mx; jocadena@gmail.com

Impresión 3000 ejemplares.

Es responsabilidad del autor el uso de las ilustraciones, el material gráfico y el contenido creado para esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Colegio de Postgraduados, de la Editorial del Colegio de Postgraduados, ni de la Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.

Directorio

Said Infante Gil
Editor General del Colegio de Postgraduados

Rafael Rodríguez Montessorot
Director Fundador

Jorge Cadena Iñiguez
Director de Agroproductividad

Comité Técnico-Científico

Colegio de Postgraduados—Montecillo
Ma. de Lourdes de la Isla
Dr. Ing. Agr. Catedrática Aereopollución

Ángel Lagunes T.
Dr. Ing. Agr. Catedrático Entomología

Enrique Palacios V.
Dr. Ing. Agr. Catedrático Hidrociencias

Colegio de Postgraduados—Córdoba
Fernando Carlos Gómez Merino
Dr. Ing. Agr. Biotecnología

Colegio de Postgraduados—San Luis Potosí
Fernando Clemente Sánchez
Dr. Ing. Agr. Fauna Silvestre

Luis Antonio Tarango Arámbula
Dr. Ing. Agr. Fauna Silvestre

Instituto de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias
Pedro Cadena I.
Dr. Ing. Agr. Transferencia de Tecnología

Carlos Mallen Rivera
M. C. Director de Promoción y Divulgación

Instituto Interamericano de Cooperación
para la Agricultura
Victor Villalobos A.
Dr. Ing. Agr. Biotecnología

Instituto Interamericano de Cooperación
para la Agricultura
(Guatemala)
Manuel David Sánchez Hermosillo
Dr. Ing. Agr. Nutrición Animal y manejo de Pastizales

Servicio Nacional de Inspección y
Certificación de Semillas
(SNICS-SAGARPA)
Manuel R. Villa Issa
Dr. Ing. Agr. Economía Agrícola.
Director General



Dr. Jorge Cadena Iñiguez

Editorial

Volumen 10 • Número 6 • junio, 2017.

EL CONSEJO CONSULTIVO DE CIENCIAS (CONACyT) en su boletín de junio 2017, menciona lo siguiente: "Ya existe el marco legal para crear empresas de base tecnológica sin conflicto de intereses. Es imperativo hacer realidad estos cambios legislativos para que el conocimiento generado por décadas en las instituciones públicas de investigación, se traduzca en beneficios para la Sociedad Mexicana. Se invita a los investigadores a conocer con detalle las implicaciones y potencial de los cambios legislativos; a las oficinas legales de universidades y centros de investigación para que favorezcan la emisión de lineamientos específicos que permitan aprovechar al máximo esta reforma legislativa; también a los representantes de la Secretaría de la Función Pública en las instituciones académicas del país, para que sean facilitadores y compartan el espíritu innovador de los cambios legislativos. En México, el tamaño de la comunidad de investigadores no corresponde a la dimensión de la economía del país. Actualmente, en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) hay cerca de 27,000 científicos en todas las ramas del conocimiento. A partir de la creación del SNI en 1984, la tasa de generación de conocimiento de los investigadores mexicanos (medido por el número de publicaciones en revistas internacionales indexadas) ha crecido sustancialmente. Sin embargo, si comparamos los indicadores de México en términos de actividad tecnológica e innovación, con otros países de la OCDE (a la cual pertenece México) o con países como Brasil y España, tenemos un rezago monumental en términos de número de patentes solicitadas por nacionales, transferencias tecnológicas o creación de empresas de base tecnológica. Es por ello imperativo lograr de manera efectiva la transición de México hacia una economía basada en el conocimiento. El reto es importante e interesante.

Dr. Jorge Cadena Iñiguez
Director de 

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ORQUÍDEAS SILVESTRES (Orchidaceae)

CONSERVATION STATUS OF WILD ORCHIDS (Orchidaceae)

Tejeda-Sartorius, O.^{1*}; Téllez-Velasco, M.A.A.²; Escobar-Aguayo, J.J.¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km. 36.5, Montecillo, Mpio. de Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. ²Universidad Nacional Autónoma de México, Jardín Botánico del Instituto de Biología, Delegación Coyoacán, 04510. México, D.F.

*Autor de correspondencia: olgats@colpos.mx

RESUMEN

En países con riqueza de especies de orquídeas, ubicados entre el trópico de Cáncer y Trópico de Capricornio, como México, las diferentes formas de su explotación en el medio silvestre, tiene encendida la alarma de extinción de especies. Los bosques húmedos de montaña de México representan 1% del territorio nacional, concentran cerca de 60% de las especies conocidas de orquídeas, y es el bioma más amenazado. El tráfico ilegal de orquídeas para su comercio es un crimen mundial; mientras que el comercio legal, fundamentado en conocimientos científicos, tal como la biotecnología, mejoramiento genético y horticultura, avanza discretamente. En México, por todos los problemas de extracción ilegal de orquídeas y deterioro de hábitats naturales, todas las formas de conservación de orquídeas podrían ser válidas y necesarias. La divulgación de la ciencia acerca de orquídeas debe ser dirigida a toda la sociedad, pues el empoderamiento del conocimiento puede constituir una forma eficaz para su conservación.

Palabras clave: Orquídeas de México, bosque húmedo de montaña, peligro de extinción, comercio legal e ilegal, países intertropicales.

ABSTRACT

In countries with richness of orchid species, located between the Tropic of Cancer and the Tropic of Capricorn, such as México, the different forms of exploitation in the wild have raised the alarm of extinction. México's Mountain cloud forest represent 1 % of the national territory, they concentrate close to 60 % of the known species of orchids, and are the most threatened biome. The illegal traffic of orchids for their commerce is a worldwide crime; while legal trade founded in scientific knowledge, such as biotechnology, genetic improvement and horticulture, advances discreetly. In México, because of all the problems of illegal extraction of orchids and deterioration of natural habitats, all forms of orchid conservation could be valid and necessary. Diffusion of science regarding orchids must be directed to the whole society, for empowerment through knowledge may constitute an effective way for their conservation.

Keywords: orchids of México, mountain cloud forest, danger of extinction, legal e ilegal trade, intertropical countries.



Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 6, junio. 2017. pp: 3-12.

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

INTRODUCCIÓN

La tierra enfrenta una era sin precedente donde las actividades humanas están modificando el ambiente a una velocidad que sobrepasa las fuerzas geológicas que conducen cambios de clima, ciclos biogeoquímicos y biodiversidad, al grado de estar viviendo ahora la mitad de la sexta gran extinción de la tierra (Canadell y Noble, 2001).

Los países intertropicales enfrentan una seria y alarmante crisis de pérdida de su biodiversidad. La zona intertropical del planeta es la que concentra la mayor parte de los "hotspots" de biodiversidad o "ecorregiones prioritarias", que son regiones que registran por lo menos, 1,500 especies endémicas de plantas vasculares con flores (más de 0.5% del total de especies en el mundo) y que han perdido al menos 70% de la extensión original de su hábitat (Myers et al., 2000; CONABIO, 2009). Es decir, regiones con excepcionales concentraciones de especies endémicas sometidas a excepcionales pérdidas de su hábitat (Myers et al., 2000), (Figura 1).

Los países intertropicales y la conservación de orquídeas

Las orquídeas, una de las familias botánicas más grandes de angiospermas (plantas con flores), (Dressler, 1993), se ubican entre las plantas más vulnerables, debido a la sobreexplotación del medio silvestre, tráfico ilegal, pérdida de hábitat y cambio climático, en combinación con su intrincada red de dependencias bióticas y abióticas, que las convierten en modelos ideales de especies para programas de conservación (Swarts y Dixon, 2009). Son plantas ampliamente usadas como especies "bandera" en los debates de conservación (Cribb et al., 2003). Varios países desarrollados, demandan orquídeas silvestres a los países con mayor riqueza de estas plantas, tales como los ubicados entre el trópico de Cáncer y Trópico de Capricornio. Algunos países representativos inmersos en esta problemática se mencionan a continuación.

Asia

China es uno de los países con mayor riqueza de plantas vasculares y se sitúa en el segundo lugar del ranking mundial; tiene 1,388 especies de orquídeas, en 194 géneros; con 491 especies y 11 géneros endémicos (Huang, 2011). Algunas áreas ricas en orquídeas de la región tropical de China enfrentan serios problemas por el cambio de uso de suelo, por monocultivos como el caucho (*Hevea brasiliensis*) (Liu et al., 2015). Pero quizá el principal problema que enfrentan las orquídeas de China, es que un cuarto de sus especies silvestres son usadas en medicina tradicional y como suplementos alimenticios, como las del género *Dendrobium* (Liu et al., 2014). Como medida de conservación, los investigadores de dicho país han desarrollado el programa "Integrative Conservation for Zero Extinction in Xishuangbanna", donde las orquídeas son de alta prioridad, a través de nuevas áreas protegidas y banco de semillas (Liu et al., 2015).

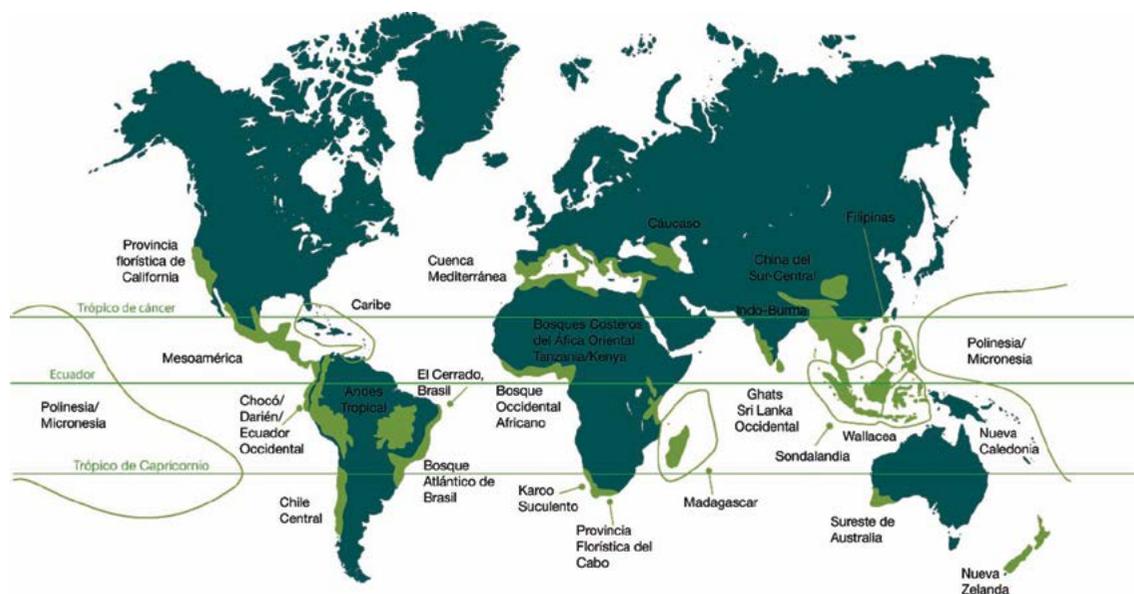


Figura 1. Los 25 "hotspots" o "ecorregiones prioritarias" del mundo (verde claro). Regiones con excepcionales concentraciones de especies endémicas (entre ellas, orquídeas) sometidas a excepcionales pérdidas de su hábitat. Modificado de Myers et al. (2000).

Para **Tailandia**, un país con larga tradición en la industria de las orquídeas, se reportan 1,230 especies de orquídeas, en 170 géneros, y 150 especies endémicas (Nanakorn y Indharamusika, 1999). Sin embargo, muchas especies están en peligro de extinción, por lo que se requieren medidas urgentes de conservación y uso sustentable de sus especies (Thammasiri, 2008).

Indonesia, con sus más de 17,000 islas, es otro de los países asiáticos mega-biodiverso (Budiharta *et al.*, 2011) y con un alto porcentaje de especies de orquídeas. Inventarios particulares reportan, 197 especies distribuidas en 66 géneros para el oeste de Borneo (Siregar, 2008), la isla más grande de dicho país. Sin embargo, este enfrenta una rápida destrucción de su biodiversidad, donde factores intrínsecos biológicos, pérdida de hábitat y sobreexplotación (con 83, 82 y 64%, respectivamente) son las principales amenazas, y donde los factores biológicos demuestran ser muy importantes para los riesgos en orquídeas (Budiharta, 2011).

Para **Singapur**, Yam *et al.* (2010) reportaron que de las 226 especies de orquídeas registradas, 178 se consideran extintas. Sus programas de reintroducción de especies han tenido cierto éxito.

Para **Nepal**, Bahadur *et al.* (2013) reportan 458 especies de orquídeas en 104 géneros, y 18 especies endémicas. La diversidad de orquídeas silvestres en este país está en grave riesgo debido a su sobreexplotación para comercio y destrucción del hábitat. Los esfuerzos de conservación para un uso sustentable de estas plantas son incipientes (Subedi *et al.*, 2013).

En **África, Madagascar**, uno de los mayores centros de biodiversidad de flora y fauna del mundo, cuenta con alrededor de 1,000 especies de orquídeas silvestres que sobreviven como poblaciones remanentes en parques, reservas o colecciones privadas. Un país donde la pobreza extrema obliga a incendiar áreas boscosas para la producción de cultivos, lo que da como resultado la fragmentación de bosques (From *et al.*, 2005).

En **América, Colombia y Ecuador** comparten la riqueza de orquídeas más grande del mundo, con 9,000 especies, y alrededor de 3,000 se encuentran en peligro de extinción por la deforestación de los bosques Andinos. Sus programas de conservación motivan a la concientización, y los programas buscan establecer un balance ecológico y social (Orejuela-Gartner, 2012).

En **Brasil**, uno de los hotspots más importantes, posee una de las floras más ricas del mundo (Myers, 2000; Giulietti *et al.*, 2005). La orquideoflora de este país asciende a 238 géneros, con 33 endémicos; y 2,553 especies y 1,636 endémicas (Barros *et al.*, 2016). Uno de los principales problemas de conservación de la biodiversidad que enfrentan regiones como São Paulo, es la deforestación causada por la agricultura, industria, urbanización y otras actividades antropogénicas, en donde uno de los grupos más amenazados de todas las angiospermas, son las orquídeas silvestres, debido a la pérdida del hábitat y la sobrecolección, lo que ha causado extinción de muchas especies en la naturaleza (Cardoso *et al.*, 2016). En Brasil existen macroproyectos de conservación de la biodiversidad que buscan apoyos multi-institucionales, de

gobierno y fuentes privadas, a los complejos problemas de pérdida de biodiversidad, entre ellos, las orquídeas (Giulietti *et al.*, 2005).

La orquideoflora de **México**, comparada con otros países tropicales, es muy bien conocida, gracias a los muchos recolectores que visitaron México en el siglo XIX y a grandes esfuerzos de investigadores asociados al grupo del Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología (AMO), (Hágsater y Soto-Arenas, 1998). Actualmente se reconocen 1,260 especies de orquídeas, distribuidas en 170 géneros, con un porcentaje de endemismo del 40% (Dressler, 2005). México, como los anteriores países intertropicales mencionados, enfrenta serios problemas de conservación de orquídeas, donde confluyen similares actividades de comercio ilegal, deforestación, cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias y avance urbano; cambio climático (acelerado por la gran concentración de carbono en la atmósfera), (Nájar, 2011; Sanz, 2011). A pesar del conocimiento de la orquideoflora mexicana y los esfuerzos y programas de conservación, diversos problemas evidencian que aún falta mucho por hacer, como por ejemplo: **tener mayor conocimiento de la distribución de su diversidad y estatus de conservación de especies; acabar con las históricas políticas de abrir tierras a la agricultura y avance urbano sin conciencia pública de conservación de la biota; impulso real a proyectos de investigación, reconocimiento de que los programas de conservación *in situ* son más importantes que los *ex situ*, sin descartar la importancia de ambos en su justa medida. El avance de la horticultura, la cual tiene que ser vista como**

una amenaza pero también como una estrategia de conservación *ex situ*; la no sobrerregulación y oportunidades que se deben dar a los habitantes locales para cultivo y uso sustentable. Todos estos aspectos esperan mayor atención y realidades (Hágsater y Soto-Arenas, 1998). Los bosques nublados de México (1% del territorio nacional), (González-Espinosa *et al.* 2012) concentran casi el 60% de las especies conocidas de orquídeas, por lo que éste es el bioma más amenazado en el país.

El comercio mundial de orquídeas

El comercio legal

La floricultura ha alcanzado un máximo histórico de productividad y competitividad. Los Países Bajos, Estados Unidos y Japón son los tres productores y consumidores globales más importantes. Como resultado se han conformado tres centros florícolas esenciales (Xia *et al.*, 2006).

Europa-África, América y Asia-Pacífico (Xia *et al.*, 2006), (Figura 2). A pesar de la diversidad de especies para flor de corte que hacen la producción comercial mundial, el grueso de la industria está concentrado en muy pocos géneros, principalmente: rosa (*Rosa sp.*), clavel (*Dianthus caryophyllus*), crisantemo (*Chrysanthemum*), lili (Liliales) y orquídeas (Hanks, 2015). Entre esos cultivos de tradición mundial, el cultivo de orquídeas es de los más sobresalientes, y más que una industria, se considera un negocio internacional (Griesbach, 2002).

A través de los años, ha evolucionado de un mercado de aficionados a un mercado altamente comercial; y su cultivo a gran escala como flor de corte y orquídeas en maceta es actualmente la tendencia (Hew y Yong, 2004). El mayor país productor de orquídeas de corte es Tailandia, con cerca de 3,000 ha, seguido de Taiwan China (662 ha) y Países Bajos (212 ha). Por citar un ejemplo, Estados Unidos es uno de los mayores consumidores de orquídeas, recibe las mayores importaciones de Países Bajos (47 € millones), seguido de Tailandia (14 € millones) y Alemania (2 € millones) (Hanks, 2015), (Figura 2). El género *Phalaenopsis* es la orquídea más popular en dicho país, y representa 75% de las ventas de orquídeas en maceta (Griesbach, 2002). Su producción pasó de 9.58 millones de unidades en 1997, a 15.4 millones en 2007 (incremento de 61%). Mientras que el valor de las ventas totales aumentó 80%: de 70 millones USD a 126 millones USD en el mismo periodo (Palma *et al.*, 2010).

El comercio ilegal

El comercio ilegal de vida silvestre es uno de los 12 crímenes transnacionales de más alto valor (Haken, 2011). Si bien esas rentables y complejas operaciones criminales se originan en países en desarrollo, donde se busca prosperar en un espacio marcado por la pobreza, desigualdad y la falta de autoridad del estado. También es aceptado que los consumidores más grandes de vida silvestre ilegal son países desarrollados de Norte América, Unión

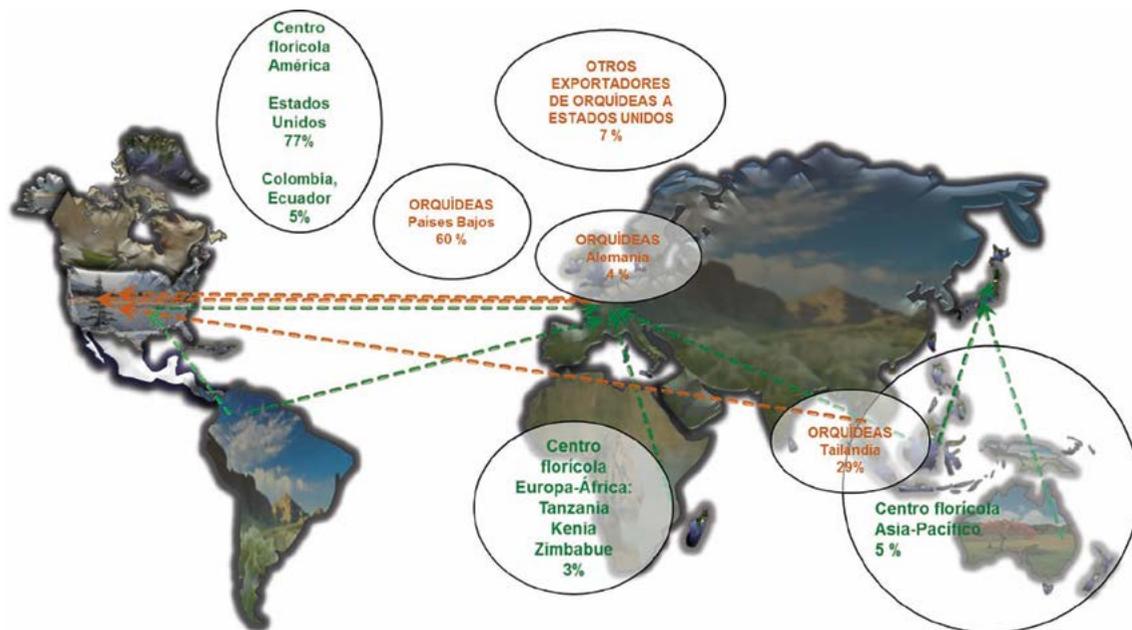


Figura 2. Principales rutas del comercio mundial de: i) productos de la floricultura de los principales centros florícolas (color verde), (Modificado de: Xia *et al.*, 2006); ii) orquídeas hacia Estados Unidos, uno de los mayores consumidores de orquídeas del mundo (color naranja), (Fuente: Hanks, 2015).

Europea y China, con un valor de \$7.8 a 10 billones de dólares (Haken, 2011).

Aproximadamente 30,000 especies de plantas están protegidas por la CITES (Convention on International Trade in Endangered Species) en contra de la sobre-explotación a través del comercio internacional. Las especies están agrupadas en Apéndices, de acuerdo con el grado de amenaza a la que están sujetas por dicho comercio. Algunos Apéndices incluyen grupos completos, tales como Cactaceae y Orchidaceae (CITES, 2013). Todas las orquídeas han sido puestas en el Apéndice II o más arriba, de la CITES (Roberts y Dixon, 2008). En Europa, Alemania es uno de los mayores países consumidores de plantas vivas importadas. En dicho país existen muchos recolectores y viveros altamente especializados negociando con plantas listadas en la CITES (CITES, 2002). Autores como Neng (2010) sugieren que para combatir a los contrabandistas, los gobiernos deberían: mejorar el entrenamiento hacia los aduaneros; implementar vigilancia más estricta; aumentar las sanciones; fomentar la conservación; dar presupuesto para la investigación de protocolos de propagación, con los cuales harían posible mercados con orquídeas de características deseables; así como otorgar presupuesto para identificación de huella digital por DNA, para apoyar el seguimiento del movimiento de las plantas.

Comercio en línea y en redes sociales

El mercado, legal e ilegal, de vida silvestre a través del internet está bien documentado, pero actualmente están surgiendo nuevas formas de comercializar en línea, como a través de las redes sociales (Hinsley *et al.*, 2016). Estos autores, a través de un estudio de caso sobre el



Figura 3. Diversas especies de *Paphiopedilum*, uno de los géneros más buscados por los colectores mundiales. Fotografías proporcionadas por: José Antonio Torres Rivera.

mercado de orquídeas en una red social internacional, encontraron que de 55,805 publicaciones registradas en doce semanas, 8.9% contenía plantas en venta, y 22-46 % de éstas eran respecto a orquídeas recolectadas en vida silvestre. Existe una obsesión de los cultivadores por poseer especies raras y plantas recolectadas en la naturaleza. Las orquídeas del género *Paphiopedilum* (orquídeas “zapatilla” o “zapatito”) son de las más buscadas mundialmente (Neng, 2010), (Figura 3).

Hinsley *et al.* (2015) analizaron las preferencias de 522 consumidores-compradores de orquídeas on-line. Ellos reportaron que más de la mitad son probablemente más compradores de orquídeas producidas en masa y prefieren plantas multifloreas y blancas. Compradores con intereses más conservacionistas fueron un pequeño grupo, quienes estuvieron dispuestos a pagar más por especies que son raras en el mercado.

Material silvestre vs material propagado en condiciones controladas

No siempre es fácil reconocer un material silvestre de un material propagado en invernadero, sin embargo, un primer paso es basarse en la observación de que en condiciones controladas las plantas reciben manejo especial en lo relativo a nutrición, riego y control de enfermedades; mientras que las plantas en el medio natural no disponen de estos aspectos y deben luchar constantemente contra el estrés ambiental. Estos aspectos generales originan diferencias básicas en hojas, pseudobulbos y raíces (Figura 4). Es importante que los aficionados de las orquídeas tengan conocimiento de estas características, e indagar el origen del material con los vendedores, con la finalidad de fomentar el comercio legal.



Figura 4. Características básicas para el reconocimiento de especies de orquídeas provenientes del medio silvestre (A) vs orquídeas propagadas en invernadero (B). **A)** Hojas y pseudobulbos se observan deshidratados; raíces en su mayoría están muertas; planta en general con enfermedades fungosas o bacterianas. Presentan trozos de corteza adheridos a las raíces; tienen plantas acompañantes como helechos, peperomias, bromelias, musgos o aráceas; generalmente se observa un pseudobulbo con inflorescencia; no presentan rizoma. **B)** Plantas uniformes, hojas y pseudobulbos turgentes y saludables, sin manchas; raíces limpias, vivas y nuevas, que adoptan la forma de un cepellón; floración saludable, sin manchas por enfermedades fungosas.

El comercio de orquídeas en México

Comercio legal

Las estadísticas de producción, exportaciones e importaciones de orquídeas para México, son escasas y no están bien documentadas. Se reportan datos de las áreas de producción, y su valor para otros cultivos tradicionales, tales como gladiola (*Gladiolus* sp.) y crisantemo (Tejeda-Sartorius y Arévalo-Galarza, 2012). En tanto, las cifras del comercio legal de orquídeas propagadas artificialmente, son poco conocidas, y desafortunadamente, la principal forma de comercializarlas es ilegalmente.

Comercio ilegal

El comercio ilegal es frecuente y notorio a nivel nacional (Figura 5). Por ejemplo, es común encontrar en las calles de estados del sureste y centro del país, personas ofreciendo plantas de orquídeas provenientes de la vida silvestre a bajos precios.



Figura 5. Comercio ilegal de orquídeas en estados del sureste y centro de México.

Pero también es común encontrar tianguis o mercados de flores establecidos, que comercializan cientos o miles de estas plantas. Así como también se sabe, a través de habitantes de localidades indígenas con bosque mesófilo de montaña, la existencia de cargamentos de plantas en camiones, tanto de orquídeas, como de bromelias (Bromeliaceae). También se han hecho estudios exploratorios donde se advierte la venta de orquídeas silvestres *on-line* en dichas regiones.

En los últimos diez años se está documentando metódicamente el comercio ilegal de orquídeas en México. Flores-Palacios y Valencia-Díaz (2007) reportaron que en un punto de venta ilegal de plantas vasculares en Xalapa, Veracruz, México, Orchidaceae fue la familia más comercializada (81%) de las ventas. Los autores encontraron que 27 especies de las comercializadas fueron epífitas, donde 16 de ellas fueron orquídeas en peligro de extinción (P) y nueve en la categoría sujetas a protección especial (Pr), según la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT, 2010). Asimismo, Munguía-Lino *et al.* (2010) reportaron que de 131 especies comercializadas en el mercado de la flor de Tenancingo y Jamaica, México, Orchidaceae fue la familia más representativa en cuanto a géneros y especies, y registraron dos en la categoría Pr. Asimismo, Cruz-García *et al.* (2015) reportaron 37 especies de orquídeas en venta por grupos étnicos, la mayoría de especies endémicas, en un mercado de Tlaxiaco, Oaxaca.

En México, las leyes prohíben el comercio y tráfico ilegal de orquídeas, pero en este documento no se intenta poner al descubierto a la gente del ámbito rural que vive en lugares con riqueza de orquídeas, y pobreza socioeconómica. Es un llamado a la unidad por la conservación de los recursos naturales, donde todos los actores de la sociedad juegan un papel clave. La sobregulación del manejo de orquídeas silvestres para un sector, y la desprotección e impunidad en el tráfico de orquídeas para otros, contraponen intentos de respeto a los recursos naturales por los grupos comprometidos y responsables. Las leyes deben considerar que la multiplicidad de etnias en el país suscita diferentes tradiciones socio-culturales y religiosas que promueven el uso local de orquídeas. Y es que si bien hay especies que se consideran extintas en la naturaleza, éstas se conocen y podrían rescatarse, gracias, por un lado, a la conservación de las especies en los traspacios de las casas (Montemayor, 2007; López-González *et al.*, 2012). Asimismo, reconocer que la propagación de especies en invernaderos rústicos, además de ser una alternativa para las familias de escasos recursos económicos, reduce la presión de extracción de las poblaciones silvestres (Menchaca y Moreno, 2012).

Conservación de orquídeas. El caso de la divulgación de la ciencia

En México, la conservación de orquídeas se propone, intenta y hace a diferentes niveles y con distintos resultados. Desde estudios científicos y ecológicos (Hágsater *et al.*, 2005) y técnicas biotecnológicas, tales como la micropropagación *in vitro* y criopreservación del germoplasma (Pedraza, 2012). Un caso exitoso se relaciona con *Bletia urbana* (P), especie de orquídea de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Ciudad de México. Para su conservación se aplicaron protocolos de germinación de semillas *in vitro*, cultivo de tejidos, aclimatación y reintroducción de plantas a dicha Reserva

(Ortega-Larrocea *et al.*, 2009). Hasta trabajos donde se involucra a la sociedad, de la región del Soconusco, Chiapas, México, integrando a las comunidades rurales en la conservación y restauración *in situ* y *ex situ* de poblaciones remanentes de orquídeas, a través de la creación de orquidarios comunitarios, germinación de semillas, y artesanías, usando las flores de orquídeas (Damon y Solano, 2012). Otro ejemplo es la conservación de orquídeas en un municipio de Puebla, México, mediante un catálogo de orquídeas silvestres y propuesta de un orquidario comunitario (Pérez, 2011). Tanto la micropropagación como la comercialización para el uso sostenible de las orquídeas, puede realizarse a través de unidades de gestión medioambiental certificado (UMA) (Menchaca y Moreno, 2012). Sin embargo, muchos orquideólogos coinciden en que el aspecto más importante para la conservación de orquídeas, es la conservación de los hábitats (Hágsater y Dumont, 1996). La mayor fuerza y plan de defensa de los recursos radica en la gente local. Las estrategias locales y planes nacionales deben apuntar al uso sustentable de orquídeas y los hábitats donde convivan, como ya se mencionó, a través de UMA's, lo que permitirá disminuir la presión que ejerce la recolección sobre sus poblaciones. El Plan de Acción para Orquídeas, entre otras cosas, considera que la educación sobre éstas debe ser abierta al público general (Hágsater y Dumont, 1996).

Tomando en cuenta lo anterior, otra de las formas efectivas y que pueden promover mayor sensibilidad en la sociedad, son las actividades de divulgación de la ciencia, y algunos ejemplos son la realización de talleres en comunidades socialmen-

te marginadas, folletos o libros, así como congresos y simposios. Por ejemplo, en un Simposio se abordaron tópicos relacionados con el Bosque de Niebla y Orquídeas, con la filosofía de que *sin el bosque, la diversidad de orquídeas tiende a agotarse, por más grandes que sean los intentos de conservación ex situ*. Dicho Simposio se realizó en Huatusco, Veracruz, ciudad asentada en un bosque mesófilo de montaña (bosque de niebla), donde la participación activa de la gente local reflejó la necesidad que tienen de aprender, ser considerados y guiados (Figura 6), evidenciando que el proceso de educación es fundamental para las acciones de conservación del bosque y sus orquídeas.

CONCLUSIONES

LOS hábitats van desapareciendo a ritmos acelerados y las acciones de conservación son discretas. La conservación de bosques y orquídeas será una realidad cuando cierto segmento de la sociedad de países desarrollados deje de aprovecharse de las necesidades materiales de la sociedad de países en desarrollo, pero principalmente, cuando la gente de estos países, la que posee los recursos naturales, emprenda múltiples acciones para lograr la conservación de su entorno. En México, los grupos étnicos comprenden muy bien el significado de lo anterior, pero el descontrol del enfoque ecosistémico y descomposición del tejido social, promovido por leyes mal aplicadas y corrupción en todos los niveles, muchas veces no les deja más alternativas que hacer uso de sus recursos más medios para sobrevivir.

Asimismo, en nuestro país, la conservación de bosques y orquídeas



Figura 6. Actividades de divulgación de la ciencia para la conservación de bosques y orquídeas. Simposio "El bosque de niebla y sus orquídeas. Conservación y sustentabilidad". El Simposio incluyó: ponencias de expertos en tópicos del Simposio, Expo Fotografía de Naturaleza, Recorrido de Campo por un relicto de bosque de niebla del Centro Regional Universitario Oriente (CRUO), de la Universidad Nacional Autónoma de Chapingo (UACH), así como actividades culturales.

podría ser también una realidad cuando las instituciones académicas y gubernamentales logren una sinergia y se fijen metas en común por salvaguardar la riqueza natural que nos pertenece como nación. El gobierno debe destinar más presupuesto a la investigación, no sólo de orquídeas, sino de

otros taxa, así como a la restauración de los bosques; y la sociedad debería aprender a exigirlos. En México, existen 176 Áreas Naturales Protegidas, proyectos individuales o de organizaciones y acciones locales, pero son pocos frente a la acelerada destrucción del hábitat, el tráfico ilegal y la falta de conocimiento de la importancia de la conservación de orquídeas. Se debe trabajar intensamente en diferentes técnicas de conservación *in situ* y *ex situ*, y fortalecer la concientización de la sociedad.

LITERATURA CITADA

- Bahadur M.R., Bahadur R. B., Timsina B., Münzbergová Z. 2013. An annotated checklist of the orchids of Nepal Nordic. *Journal of Botany* 31: 511–550.
- Barros, F. de; Vinhos, F.; Rodrigues, V.T.; Barberena, F.F.V.A.; Fraga, C.N.; Pessoa, E.M.; Forster, W.; Menini Neto, L.; Furtado, S.G.; Nardy, C.; Azevedo, C.O.; Guimarães, L.R.S. *Orchidaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB179>>. Fecha de consulta: octubre 2016.
- Budiharta S., Didik Widyatmoko, I rawati, Harry Wiradinata Rugayah, Tukirin P artomihardjo, I smail, Tahan Uj i, Ary Prihardhyanto Keim and Kerrie A. Wilson. 2011. The processes that threaten Indonesian plants fauna & flora International. *Oryx* 45(2): 172–179.
- Cardoso J.C., Teixeira, da Silva J. A., Vendrame Wagner A. 2 0 1 6. Impacts of deforestation on some orchids of São Paulo State, Brazil. *Natureza & Conservação* 14(1): 28-32.
- Canadell J., Noble I. 2001. Challenges of a changing Earth. *Trends in Ecology & Evolution* 16 (12): 664-666.
- CITES World. 2002. Official Newsletter of the Parties. Convention on international Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES), 9: 1-16.
- CONABIO. 2009. Riqueza natural. <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/riquezanat.html>. Fecha de Consulta: Fecha de consulta: septiembre 2016.
- CITES. 2013. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Numbers of species listed in the CITES Appendices <https://cites.org/eng/disc/species.php>). Fecha de consulta: octubre 2016.
- Cribb P.J., Kell S.P., Dixon K.W., Barrett R.L. 2003. Orchid conservation: a global perspective. En: K.W. Dixon, S.P. Kell, R.L. Barrett and P.J. Cribb (eds). *Orchid conservation*. 1-24 pp.
- Damon B.A.A., Solano G.R. 2012. Orquidarios comunitarios en el Soconusco, Chiapas: retos, avances y realidades. En: Téllez V.M.A.A. (ed.) *Conservación de orquídeas en México*. UNAM. México. 72-78 pp.
- García-Cruz L., Carreón G.J., Hernández Valdés J., Aguilar Fuentes J.A., Ferrusca F.J.R., Morales Flores M.L., García Estrada E. 2015. Gobernanza de la vida sociopolítica. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2: 77-80.
- Dressler R.L. 1993. *Phylogeny and Classification of the Orchid Family*. Dioscorides Press, Portland, Oregon. USA. Pp. 8-9.
- Dressler R.L. 2005. How many orchids species? *Selbyana* 26: 155-158.
- 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* 26: 223-232.
- From M. M., Gouveia T., Rajaonarivelo J.F., Friedman S., Logeman D., Ravoniarison N. 2005. Conserving Orchids in the Eastern Rain Forest of Madagascar: An Integrated Approach to Linking Local Residents and Biotechnology. *Selbyana* 26(1/2): 89-91.
- Giulietti A. M., Harley R.M., Paganucci De Queiroz L., Wanderley M.G.L., Van Den Berg C. 2005. Biodiversity and Conservation of Plants in Brazil. *Conservation Biology* 19(3): 632-639.
- González-Espinosa M., Meave J.A., Ramírez-Marcial N., Toledo-Aceves T., Lorea-Hernández F.G., Ibarra-Manríquez G. 2012. Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas* 21 (1-2): 36-52.
- Griesbach R.J. 2002. Development of Phalaenopsis Orchids for the Mass-Market. En: J. Janick and A. Whipkey (eds.). *Trends in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA.
- Hägsater E., Soto Arenas, M. A. 1998. Orchid conservation in Mexico. *Selbyana* 19(1): 15-19.
- Hagsater E., Dumont V. 1996. Orchids: status survey and conservation action plan. Gland y Cambridge: Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses Ressources, 157 p.
- Haken J. 2011. Transnational crime in the developing world. *Global financial integrity*. http://www.gfintegrity.org/wpcontent/uploads/2014/05/gfi_transnational_crime_high-res.pdf Fecha de consulta: octubre 2016.
- Hanks G. 2015. A review of production statistic for the cut-flower and foliar sector 2015 (part of AHDB Horticulture funded project PO BOF 002a). The National Cut Flower centre.
- Huang H. 2011. Plant diversity and conservation in China: planning a strategic bioresource for a sustainable future. *Botanical Journal of the Linnean Society* 166, 282-300.
- Hew C.S., Yong J.W.H. 2004. The physiology of tropical orchids in relation to the industry. 2nd. Ed. World Scientific. New Jersey (pp. 1-10).
- Hinsley A., Verissimo D., Roberts D.L. 2015. Heterogeneity in consumer preferences for orchids in international trade and the potential for the use of market research methods to study demand for wildlife. *Biological Conservation* 190: 80-86.
- Hinsley A., Lee T.E. Harrison J.R., Roberts D.L. 2016. Estimating the extent and structure of trade in horticultural orchids via social media. *Conservation Biology* 30(5): 1038–1047.
- López-González J.L., Damián-Huato M.A., Álvarez-Gaxiola F., Parra-Inzunza F. Zuluaga-Sánchez G. 2012. La economía de traspatio como estrategia de supervivencia en San Nicolás de los Ranchos, Puebla, México. *Revista de Geografía Agrícola*. 48-49/51-62.
- Liu H., Yi-Bo L., Heinen J., Mahadev B., Zhong-Jian L. 2014. Eat your orchid and have it too: a potentially new conservation formula for Chinese epiphytic medicinal orchids. *Biodiversity and Conservation* 23:1215–1228.
- Liu Q., Chen J., Corlett R.T., Fan X., Yu D., Yang H., Gao J. 2015. Orchid conservation in the biodiversity hotspot of southwestern China. *Conserv. Biol.* 29(6):1563-1572.
- Menchaca G.R.A., Moreno M.D. 2012. La importancia de las Unidades de Manejo Ambiental en la conservación de las orquídeas mexicanas, un ejemplo. 2012. En: Téllez V.M.A.A. (ed.) *Conservación de orquídeas en México*. UNAM. México. 284-288 pp.
- Montemayor M. 2007. El traspatio, un recurso local en los servicios de turismo rural familia. Una alternativa de desarrollo sustentable municipal. *México TURyDES*, 1(1):1-32.
- Munguía-Lino G., Vázquez-García L.M., López-Sandoval J.A. 2010. Plantas silvestres ornamentales comercializadas en los mercados de la flor de Tenancingo y Jamaica, Mexico. *Polibotánica Núm.* 29, pp. 281-308.

- Myers M., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., da Fonseca G.A.B., Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853- 858.
- Nájar A. 2011. México pierde a sus orquídeas. BBC Mundo, Ciudad de México. http://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/10/111006_orquidea_mexico_extincion_an.shtml#page-to Fecha de consulta: noviembre 2016.
- Nanakorn W., Indharamusika S. 1998. Ex-situ Conservation of Native Thai Orchids at Queen Sirikit Botanic Garden. *Pure Appl. Chem.* (70) 11. <http://www.iupac.org/symposia/proceedings/phuket97/nanakorn.html> Fecha de consulta: septiembre 2016.
- Neng Ch. Y. 2010. Orchid smugglers and the use of biotechnology to combat them. *AsPac J. Mol. Biol. Biotechnol* 18 (1): 175-179.
- Orejuela-Gartner J.E. 2012. Orchids of the cloud forests of southwestern Colombia and opportunities for their conservation. *European Journal of Environmental Sciences.* 2(1): 19-32.
- Ortega-Larrocea MP., Martínez Palacios A., Chávez- Avila V.M. 2009. Conservación y propagación de orquídeas. 2009. En: Lot.A. y Cano-Santana Z. (eds.). Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Angel. UNAM. México, 483-496.
- Palma M. A., Yu-Jen C., Hall Ch., Bessler, D., Leatham D. 2010. Consumer Preferences for Potted Orchids in the Hawaiian Market. *HortTechnology.* 20(1): 239-244.
- Pedraza S.M.E. 2012. Importancia de las técnicas de cultivo *in vitro* para la preservación de orquídeas. En: Téllez V.M.A.A. (ed.). Conservación de orquídeas en México. UNAM. México. 148-154 pp.
- Pérez G.V. 2011. Conservación de Orquídeas en el municipio de Jonotla, Puebla mediante la creación de un catálogo de orquídeas silvestres y la propuesta para el establecimiento de un orquidario comunitario municipal. Tesis profesional Ingeniero en Recursos renovables. Chapingo, México.
- Roberts D. L., Dixon K. W. 2008. Orchids. *Current Biology* 18(8): 325–329.
- SEMARNAT, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059- 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, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre del 2010.
- Sanz D. 2011. México se queda sin orquídeas. <http://medioambientales.com/mexico-se-queda-sin-orquideas/> Fecha de consulta: diciembre 2016.
- Siregar C. 2008. Exploration and Inventory of Native Orchid Germplasm in West Borneo, Indonesia. *HortScience*, 43(2), 554-557.
- Subedi, A., Kunwar B., Choi Y, Dai Y., Van Andel T., Chaudhary R.P., de Boer H.J. Gravendeel B. 2013. Collection and trade of wild-harvested orchids in Nepal. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9 (64): 1-10.
- Swarts N.D., Dixon K.W. 2009. Perspectives on orchid conservation in botanic gardens. *Trends in Plant Science* 14 (11): 590-598.
- Tejeda-Sartorius O., Arévalo-Galarza M.L. 2012. La floricultura, una opción económica rentable para el minifundio mexicano. *Agroproductividad.* 5(3):11-19.
- Thammasiri, K. 2008. Cryopreservation of some Thai orchid species. *Acta Hort.* 788: 53-62.
- Xia, Y., Deng X., Zhou, P., Shima K., Teixeira da Silva. 2006. The world floriculture industry: dynamics of production and markets. *Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology*, 4:336-347.
- Yam T.W., Chua J., Tay F., Ang P. 2010. Conservation of the native orchids through seedling culture and reintroduction-a Singapore experience. *Bot. Rev.* 76:263–274.



LA FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA Y SU EFECTO EN LA COMUNIDAD DE ORQUÍDEAS (Orchidaceae)

FRAGMENTATION OF THE CLOUD FOREST AND ITS EFFECT ON THE ORCHID COMMUNITY (ORCHIDACEAE)

García-Franco, J. G.

Instituto de Ecología, A.C. Antigua Carretera a Coatepec No. 351, El Haya, 91070 Xalapa, Veracruz, México. Tel. +52 (228) 84 21800.

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

RESUMEN

La fragmentación de los bosques está considerada como la principal causa de pérdida de biodiversidad y cambios ambientales. El bosque de niebla contiene cerca de 50% de todas las especies de orquídeas registradas para México, sin embargo, este tipo de vegetación ha sido sujeto a una intensa perturbación, lo que ha impactado en su diversidad, poblaciones e interacciones de polinización. A pesar de lo anterior no hay estudios suficientes que permitan entender cómo afecta este proceso a la comunidad de orquídeas. Este escrito describe algunos de los efectos de la fragmentación en la diversidad de epífitas y orquídeas, su interacción mutualista de polinización, tratando de incorporar los estudios realizados en el bosque de niebla de México.

Palabras clave: Perturbación, diversidad, poblaciones, polinización, hibridación.

ABSTRACT

Forest fragmentation is considered the main cause of biodiversity loss and environmental changes. The cloud forest contains close to 50% of all the species of orchids found in México; however, this type of vegetation has been subject to intense disturbance, which has impacted its diversity, populations and pollination interactions. Despite this, there have not been enough studies to allow understanding how this process affects the communities of orchids. This article describes some of the effects of fragmentation on the diversity of epiphytes and orchids, their mutualistic pollination interaction, trying to incorporate the studies carried out in the cloud forests of México.

Keywords: perturbation, diversity, populations, pollination, hybridization.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 6, junio, 2017, pp: 13-18.

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

INTRODUCCIÓN

Las perturbaciones naturales son eventos que modifican los ecosistemas, son puntuales en el tiempo y el espacio, así como variables en frecuencia y magnitud (como caídas de ramas, deslaves, huracanes, erupciones, etcétera); y los cambios que producen en el medioambiente son motor de evolución y adaptación de los organismos y de la amplia diversidad del planeta. En cambio las perturbaciones antrópicas actúan de manera continua y con gran magnitud al transformar y reducir el área de los ecosistemas naturales, produciendo discontinuidad del hábitat. Al fraccionarse la superficie de los bosques se generan remanentes de diferente tamaño y aislamiento que presentan cambios en el microclima (radiación, temperatura, viento, humedad del aire y suelo) (Lojevoy *et al.*, 1986; Saunders *et al.*, 1991). Los fragmentos son rodeados por una matriz abierta, así que sus límites o bordes son el área más alterada, y los efectos del borde pueden alcanzar buena parte del interior (Williams-Linera *et al.*, 1998; Laurance, 2000). Con el cambio en la estructura de la vegetación, la temperatura es más alta en el día y baja en la noche, cambian la interceptación de la lluvia y aumenta el flujo e intensidad del viento, lo que ocasiona daño físico y desecación en la vegetación (Saunders *et al.*, 1991; Laurance *et al.*, 2002). Debido a lo anterior, inicia un proceso de ganancia-pérdida de biomasa por cambios en la tasa de crecimiento y mortandad de todas las plantas presentes en los fragmentos, esta última, en árboles principalmente (Laurance *et al.*, 1997). La fragmentación del hábitat está considerada la causa principal de pérdida de biodiversidad, extinción de especies y interrupción de procesos ecológicos (Saunders *et al.*, 1991; Laurence *et al.*, 2002). Se ha visto que ese cambio ambiental tiene múltiples efectos en la supervivencia, establecimiento, composición, y estructura de las poblaciones de plantas y animales (Hobbs y Yates 2003); aunque el impacto varía entre especies en función de su historia de vida, requerimientos del hábitat, el tamaño, forma y edad del fragmento, y el paisaje circundante (Winfree *et al.*, 2011). A pesar de la importancia que esto representa, faltan muchos estudios en algunos ecosistemas importantes y vulnerables a la fragmentación, como el bosque de niebla (por su alta diversidad, reducida extensión y alta presión de cambio de uso de suelo) (Williams-Linera, 2007). Este ecosistema, ocupa menos del 1% del territorio nacional, ya que ha sido sujeto a grandes presiones de cambio de uso de suelo, que han transformado casi 90% de la superficie originalmente ocupada por BMM, en zonas urbanas, agrícolas, ganaderas y agroforestales (Williams-Linera *et al.*, 2002). Sin embargo, contiene gran diversidad de flora y fauna, con un alto grado de endemismo (Rzedowski, 1996), en donde ciertos grupos de plantas, como las epífitas, y entre ellas las orquídeas son muy diversas entre 50% y 60% de las especies conocidas en México se encuentran en el bosque de niebla (IUCN/SSC, 1996), pero también altamente vulnerables a su transformación. Estas plantas presentan diversas y excepcionales adaptaciones morfológicas y fisiológicas al medioambiente, una enorme gama de interacciones bióticas, y muchas de las especies tienen una distribución restringida, con poblaciones poco frecuentes y reducidas haciéndolas potencialmente susceptibles (Swarts y Dixon, 2009).

Las plantas epífitas son un grupo diverso y abundante en regiones tropicales y particularmente vulnerables a la pérdida de cobertura vegetal por fragmentación debido a su dependencia directa de los árboles para su existencia (Hietz, 2005). Inmediatamente después de la fragmentación, los árboles remanentes contienen gran diversidad y composición de epífitas, que cambia con las nuevas condiciones ambientales (Hernández-Pérez y Solano, 2015). Se ha visto que árboles remanentes en pastizales contienen igual número de especies de epífitas que aquellos del bosque pero con una composición diferente, con especies resistentes a condiciones de mayor insolación, temperatura y luz; además de que el número de epífitas por unidad de área es menor en el pastizal (Hietz-Seifert *et al.*, 1996; Flores-Palacios y García-Franco, 2004). Se conoce que el número de especies de orquídeas epífitas habituadas a las zonas más húmedas con menos radiación se reducen con la fragmentación (Hietz, 2005; Acebey *et al.*, 2003), mientras que aquellas que normalmente habitan en las ramas más expuestas a la luz y la desecación son favorecidas (Hietz y Hietz-Seifert, 1995; Hágsater *et al.*, 2005). Varios trabajos sugieren que algunas orquídeas epífitas pueden existir en esos hábitats transformados ya que tienen gran tolerancia ecológica (Williams-Linera *et al.*, 1995; Flores-Palacios y García-Franco, 2008), como algunas especies de géneros como *Lepanthes* y *Stelis* (Salazar-Chávez y Soto-Arenas, 1996). Hietz *et al.* (2006) registraron la densidad de tres especies de orquídeas en un sitio perturbado y en uno no perturbado dentro de un fragmento de bosque de neblina. En particular *Jaquiniela leucomelana* tuvo una

densidad no muy diferente en los dos sitios (1267 y 1457 individuos ha^{-1} , respectivamente), en cambio la densidad de *Jaquiniella teretifolia* se redujo en el sitio perturbado (78 individuos de 1207) y *Lycaste aromatica* simplemente no estuvo presente (0 individuos de 157). Por otro lado, *Artorima erubescens* y algunas especies de los géneros *Prosthechea* y *Rhynchostele* (*R. maculata* la más abundante) se han registrado como abundantes en bordes de fragmentos en bosques de niebla de Oaxaca (Hernández-Pérez y Solano, 2015). Sin embargo, otros estudios indican que cuando los cambios son drásticos en el tiempo y en el espacio puede ocurrir la extinción local de orquídeas epífitas en ciertos hábitats (Jacquemyn *et al.*, 2005). La reducción y el aislamiento del bosque, resulta en cambios demográficos y genéticos en las poblaciones; así, las tasas de germinación, reclutamiento, crecimiento y mortalidad se modifican; pero en estas dos últimas la respuesta puede ser diferente según la categoría de edad o tamaño de los individuos (Benítez-Malvido y Martínez-Ramos, 2003).

Los siguientes estudios muestran un poco de lo que se sabe de la demografía de las orquídeas, tanto epífitas como terrestres, ambas formas de crecimiento vulnerables a las alteraciones del hábitat. Por un lado, Zotz (1998) estudio la demografía de *Dimerandra emarginata*, una orquídea epífita, y encontró alta producción de semillas pero bajo reclutamiento y alta mortalidad de individuos pequeños, tal vez debido a desecación por variaciones climáticas estacionales, pero una vez que superan esa categoría de desarrollo su longevidad puede alcanzar 40-50 años en función del sustrato donde viven. Autores como Juárez *et al.* (2014) estudiaron la orquídea terrestre *Cyclopogon luteoalbus* en dos fragmentos de bosque nuboso. Las orquídeas terrestres son muy particulares ya que tiene la capacidad de permanecer latentes vegetativamente (dormancia) cuando las condiciones se deterioran (Kéry y Gregg, 2004), lo que puede tener impactos demográficos importantes. Los autores registraron que las poblaciones no son demográficamente viables, debido al bajo reclutamiento y distribución agregada de los individuos que reduce el flujo génico; pero concluyen que para conocer el efecto demográfico de la dormancia se requieren estudios a más largo plazo. La teoría genética señala que el aislamiento y reducción en el tamaño de la población reduce la variación genética e incrementa la divergencia entre poblaciones, con lo que se altera la adecuación



y viabilidad de las poblaciones remanentes con efectos evolutivos a largo plazo (Chung *et al.*, 2014). En poblaciones pequeñas y aisladas se puede presentar un incremento en la endogámica o depresión exogámica y una reducción del flujo génico (Raijmann *et al.*, 1994; Young *et al.*, 1996; Nason y Hamrick, 1997). A la fecha poco se sabe de los efectos de la fragmentación en la diversidad genética de orquídeas, ya que muchos resultados son contradictorios. Por ejemplo, no se han visto diferencias significativas en la diversidad genética entre poblaciones en fragmentos y sitios sin perturbación. Vargas *et al.* (2006) registraron la diversidad genética entre ocho poblaciones remanentes de *Myrmecophila christinae* (Orchidaceae) en dunas de Yucatán, con distintas densidades de individuos y flores, y diferentes tiempos de perturbación; sin embargo sus resultados muestran que no hubo diferencias en sus características genéticas (diversidad genética, frecuencia alélica, etcétera). De igual forma, Murren (2003) estudio los efectos de la fragmentación en la diversidad y la diferenciación genética de *Catasetum viridiflavum*, y registró valores similares en los parámetros genéticos (porcentaje de loci polimórficos, variabilidad genética, etcétera) en un bosque continuo y uno fragmentado; sin embargo, Chung *et al.* (2014) estudiando a *Cymbidium goeringii*, reportaron que la fragmentación reduce el polimorfismo y la diversidad alélica. Estas contradicciones pueden deberse a que para algunas especies con poblaciones naturalmente pequeñas e individuos dispersos, el efecto de la fragmentación puede tomar más tiempo en expresarse.

La fragmentación puede resultar en cambios negativos en la funcionalidad de las interacciones, tales como los mutualismos planta-polinizador (Jennerston, 1988; Aizen and Feinsinger, 1994b; Murren, 2002; Ashworth *et al.*, 2004), y especialmente aquellos con invertebrados (Winfrey *et al.*, 2011). Como se ha señalado, uno de los problemas que enfrentan las comunidades fragmentadas es la pérdida de conectividad, lo que incrementa el aislamiento y cambios en la diversidad, lo que reduce las oportunidades de que reciban visitas de los polinizadores (Jennerston, 1988; Llorens *et al.*, 2012). Las orquídeas, presentan gran diversidad de morfología floral y estrategias de atracción de polinizadores, ya que alrededor de 97% de sus especies requieren de un vector para la fecundación de las flores (principalmente invertebrados), aunque un tercio de las especies de orquídeas

(6500-9000) no ofrece ninguna recompensa (Johnson y Nilsson, 1999; Renner, 2006; Jersáková *et al.*, 2006). Lo anterior resalta, la importancia que representa para su subsistencia el mantenimiento de las interacciones con sus polinizadores. A nuestro conocimiento, no hay trabajos realizados sobre el efecto de la perturbación de los bosques de niebla en la reproducción de las orquídeas. Sin embargo, en otros ecosistemas se han realizado trabajos que muestran las respuestas que potencialmente pueden expresarse cuando se realicen estudios con las orquídeas de este ecosistema. Parra *et al.* (2000) estudiando el efecto de la perturbación en la reproducción de *Oncidium ascedens*, encontraron que tanto la adecuación masculina (remoción de polinios), como la femenina (producción de frutos), fue menor en los sitios perturbados en comparación con los conservados durante los tres años consecutivos que duro el estudio. Newman *et al.* (2013), estudiaron en ambientes urbanos perturbados cuatro especies de orquídeas seleccionadas por su abundancia y sistemas de atracción de polinizadores diferentes, *Caladenia arenicola* (engaño sexual), *Caladenia flava* (engaño alimenticio), *Diuris magnifica* (engaño alimenticio), y *Pterostylis sanguinea* (visitada por moscos atraídos por hongos). A través de polinizaciones manuales se obtuvo un mayor número de frutos en comparación con la polinización natural, y aunque la respuesta fue diferente entre los sistemas de polinización, se sugiere baja actividad de polinizadores debido a la fragmentación y perturbación. Carmona-Díaz y García-Franco (2009) exploraron el sistema de engaño, mimetismo batesiano, en *Oncidium cosymbephorum* (Oc), planta que mimetiza las flores

de *Malpighia glabra* (Malpighiaceae) (Mg). El funcionamiento de este sistema de polinización depende de que la frecuencia de las flores de la especie que no ofrece recompensa (imitante), sea menor que la frecuencia de la especie que si ofrece recompensa (modelo) (Roy y Widmer, 1999). Con esa base, Carmona-Díaz y García-Franco (2009) seleccionaron grupos naturales y experimentales de plantas (Oc+Mg y Oc-Sin Mg) y registraron los frutos durante dos años consecutivos. Los resultados evidenciaron que *O. cosymbephorum* requiere estar cerca de plantas de *M. glabra* para su reproducción, ya que las orquídeas lejos de los plantas de *M. glabra*, no produjeron frutos. En ambientes fragmentados los sistemas de polinización tan especializados como los de *C. arenicola* y *O. cosymbephorum* podría estar en mayor riesgo al reducirse la abundancia de las especies de fauna y flora que facilitan y logran su reproducción.

Otros factores, como el aislamiento de los fragmentos, altera la capacidad de movimiento de la fauna. Se ha observado que la riqueza de especies de insectos disminuye notablemente en los fragmentos, y que el movimiento de algunos polinizadores se ve fuertemente afectado. Esto se refleja en la comunidad vegetal, induciendo un aumento en los niveles de auto-polinización y el apareamiento entre individuos emparentados. Los sistemas especializados planta-polinizador son sensibles a cualquier tipo de perturbación (Powell y Powell, 1987; Aizen y Feinsinger, 1994a, b; Quesada *et al.*, 2004; Aguirre y Dirzo, 2008). En fragmentos pequeños y aislados el flujo de polen mediado por las interacciones planta-polinizador puede verse afectado (Bawa, 1990; Quesada *et al.*, 2004); por consiguiente la producción de frutos y semillas es afectada negativamente, tanto en la cantidad como en la calidad de su progenie.

Todos estos efectos en los ecosistemas producto de la fragmentación pueden traer nuevas consecuencias ecológicas y evolutivas si ocurre deposición de gametos masculinos (polen o polinios) entre diferentes especies, y con ello la generación de híbridos. La hibridación natural es un proceso común en una gran cantidad de organismos (Arnold, 1992) y se le reconoce como un motor importante en la evolución vegetal ya que incrementa la variación genética y con ello el potencial adaptativo (Marques *et al.*, 2007). Las combinaciones exitosas han generado especiación y la ocupación de nuevos nichos. Mecanismos de pre y post cigóticos limitan la hibridación (Wendt *et al.*, 2001; 2002; 2008); sin embargo la simpatria, cercanía filogenética y traslape fenológico, requerimientos de los mismos polinizadores y cambios de sus patrones de forrajeo pueden potenciar la formación de híbridos en los ecosistemas (Ramírez-Rosas, 2013). En orquídeas la hibridación se ha utilizado en múltiples ocasiones para enaltecer características florales desde el punto de vista ornamental. Sin embargo, también se ha identificado la generación de híbridos en los sistemas naturales (Marques *et al.*, 2014). Pérez-García y Hågsater (2012) resaltan que en sus exploraciones en la región de Nizanda, Oaxaca encontraron plantas con rasgos diferentes a los reconocidos en el género *Encyclia* de la zona; y después de un análisis consideran que es un híbrido natural entre *E. nizandensis* y *E. hanburyi*. En el género *Encyclia* es muy común la generación de híbridos (Dressler y Pollard, 1974) y se han descrito al menos 14 (Pérez-García y Hågsater, 2012). Marques *et al.* (2014) señalan que

Epidendrum nadsenii y *E. rhopalostele* puede formar híbridos a lo largo de las zonas de hibridación definidas, aunque también pueden participar otras especies co-genéricas. Dependiendo de su simpatria, abundancia y tiempo de entrecruzamiento es posible que los híbridos se entrecrucen con sus especies parentales generando "impurezas" en las especies (Marques et al., 2014).

CONCLUSIONES

Muchos de los aspectos descritos anteriormente producto de la fragmentación no están bien estudiados en el bosque de niebla y en particular en orquídeas. Actualmente se realiza un estudio en la zona montañosa centra de Veracruz, México, donde se pretende explorar la diversidad, morfología y reproducción de algunas especies de orquídeas originalmente presentes en el bosque de niebla (N. Alzate com. pers.). Sin embargo, considerando que en muchos casos las respuestas han sido contradictorias y que potencialmente los resultados obtenidos pueden cambiar en el tiempo por la dinámica de las especies en esas nuevas condiciones de fragmentación, se requiere hacer un mayor número de estudios abarcando aspectos poblacionales y de comunidades que permitan entender mejor este proceso de pérdida de ecosistemas para una eventual recuperación de los procesos por restauración (herbivoría, dispersión de semillas, competencia, etcétera).

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Olga Tejada Sartorius y a la M. en C. Ma. de los A. Aída Téllez Velasco por la invitación a participar en el "Simposio El bosque de niebla y sus orquídeas. Conservación y sustentabilidad". También a todas las personas que han dedicado una parte o gran parte de su vida al estudio del bosque de niebla, su distribución, características y de las especies que lo habitan, así como por sus esfuerzos por conservarlo.

LITERATURA CITADA

- Acebey A., Gradstein S.R., Krömer T. 2003. Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 19: 9-18.
- Aguirre A., Dirzo R. 2008. Effects of fragment size on pollinator's abundance and reproductive success of *Astrocaryum mexicanum*, a dominant understory palm in a Mexican tropical forest. *Biological Conservation* 141: 375-384.
- Aizen M., Feinsinger P. 1994a. Forest fragmentation, pollination and plant reproduction in Chaco Dry Forest Argentina. *Ecology* 75: 330-351.
- Aizen M. A., Feinsinger P. 1994b. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honeybees in Argentina "Chaco Serrano". *Ecological Applications* 4: 378-392.
- Arnold M. 1992. Natural hybridization as an evolutionary process. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23:237-261.
- Ashworth L., Aguilar R., Galetto L., Aizen M. 2004. Why do pollination generalist and specialist plant species show similar reproductive susceptibility to habitat fragmentation? *Journal of Ecology* 92: 717-719.
- Bawa K. S. 1990. Plant-pollinator interaction in tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 399-422.
- Benítez-Malvido, J., Martínez-Ramos M. 2003. Influence of edge exposure on tree seedling species recruitment in tropical rain forest fragments. *Biotropica* 35: 530-541
- Carmona-Díaz G., García-Franco J.G. 2009. Reproductive success in the Mexican rewardless *Oncidium cosymbephorum* (Orchidaceae) facilitated by the oil-rewarding *Malpighia glabra* (Malpighiaceae). *Plant Ecology* 203: 253-261.
- Chung M. Y., Nason J.D., López-Pujol J., Yamashiro T., Yang B.-Y., Luo Y.-B., Chung M. G. 2014. Genetic consequences of fragmentation on populations of the terrestrial orchid *Cymbidium goeringii*. *Biological Conservation* 170: 222-231.
- Dressler R.L. y Pollard G.E. 1974. El Género *Encyclia* en México. Asociación Mexicana de Orquideología, A.C. México, D.F.
- Flores-Palacios A., García-Franco J.G. 2004. Effect of isolation on the structure and nutrient content of oak epiphyte communities. *Plant Ecology* 173: 259-269.
- Flores-Palacios A., García-Franco J.G. 2008. Habitat isolation changes the beta diversity of the vascular epiphyte community in lower montane forest, Veracruz, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 17: 191-207.
- Hågsater E., Soto M. A., Salazar G. A., Jiménez R., López M., Dressler R. L. 2005. Las orquídeas de México. Instituto Chinoín, A.C. México, D.F.
- Hernández-Pérez E., Solano E. 2015. Effects of habitat fragmentation on the diversity of epiphytic orchids from a montane forest of southern Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 31:103-115.
- Hietz P. 2005. Conservation of vascular epiphyte diversity in Mexican coffee plantations. *Conservation Biology* 19: 391-399.
- Hietz P., Hietz-Seifert U. 1995. Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in Central Veracruz, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 6: 487-498.
- Hietz-Seifert U., Hietz P., Guevara S. 1996. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz. *Biological Conservation* 75:103-111.
- Hietz P., Buchberger G., Winkler M. 2006. Effect of forest disturbance on abundance and distribution of epiphytic bromeliads and orchids. *Ecotropica* 12: 103-112.
- Hobbs R. J., Yates C. J. 2003. Impacts of ecosystem fragmentation on plant populations: Generalizing the idiosyncratic. *Australian Journal of Botany* 51: 471-488.
- IUCN/SSC Orchid Specialist Group. 1996. Orchids – Status survey and conservation action plan. IUCN, Gland. Switzerland and Cambridge. UK.
- Jacquemyn H., Brys R., Hermy M., Willems J. H. 2005. Does nectar reward affect rarity and extinction probabilities of orchid species? An assessment using historical records from Belgium and the Netherlands. *Biological Conservation* 121: 257-263.
- Jennersten, O. 1988. Pollination in *Dianthus deltoids* (Caryophyllaceae): effects of habitat fragmentation on visitation and seed set. *Conservation Biology* 2: 359-366.
- Jersáková, J., S.D. Johnson y P. Kindlmann. 2006. Mechanisms and evolution of deceptive pollination in orchids. *Biological Review* 81: 219-235.
- Johnson, S.D. y L.A. Nilsson. 1999. Pollen carryover, geitonogamy, and the evolution of deceptive pollination systems in orchids. *Ecology* 80: 2607-2619.
- Juárez L., Montaña C., Miguel Franco M. 2014. The viability of two

- populations of the terrestrial orchid *Cyclopogon luteoalbus* in a fragmented tropical mountain cloud forest: Dormancy delays extinction. *Biological Conservation* 170: 162-168.
- Kéry M., Gregg K. B. 2004. Demographic analysis of dormancy and survival in the terrestrial orchid *Cypripedium reginae*. *Journal of Ecology* 92: 686-695.
- Laurance W. F., Laurence S. G., Ferrerira L. V., Rankin-de Merona J. M., Gascon C., Lovejoy T. E. 1997. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. *Science* 278: 1117-1118.
- Laurence W. F. 2000. Do edge effects occur over large spatial scales? *Trends in Ecology and Evolution* 15: 234-135.
- Laurance W. F., Camargo J. L. C., Luizão R. C. C., Laurance S. G., Pimm S. L., Bruna E. M., Stouffer P. C., Bruce-Williamson G., Benitez-Malvido J., Lindenmayer D. B., Franklin J. 2002. *Conserving forest biodiversity*. Island Press, Covelo, California.
- Llorens T., Byrne M., Yates C., Nistelberger H., Coates, D. 2012. Evaluating the influence of different aspects of habitat fragmentation on mating patterns and pollen dispersal in the bird-pollinated *Banksia sphaerocarpa* var. *caesia*. *Molecular Ecology* 21: 314-328.
- Lovejoy T. E., Bierregaard Jr, R. O., Rylands A. B., Malcolm J. R., Quintela C. E., Harper L. H., Hays M. B. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. Pp. 257-285 in: Soule M.E., Ed, *Conservation Biology*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Marques I., Roselló-Graell A., Draper D., Iriondo J.M. 2007. Pollination patterns limit hybridization between two sympatric species of *Narcissus* (Amaryllidaceae). *American Journal of Botany* 94: 1352-1359.
- Marques I., Draper D., Riofrío L., Naranjo C. 2014. Multiple hybridization events, polyploidy and low postmating isolation entangle the evolution of neotropical species of *Epidendrum* (Orchidaceae). *BMC Evolutionary Biology* 14: 20.
- Murren C.J. 2002. Effects of habitat fragmentation on pollination: pollinators, pollinia viability and reproductive success. *Journal of Ecology* 90: 100-107.
- Murren C.J. 2003. Spatial and demographic population genetic structure in *Catasetum viridiflavum* across a human-disturbed habitat. *Journal of Evolutionary Biology* 16: 333-342.
- Nason J.D., Hamrick J. L. 1997. Reproductive and genetic consequences of forest fragmentation: two case studies of Neotropical canopy trees. *Journal of Heredity* 88: 264-276.
- Newman B.J., Ladd P., Brundrett M., Dixon K. W. 2013. Effects of habitat fragmentation on plant reproductive success and population viability at the landscape and habitat scale. *Biological Conservation* 159: 16-23.
- Parra-Tabla V., Vargas C.F., Magaña-Rueda S., Navarro J. 2000. Female and male pollination success of *Oncidium ascendens* Lindey (Orchidaceae) in two contrasting habitat patches: forest vs agricultural field. *Biological Conservation* 94: 335-340.
- Pérez-García E.A., Hágsater E. 2012. *Encyclia xnizanburyi* (Orchidaceae) un nuevo híbrido natural del Istmo de Tehuantepec, México. *Lankesteriana* 12:1-8.
- Powell A.H., Powell G.V.N. 1987. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian Forest Fragments. *Biotropica* 19: 176-179.
- Quesada M., Stoner K. E., Lobo J. A., Herrerías-Diego Y., Palacios-Guevara C., Murguía-Rosas M. A., O-Salazar K. A. 2004. Effects of forest fragmentation on pollinator activity and consequences for plant reproductive success and mating patterns in bat pollinated Bombacaceous trees. *Biotropica* 36: 131-138.
- Raijmann L.E., Van Leeuwen, Kerten R., Oostermeijer J.G.B, Den Nijs H.C., Men ken B.J. 1994. Genetic variation and outcrossing rate in relation to population size in *Gentiana pneumonanthe* L. *Conservation Biology* 8: 1014-1026.
- Ramírez-Rosas K. 2013. Potencial de hibridación en tres especies dominantes de zonas perturbadas del género *Tillandsia* (Bromeliaceae) en el centro de Veracruz, México. *Secretaría de Posgrado, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver.*
- Renner S.S. 2006. Rewardless flowers in the Angiosperms and the role of insect cognition in their evolution. Pp. 123-144. En: Waser N. M., Olerton J. (Eds.) *Plant pollinator interactions: From specialization to generalization*. University of Chicago Press, Chicago.
- Rzedowski J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35:25-44.
- Salazar G., Soto-Arenas M.A. 1996. El género *Lepanthes* Sw. México. *Orquídea (Méx.)* 14: 1-231.
- Saunders D. A., Hobbs R. J., Margules C. R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology* 5: 18-3.
- Swarts N. D., Dixon K. W. 2009. Terrestrial orchid conservation in the age of extinction. *Annals of Botany* 104: 543-556.
- Vargas C.F., Parra-Tabla V., Feinsinger P., Leirana-Alcocer J. 2006. Genetic diversity and structure in fragmented populations of the tropical orchid *Myrmecophila christinae* var. *christinae*. *Biotropica* 38: 754-763.
- Wendt T., Canela M. B. F., Gelli de Faria A.P., Rios R. I. 2001. Reproductive biology and natural hybridization between two endemic species of *Pitcairnia* (Bromeliaceae). *American Journal of Botany* 88: 1760- 1767.
- Wendt T., Canela M.B.F., Klein D.E., Rios R.I. 2002. Selfing facilitates reproductive isolation among three sympatric species of *Pitcairnia* (Bromeliaceae). *Plant Systematics and Evolution* 232: 201-212.
- Wendt T., Coser T.S., Matallana G. 2008. An apparent lack of prezygotic reproductive isolation among 42 sympatric species of Bromeliaceae in Southeastern Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 275: 31-41.
- Williams-Linera G. 2007. El Bosque de niebla del centro de Veracruz: Ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. *INCOL-CONABIO, Xalapa, Ver.*
- Williams-Linera G., Sosa V., Platas T. 1995. The fate of epiphytic orchids after fragmentation of a Mexican cloud forest. *Selbyana* 16: 36-40.
- Williams-Linera G., Dominguez-Gastelú V., García-Zurita M.E. 1998. Microenvironment and floristics of different edges in a fragmented tropical rainforest. *Conservation Biology* 12: 1091-1102.
- 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:n73-89
- Winfree R., Bartomeus I., Cariveau, D. P. 2011. Native pollinators in anthropogenic habitats. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 42: 1-22.
- Young A. G., Boyle T., Brown T. 1996. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 413-418.
- Zotz G. 1998. Demography of the epiphytic orchid, *Dimerandra emarginata*. *Journal of Tropical Ecology* 14: 725-741.

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.

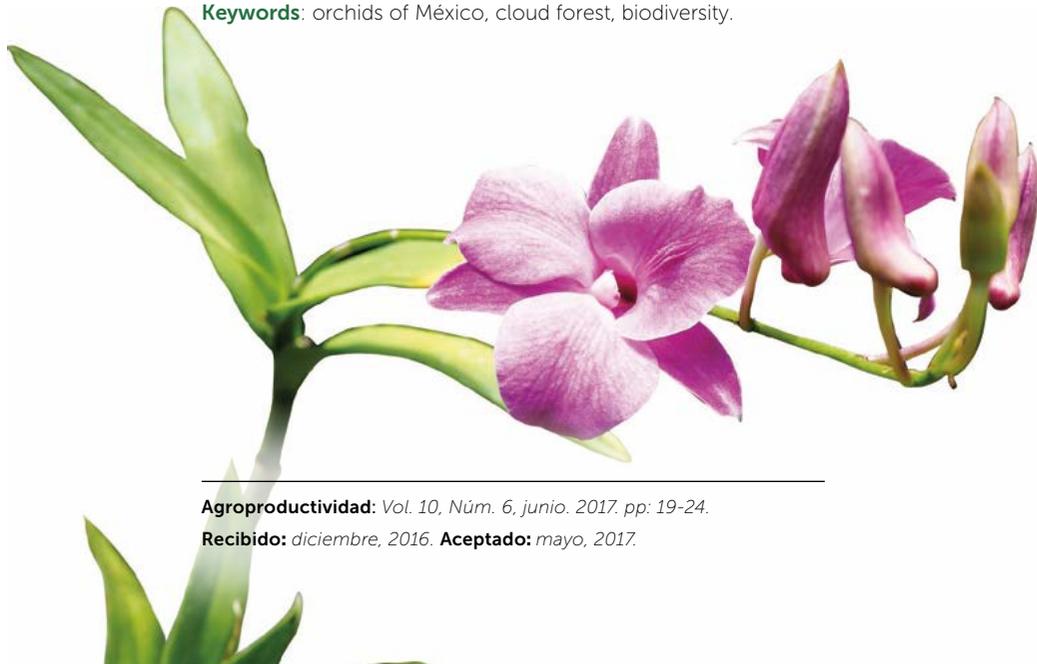
ABSTRACT

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

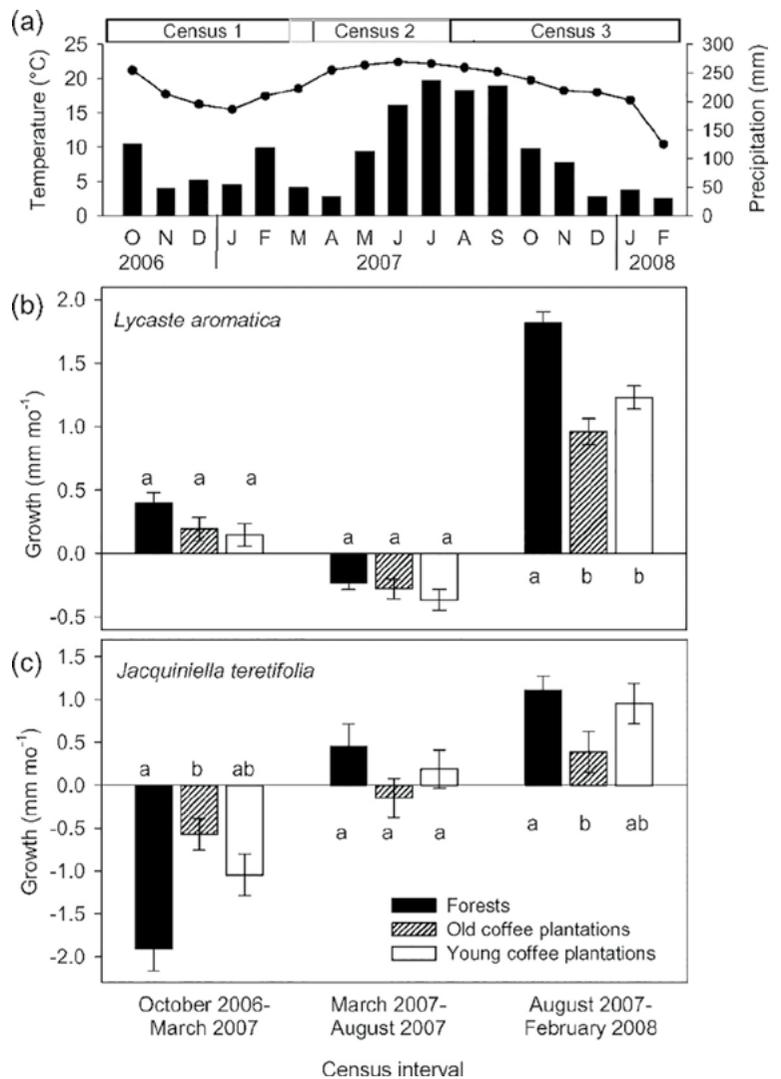


Figura 1. Datos climáticos mensuales (a) y crecimiento semestral de *Lycaste aromatica* (b) y *Jaquiniella teretifolia* (c) en un bosque y dos cafetales en el centro de Veracruz (tomado de Scheffknecht *et al.* 2010).

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.



ESTRATEGIA PARA EL RESCATE, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LAS ORQUÍDEAS (Orchidaceae) EN EL SURESTE DE MÉXICO

STRATEGY FOR THE RESCUE, CONSERVATION AND SUSTAINABLE EXPLOITATION OF ORCHIDS (Orchidaceae) IN SOUTHEASTERN MÉXICO

Anne Damon

El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Antiguo Aeropuerto km 2.5, Tapachula, Chiapas, México, C.P.30700. Autor de correspondencia: adamon@ecosur.mx

RESUMEN

La Sierra Madre de la región del Soconusco, Chiapas, México, ejemplifica la belleza, riqueza de flora, fauna y complejidad de los bosques mesófilos de montaña de México, y los cafetales tradicionales que nacieron de ellos y las orquídeas que todavía persisten en estos ambientes se encuentran ahora fragmentados, deforestados, erosionados y depauperados de biodiversidad. Tras más de 15 años de investigación y trabajo comunitario en la región mencionada, se ha diseñado una estrategia científica integral para atender la urgente necesidad de la conservación y restauración de Orchidaceae y sus eco y agroecosistemas en la región. Los componentes de la estrategia consisten en la investigación científica sobre temas identificados como prioritarios y actividades transversales, tales como las Unidades de Manejo Ambiental (UMAs), la colección viva de las orquídeas del Soconusco, sitios de restauración y brigadas de rescate, propuesta CaféOrquídea, y la educación ambiental. Los avances en la aplicación de esta estrategia son prometedores, con un interés particular en CaféOrquídea, como una propuesta oportuna para dicha zona cafetalera en crisis.

Palabras clave: Soconusco, Chiapas, orquídeas, CaféOrquídea.

ABSTRACT

The Sierra Madre in the region of Soconusco, Chiapas, México, exemplifies the beauty, wealth of flora and fauna, and complexity of the mountainous mesophyll forests of México; traditional coffee plantations emerged from these and the orchids that still survive in these environments are now fragmented, deforested, eroded and impoverished in their diversity. After more than 15 years of research and community work in the region mentioned, an integral scientific strategy has been designed to address the urgent need for conservation and restoration of Orchidaceae, and its eco and agroecosystems in the region. The components of the strategy consist in scientific research about themes identified as priority and transversal activities, such as the Environmental Management Units (Unidades de Manejo Ambiental, UMAs), the live collection of orchids from Soconusco, restoration sites and rescue teams, the CaféOrquídea proposal, and environmental education. Advances in the application of this strategy are promising, with a particular interest in CaféOrquídea, as a timely proposal for this coffee production zone in crisis.

Keywords: Soconusco, Chiapas, orchids, CaféOrquídea.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 6, junio, 2017. pp: 25-30.

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



INTRODUCCIÓN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) carece de una definición clara y universal, pero se identifica más por lo que no es, y es generalizado que es un ecosistema en peligro y privilegiado en cuanto a su riqueza de especies (Challenger, 1998; Toledo Aceves, 2010). A nivel nacional (México) el BMM constituye solo un estimado <1% de la superficie nacional, y grandes extensiones de este porcentaje han sido convertidas a cafetales, proceso el cual en el Soconusco, Chiapas, México, inició a mediados del siglo diecinueve. Ahora en el caso de esta región el BMM es casi sinónimo de la zona cafetalera. El BMM sobrevivió la primera conversión a cafetales tradicionales, manteniendo su diversidad de árboles, flora, fauna e integridad ecológica, mientras el ser humano satisfizo sus necesidades económicas mediante la cosecha de un café de alta calidad. La mano de obra era abundante y barata (sin cumplir con lo que más adelante entenderíamos de los derechos humanos, laborales, de los trabajadores de campo), y estos primeros cafeticultores tenían dinero, poder y contactos. Sin embargo no quedó allí y la nueva zona cafetalera sufría cada vez más, una acelerada serie de conversiones y "mejoras" según los programas e intereses del momento. La situación iba cambiando también mediante la reforma agraria, los nuevos acuerdos de comercio justo, la globalización y muchos otros factores, que provocaron cambios fuertes en las estructuras laborales, disponibilidad de paquetes tecnológicos, intereses económicos, la demanda por el producto, cuestiones de competencia y ahora los apoyos gubernamentales. Sin evaluar las bondades de los BMM para el desarrollo del café de África, y otras bondades más que disponía para el ser humano y la biodiversidad de flora y fauna, se empezó sistemáticamente a simplificar, tecnificar y desbaratar el agro ecosistema cafetalero hasta efectivamente destrozar, primero la integridad del BMM.

Una alta proporción de las especies de orquídeas prosperan en los BMM a elevaciones entre 600 y 1,600 m,

la temperatura templada y alta humedad favorecen a muchas especies, pero excluyen a otras que requieren de mayor (o hasta menor) temperatura e insolación, y menor humedad. Una alta proporción de estas especies luego lograron adaptarse a las condiciones de los cafetales tradicionales; las de talla más grande se encuentran en los árboles de sombra y de vez en cuando en los cafetos, especialmente, y en muchos casos solamente, en etapas juveniles. Muy particularmente muchas especies de orquídeas miniaturas se han adaptado a crecer en de los cafetos mismos, como por ejemplo *Erycina crista-galli* (Rchb. f.) N. H. Williams & M. W. Chase (Protección Especial NOM-ECOL-059-2010, con el nombre *Oncidium crista-galli*) (Figura 1).



Figura 1. *Erycina crista-galli* creciendo en el tallo de un cafeto, en un cafetal tradicional en la región del Soconusco, Chiapas, México.

Unas 50 especies de orquídeas miniaturas se ha observado creciendo en los cafetos en la región del Soconusco, de las cuales las especies más habituales, y en varios casos amenazadas según la NOM-ECOL-059-2010, tales como: *Barkeria obovata* (C. Presl) Christenson, ***Barkeria skinneri* (Bateman ex Lindl.) Lindl. ex Paxton (Protección Especial)**, *Barkeria spectabilis* Bateman ex Lindl., *Campylocentrum micranthum* (Lindl.) Rolfe, *Campylocentrum microphyllum* Ames & Correll, *Dichaea muricatoides* Hamer & Garay, ***Ionopsis satyrioides* (Sw.) Rchb. f. (Protección Especial)**, ***Kefersteinia tinschertiana* Pupulin (Protección Especial)**, como *Kefersteinia lactea*, *Leochilus* cf. *carinatus* (Knowles y Westc.) Lindl., *Leochilus labiatus* (Sw.) Kuntze, *Leochilus oncidoides* Knowles & Westc., *Leochilus scriptus* (Scheidw.) Rchb. f., *Lepanthes acuminata* subsp. *acuminata* Schltr., *Lepanthes oreocharis* Schltr., *Lockhartia verrucosa* Lindl. ex Rchb. f., *Notylia barkeri* Lindl., ***Oncidium guatemalensis* M. W. Chase & N. H. Williams (Amenazada, como *Sigmatostalix guatemalensis*)**, *Oncidium poikilostalix* (Kraenzl.) M. W. Chase & N. H. Williams, *Ornithocephalus tripterus* Schltr., *Plectrophora alata* (Rolfe) Garay, *Pleurothallis matudana* C. Schweinf., ***Pleurothallis nelsonii* Ames (Protección Especial)**, ***Restrepia trichoglossa* F. Lehm. ex Sander (Amenazada, como *Restrepia lankesteri*)**,

Scaphyglottis crurigera (Bateman ex Lindl.) Ames & Correll, ***Specklinia endotrachys* (Rchb. f.) Pridgeon & M. W. Chase (Protección Especial**, como *Pleurothallis endotrachys*), ***Specklinia glandulosa* (Ames) Pridgeon & M. W. Chase (Protección Especial**, como *Pleurothallis vittariaefolia*), ***Specklinia lateritia* (Rchb. f.) Pridgeon & M. W. Chase (Protección Especial**, como *Pleurothallis lanceola*), *Specklinia marginata* (Bateman ex Lindl.) Pridgeon & M. W. Chase, *Stelis quadrifida* (La Llave & Lex.) R. Solano & Soto Arenas, *Stelis villosa* (Knowles & Westc.) Pridgeon & M. W. Chase, *Telipogon helleri* (L.O.Williams) N.H. Williams & Dressler y *Trichocentrum candidum* Lindl. Cabe mencionar que varias de las especies no incluidas en la NOM-ECOL-059, también son muy escasas, como la *Barkeria obovata* y *B. spectabilis*, *Oncidium poikilostalix*, *Ornithcephalus tripterus*, *Plectrophora alata* y *Telipogon helleri*. En la región de estudio, es la segunda región con mayor diversidad de orquídeas del país, apenas superado por la región El Momón-Las Margaritas-Montebello, también del estado de Chiapas. Los resultados de diversos trabajos realizados en dicha región, han rendido información interesante y a veces sorprendente. Se tienen registradas 322 especies de orquídeas en el Corredor Biológico Tacaná-Boquerón y áreas colindantes de la región del Soconusco (Solano y Damon *et al.*, 2016) y desgraciadamente, por el saqueo desmedido, la deforestación y pérdida de hábitat, más de 100 de estas especies ya no se encuentran y varias más están muy escasas y refugiadas en áreas inaccesibles como los peñascos (Damon *et al.*, 2015). Sin embargo, en contra del paradigma que señala que natural es siempre mejor, los resultados demuestran que cuatro de las categorías de uso de suelo que implican perturbación antropogénica tenían los más altos porcentajes de estas 322 especies de orquídeas registradas para la región, siendo: agricultura permanente y estacional (45.31%); cultivos temporales y estacionales (28.12%), vegetación secundaria derivada del BMM (25.93%) y pastizales inducidos (13.43%). Estos resultados indican que, con capacitación, organización y

voluntad, existe un gran futuro para la coexistencia entre ser humano, orquídeas y BMM. Dentro de las categorías de vegetación primaria, el BMM tenía la más alta riqueza de especies de orquídeas (13.12%), seguido por bosque de pino y encino (7.81%), pradera alpina (4.68%), selva baja caducifolia (0.93%), y bosque de pino (0.62%) (Solano y Damon *et al.*, 2016). La distribución de las especies de orquídeas en la región demuestra que, aunque las Reservas de la Biosfera El Triunfo y Volcán Tacaná aseguran el futuro de varias especies de orquídeas en categorías de vulnerabilidad en la NOM-ECOL-059-2010, otras especies más no cuentan con esta protección (Figura 2).

A pesar de que Orchidaceae es una de las familias de plantas más grandes, evolucionadas y ampliamente distribuidas en el mundo, la mayoría de las especies de orquídeas, tanto epifitas como terrestres, presentan características y "cuellos de botella" ecológicos muy particulares que las hacen notablemente vulnerable a la extinción. Raras veces llegan a ser abundantes y tienden a mantener poblaciones pequeñas y altamente dispersas. La mayoría de las especies tienen síndromes de polinización

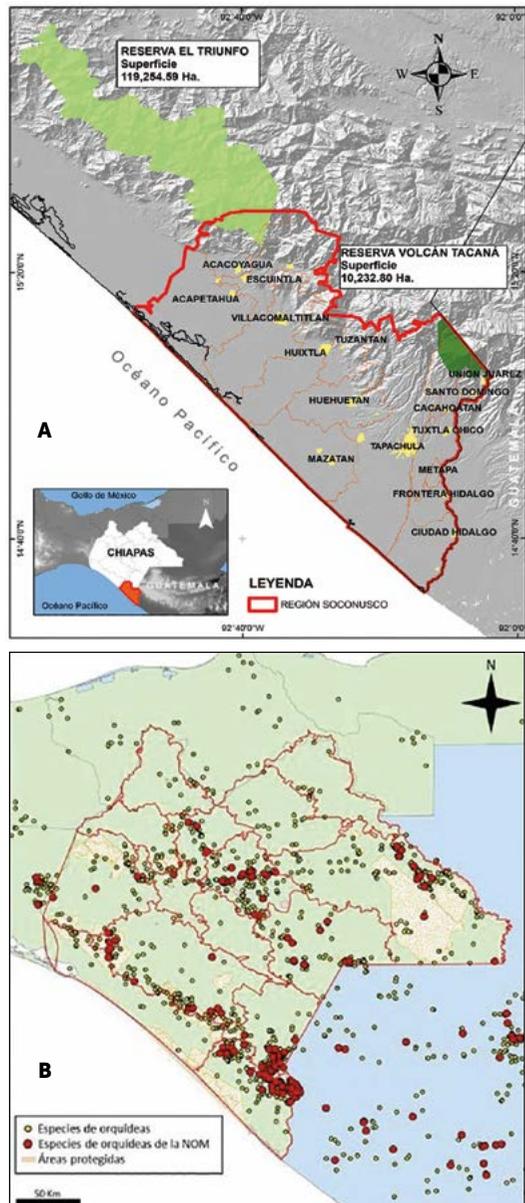


Figura 2. Distribución de las orquídeas y especies en alguna categoría de vulnerabilidad en la NOM-ECOL-059-2010, en relación a las Áreas Naturales Protegidas de la región del Soconusco, Chiapas, México. A: Región del Soconusco y las dos Reservas de la Biosfera, El Triunfo y Volcán Tacaná. B: Distribución de orquídeas y especies en la NOM-ECOL-059-2010 en el estado de Chiapas, México.

especializados y dependen de una o pocas especies de polinizadores. Además, por naturaleza, tienden a tener bajas a muy bajas tasas de polinización (Tremblay, 1992; Damon y Salas Roblero 2007). La dependencia de hongos micorrízicos en todas las etapas de vida representa otra especialización (Bertolini *et al.*, 2014). A pesar de estas limitantes, en las condiciones óptimas y estables de antes, las orquídeas han prosperado y ramificado filogenéticamente, y han conquistado la gran mayoría de los ecosistemas mundiales, menos los acuáticos y los más fríos. El aprovechamiento y protección de ecosistemas y de la biodiversidad presenta profundos retos en todos los niveles. Los conflictos surgen a partir de las urgentes necesidades de sobrevivencia humana de hoy, contra la conservación de los recursos naturales a futuro. Los seres humanos tenemos diferentes puntos de vista y culturas, diferentes niveles socioeconómicos y experiencias educativas, y en nuestro país hemos tenido dificultad para unir nuestras visiones y expectativas en relación a los recursos naturales. Tomando en cuenta estas duras realidades que prevalecen en la región del Soconusco y muchas otras regiones del territorio nacional y mundial, se ha aterrizado en una estrategia integral para la conservación de las orquídeas y sus ecosistemas y agroecosistemas, sin dejar fuera las necesidades del ser humano.

Planteamiento y Propuesta

La estrategia para el rescate, conservación y aprovechamiento sustentable de las orquídeas del Sureste de México

La respuesta de la comunidad científica a la pérdida de especies de orquídeas y sus hábitats tiende a limitarse a completar listados de especies y fichas de estado de conservación, y el desarrollo de Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) para especies carismáticas, pero estas actividades no han logrado un impacto duradero suficiente para frenar el problema. La estrategia desarrollada por nuestro grupo de trabajo durante los últimos años consiste de varias áreas de investigación y actividades transversales que se integran para contribuir a solucionar los diferentes componentes de la problemática detectada. Representan la aplicación de los conocimientos generados durante los más de 15 años de la trayectoria del proyecto y la transferencia de técnicas y habilidades a los usuarios e interesados. Se han identificado tres áreas de investigación necesarias para poder atender a diversos problemas que inciden en la conservación de las orquídeas en la actualidad. La **primera área**, es acerca de las semillas de las orquídeas que pasan por un

proceso de pre germinación, pero para la diferenciación y subsiguiente desarrollo dependen de la simbiosis con hongos tipo *Rhizoctonia*. Por el desconocimiento de este proceso, para la propagación de las orquídeas con fines tanto conservacionistas como comerciales, tradicionalmente se ha recurrido a la propagación *in vitro*, por semilla (mantenimiento de diversidad genética), o al cultivo de tejidos (clonación), y a menor medida la propagación vegetativa (división de plantas, también clonación). Sin embargo, las técnicas *in vitro* son costosas en términos de mano de obra calificada, materiales e infraestructura y requieren de suministros confiables de agua y luz, condiciones que suelen no estar disponibles en Áreas Naturales Protegidas y comunidades rurales. Aún más importante es que difícilmente las plantas así producidas, se adaptan a las condiciones naturales y es poco probable que puedan ser reintroducidas en sitios de restauración, o áreas protegidas. Mediante diversas herramientas biotecnológicas se espera avanzar en el entendimiento del proceso de la germinación simbiótica para lograr la propagación por semilla de orquídeas, directo, *in situ*, en sitios seleccionados.

La **segunda área**, es acerca de los cultivos de orquídeas con fines de conservación y restauración, sería contraproducente aplicar plaguicidas que matarían o inhibirían a los hongos simbiotes y los polinizadores, afectarían el metabolismo de las plantas y contaminarían los sustratos o hábitat. Vamos a invertir tiempo y recursos para el estudio detallado de la chinche *Tenthecorus* sp. (Heteroptera: Miridae) que es plaga de varias especies de orquídeas, y del hongo patógeno que afecta la orquídea amenazada *Guarianthe skinneri* L., en la región del Soconusco, como primer paso para el diseño de estrategias para su control integral en las colecciones, cultivos, UMAs, sitios de restauración, cafetales y remanentes de bosques.

La **tercera área**, se refiere a que las orquídeas epífitas tienden a bajas tasas de polinización, las cuales se reducen aún más por la fragmentación y perturbación de los eco y agroecosistemas. El servicio de polinización asegura el entrecruzamiento, la diversidad genética y producción de semillas de las plantas. Para en la mayoría de las especies de orquídeas epífitas, no se conoce la identidad del polinizador y aunque se conociera se sabría poco o nada de su biología, y en particular su comportamiento de anidar. Las abejas Euglossini (Apidae: Hymenoptera) polinizan un estimado de 10% de las especies de orquídeas neotropicales, incluyendo varias

especies clasificadas como vulnerables. Usando este grupo de abejas conocido y conveniente como modelo, se están probando varios materiales y diseños para atraer las hembras a anidar, con el propósito de diseñar prototipos de nidos trampa para asegurar el servicio de polinización en colecciones, cultivos, UMAs, sitios de restauración, cafetales y remanentes de bosques.

La estrategia considera varias acciones transversales del cual la **Co-lección Viva de las Orquídeas del Soconusco** en el Jardín Botánico Regional del Soconusco (JBRS) es parte medular. El JBRS está registrada con la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos (AMJB) y se dispone de espacios seguros a largo plazo para la conservación, investigación, propagación y difusión de orquídeas que ahora suman >800 plantas de ~190 especies.

Sitios de Restauración, Brigadas de Rescate y Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) de orquídeas.

Establecidos en dos comunidades en la región del Soconusco, se ha logrado capacitar grupos grandes que fungen como **Brigadas de Rescate** (Figura 3) cuya meta es dar una segunda oportunidad de vida a plantas de orquídeas tiradas al piso por lluvias o vientos fuertes, la poda de cafetos y tala de árboles. En estas comunidades también se han establecido **Sitios de Restauración** de orquídeas, donde se siembran las plantas rescatadas por los brigadistas, y algunas de éstas se cultivan en galeras (techos) y se multiplican asexualmente (división de plantas). Como caso de éxito, se puede mencionar que en

una de las UMAs tres de los hijos del grupo original han desarrollado un pequeño negocio para la producción de artesanías usando las flores de las orquídeas producidas en las galeras de la UMA. En otra UMA los participantes recuperan un poco de lo invertido mediante visitas guiadas. Cabe mencionar que en todo momento la **Educación Ambiental** forma parte primordial de cualquier estrategia para el desarrollo sustentable y conservación de la biodiversidad, y de la misma manera forma



Figura 3. Brigada de Rescate del Ejido Santa Rita de las Flores, del Municipio de Mapastepec, Chiapas, México, trabajando con miles de plantas de orquídeas rescatadas en terrenos del ejido, en solo dos días.

parte de los procesos de capacitación y seguimiento de las actividades de la estrategia para el Rescate, Conservación y Aprovechamiento Sustentable de las Orquídeas en Bosque Mesófilo en el Sureste de México.

CaféOrquídea. El café tradicional se consideraba como un cultivo conservacionista en el cual los arbustos de *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) convivían con una alta proporción de la biodiversidad original del bosque. Actualmente la gran mayoría de los cafetales ya no son tradicionales,

ni mucho menos orgánicos. El café moderno (incluyendo variedades modernas derivadas de *C. arabica* y de café robusta, *C. canephora* L.) se cultiva en pleno sol, o con una mínima capa de sombra monoespecífica de chalum (*Inga micheliana* Harms. Fabaceae), y se aplican paquetes tecnológicos de fertilizantes químicos, herbicidas, insecticidas y fungicidas que impulsan erosión y pérdida de fertilidad del suelo, pérdida de biodiversidad, e interrumpen las frágiles interacciones mutualistas entre organismos. Esto coincide con los tiempos de la caída e inestabilidad del precio del café, importantes brotes de plagas y enfermedades, la influencia de multinacionales en la región, el intermediarismo agrícola y apoyos económicos y en especie gubernamentales que promueven dependencia, pacifismo y delegación de responsabilidades, en lugar de una sincera y colaborativa búsqueda de mejores alternativas entre todos los involucrados e interesados.

El café ha perdido casi en su totalidad su calidad como cultivo conservacionista, sustento digno para el ser humano y su importancia como refugio de la flora y fauna originaria de la región. Con la debida diversificación de producción, asesoría adecuada y desinteresada, precios estables y promoción, era un cultivo ejemplar para asegurar el bienestar del ser humano y a su vez conservar la diversidad biológica. México es el país que más ha aprovechado la oportunidad de producir café orgánico, que, según sus varias denominaciones, contribuye de forma muy importante al bienestar socio-cultural, ambiental y económico. Además, las Áreas Naturales

Protegidas ofrecen una oportunidad muy especial y acertada de aprovechar y promover las bondades del cultivo de café como cultivo conservacionista y su potencial entre los compradores que busquen contribuir a la conservación de los recursos naturales y la integridad socio cultural de las zonas productoras. La propuesta **CaféOrquídea** es lanzar una categoría de café orgánico amigable a las orquídeas y otras epífitas, que cumpliría con las siguientes reglas o condiciones: **Únicamente café árabe y sus variedades no-enanas; No se desmusgan los cafetos. La resepa de los cafetos se realiza a una altura de 80 cm, para conservar las epífitas establecidas en el tronco y bases de las ramas. La renovación de los cafetos se realiza poco a poco para no eliminar todas las plantas y fuentes de semillas de epífitas en un solo golpe. Las orquídeas en las ramas podadas de los cafetos y árboles de sombra se reubican en otros cafetos y árboles. Se mantiene cierta densidad y diversidad de árboles de sombra. Se practican técnicas de conservación de suelo. El control de plagas y enfermedades sería por estrategias de manejo integral y control biológico.** Esto se podría combinar con las UMAs de orquídeas, la producción de artesanías usando las flores de las orquídeas, y el ecoturismo. Se espera que una categoría de café como CaféOrquídea, llamaría la atención dentro del mercado de especialidades y comercio justo de café en México, Europa y Estados Unidos.

CONCLUSIONES

Para el diseño de estrategias para el rescate, conservación y aprovechamiento sustentable de flora y fauna es importante identificar los huecos en el conocimiento de cada especie y de su eco, o agroecosistema, e identificar tanto los peligros, como las oportunidades relevantes y disponibles, de colaboración, de productos que se pueden comercializar de forma sustentable, así como de sitios actuales y potenciales de refugio y restauración. Un factor muy importante sería garantizar el seguimiento y evaluación a largo plazo de las varias actividades que componen la estrategia así diseñada, y siempre en conjunto con y acompañado por las comunidades o grupos interesados. En el caso particular de las orquídeas de los BMM y los cafetales que parten de ellos, las actividades de la estrategia consisten de mantener Colecciones Vivas, Capacitación, impulsar el establecimiento de UMAs, Brigadas de Rescate y Sitios de Restauración, y la Educación Ambiental. El componente de investigación de la estrategia contempla el desarrollo de técnicas para la propagación por semilla *in situ* de las orquídeas, asegurar las tasas de polinización

mediante el diseño de nidos trampa para los polinizadores, y el diseño de métodos de control para plagas de las orquídeas.

AGRADECIMIENTOS

A los directores de las ANP y biólogos de la CONANP y todos los productores de la región Soconusco que en su momento han compartido las metas de conservación de las orquídeas y sus eco y agroecosistemas con nosotros, y que han participado en los talleres y actividades que aquí se mencionan. También a los nuevos grupos que están a punto de empezar con la aventura de CaféOrquídea.

LITERATURA CITADA

- Bertolini V., Damon A. 2011. Symbiotic Germination of 3 Species of Epiphytic Orchids Susceptible to Genetic Erosion, in Soconusco (Chiapas, Mexico). IOCC4 special issue. European Journal of Environmental Sciences: 1: 60-68.
- Bertolini V., Cruz-Blasi J., Damon A., Valle Mora J. 2014. Seasonality and mycorrhizal colonization in three species of epiphytic orchids in southeast Mexico. Acta Botanica Brasílica 28(4):512-518.
- Challenger A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas de México: pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología de la UNAM y Agrupación Sierra Madre S.C.M México.
- Damon A., Almeida-Cerino C., Valle-Mora J., Bertolini V., López-Urbina J.H. 2015. Ravines as refuges for Orchidaceae in southeast Mexico. Botanical Journal of the Linnean Society 178: 283-197.
- Damon A. 2013. The status of orchids in the Soconusco region of Southeast Mexico, with strategies for their preservation. Lankesteriana 13(1-2): 27-31.
- Damon A., Salas-Roblero P. 2007. A survey of pollination in remnant orchid populations in Soconusco, Chiapas, Mexico. Tropical Ecology, 48: 1-14.
- Damon A., Soriano M.A., Rivera M del L. 2005. Substrates and fertilization for the rustic cultivation of in vitro propagated native orchids in Soconusco, Chiapas. Renewable Agriculture and Food Systems, CABI. 20: 214-222.
- Damon A., Aguilar-Guerrero E., Rivera L., Nikolaeva V. 2004. Germinación *in vitro* de semillas de tres orquídeas de la región del Soconusco, Chiapas. Revista Chapingo-Serie Horticultura, 10: 195-203.
- García Franco J.G. y Toledo-Aceves T. 2008. Epífitas vasculares (bromelias y orquídeas). En: Manson R.H, Hernández-Ortiz V., Gallina S., Mehlreter K. Eds. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, Manejo y Conservación INE/ INECOL AC, México. pp 69 - 93. ISBN 970-709-112-6.
- Solano Gómez R., Damon A., Cruz Lustre G., Jiménez Bautista L., Avendaño Vázquez S., Bertolini V., Rivera-García R., Cruz-García G. 2016. Diversidad y distribución de las orquídeas de la región Tacaná-Boquerón, Chiapas, México, Chiapas, México. Botanical Sciences 94: 1-32.
- Toledo Aceves T. 2010. El bosque mesófilo de montaña. En: 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. 197pp. México D.F., México.
- Tremblay R.L. 1992. Trends in the pollination ecology of the Orchidaceae: evolution and systematics Canadian Journal of Botany 70: 642-650.

LA PROPAGACIÓN MASIVA DE ORQUÍDEAS (Orchidaceae); UNA ALTERNATIVA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES

THE MASSIVE PROPAGATION OF ORCHIDS (Orchidaceae): AN ALTERNATIVE FOR THE CONSERVATION OF WILD SPECIES

Pedraza-Santos, M.E.^{1*}

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Avenida Francisco J. Múgica S/N Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Morelia, Michoacán, México.

*Autor de correspondencia: marelpesa@yahoo.com.mx.

RESUMEN

En el presente trabajo se revisa el uso de las técnicas de cultivo *in vitro* como componente fundamental de los programas de propagación y conservación de orquídeas nativas. A través de la micropropagación ha sido posible la producción masiva de plantas, libres de patógenos, a bajo costo, en espacio reducido, en menor tiempo y bajo condiciones controladas. Los bancos de germoplasma *in vitro* son sitios para la conservación de recursos fitogenéticos en condiciones controladas de laboratorio e involucran diversas técnicas de cultivo y preservación, además, se analizan las ventajas de dicha técnica como herramienta para el estudio de los factores ambientales que influyen en el desarrollo y la floración de las orquídeas.

Palabras clave: Multiplicación *in vitro*, conservación de especies.

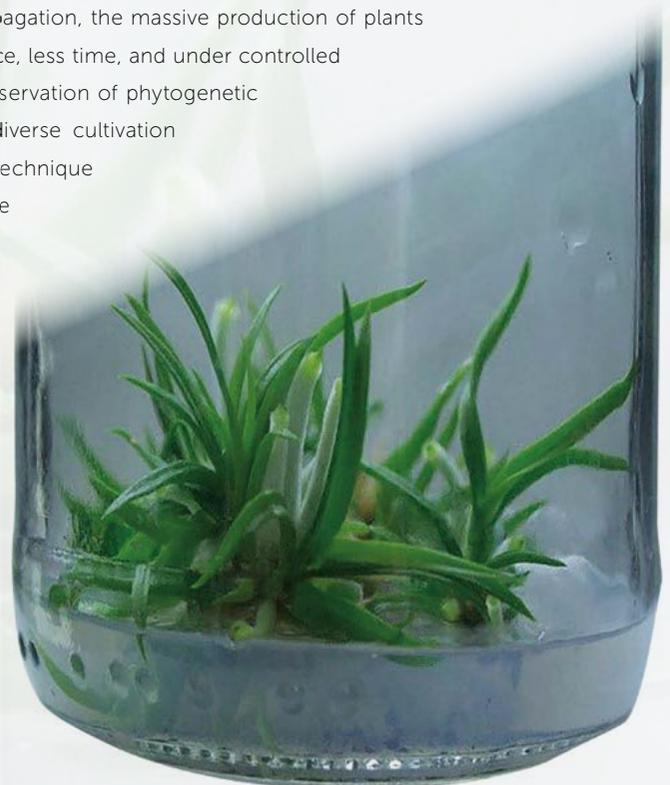
ABSTRACT

In this work the use of *in vitro* cultivation techniques is reviewed as a fundamental component of the propagation and conservation programs of native orchids. Through micropropagation, the massive production of plants has been possible, free of pathogens, at low cost, in reduced space, less time, and under controlled conditions. The banks of *in vitro* germplasm are sites for the conservation of phylogenetic resources under controlled laboratory conditions and involve diverse cultivation and preservation techniques; in addition, the advantages of this technique as a tool for the study of environmental factors that influence the development and flowering of orchids are analyzed.

Keywords: *In vitro* multiplication, species conservation.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 6, junio. 2017. pp: 31-36.

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



INTRODUCCIÓN

México es un país rico en orquídeas, se estima que existen 1,250 especies y 168 géneros (Salazar, 2013), sin embargo, es uno de los grupos de plantas más vulnerables por razones antropogénicas, tales como el cambio de uso de suelo, destrucción de hábitats de mayor diversidad, endemismo y extracción selectiva de individuos de las poblaciones silvestres. Estos disturbios han ocasionado que varias orquídeas principalmente aquellas de flores vistosas y confinadas a áreas geográficas limitadas se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, por ejemplo, *Phragmipedium exstaminodium* y *Mexipedium xerophyticum* que se localizan en Chiapas y Oaxaca, respectivamente. El aumento de la tasa de pérdida de la biodiversidad ha estimulado el desarrollo de diferentes estrategias de conservación. La más efectiva es la protección del hábitat natural de las orquídeas (Tsiftsis *et al.*, 2009). La conservación *in situ* no es una opción viable cuando el medio físico o geográfico se ha deteriorado de manera drástica, y es necesario implementar diversos mecanismos para la conservación *ex situ*, entre los que se incluye a la aplicación de técnicas de cultivo *in vitro* (Irawati, 2013). Las técnicas de micropropagación son valiosas ya que permiten la propagación clonal o sexual masiva de orquídeas en ambientes asépticos libres de hongos y bacterias y pueden obtenerse plantas libres de virus a través del cultivo de meristemos. Además, el tamaño pequeño de las plántulas reduce los requerimientos de espacio y los costos de mantenimiento en los bancos de germoplasma; sin embargo, durante la preservación de germoplasma *in vitro* se deben establecer metodologías que garanticen la estabilidad genética del material cultivado.

Bancos de semilla

La conservación mediante bancos de semillas es uno de los métodos más exitosos de conservación de orquídeas (Neto y Custódio, 2005), porque una planta puede producir varios frutos (cápsulas), cada uno con cientos a millones de semillas, de 0.05 a 6.0 mm de longitud y

0.31 a 24 μg de peso (Arditti y Ghani, 2000). Las semillas de las orquídeas se clasifican como ortodoxas, porque su longevidad mejora cuando se reduce el contenido de humedad de 20% a 5%, y se almacenan entre 5 °C y 0 °C. Bajo estas condiciones algunas especies mantienen 50% de semillas viables durante 8 a 14 años (Pritchard y Seaton, 1993). Sin embargo, las condiciones de almacenamiento deben definirse para cada especie. Además, son comunes los lotes de semillas sin embriones o semillas con viabilidad baja; por esto es importante determinar la calidad fisiológica de las semillas antes de su conservación, especialmente en semillas de especies raras o amenazadas. La prueba de tetrazolio es un método confiable para la evaluación de la calidad y el vigor de las semillas; y a partir de esta prueba se obtiene el porcentaje de semillas viables de una muestra (Figura 1). La evaluación de la calidad fisiológica de la semilla con tetrazolio es un procedimiento de rutina, fácil, rápido y de bajo costo que permite decidir que lotes se destinan para su conservación.

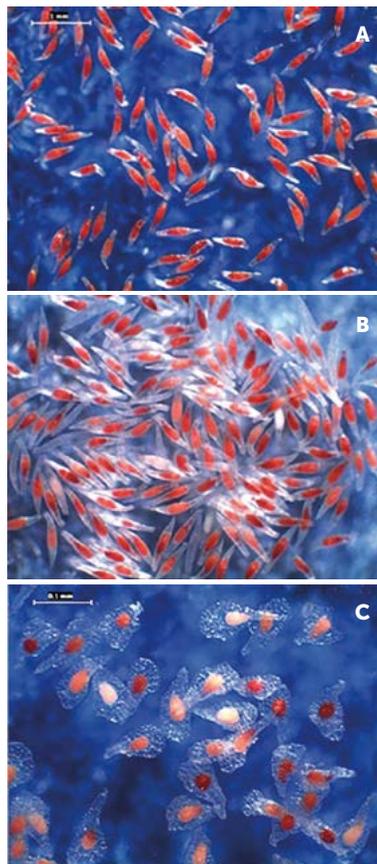


Figura 1. Prueba para evaluar la calidad fisiológica de semillas de orquídea. Embriones viables teñidos de rojo de A) *Guarianthe aurantiaca*, B) *Laelia autumnalis* y C) *Stanhopea intermedia*.

Germinación asimbiótica de semillas

Las orquídeas son plantas de difícil reproducción natural porque no todas las semillas de una cápsula se forman completamente o son fértiles, además su tamaño es diminuto y tienen escasa o nula reserva de nutrientes y sólo germinan aquellas con un embrión viable (Billard *et al.*, 2014). En muchos casos el embrión es muy pequeño con relación a la testa por lo que el volumen de la semilla puede estar ocupado por 96% de aire y la humedad no llega al embrión (Arditti, 2008). En la germinación de algunas especies de orquídeas influye también la concentración de ABA en las semillas, de tal forma que si su concentración es alta, la germinación se reduce, y sumado a estas características, las semillas requieren de condiciones específicas del árbol hospedero, condiciones ambientales favorables y la simbiosis con hongos micorrícicos (Romero-Tirado *et al.*,

2007), por lo que de forma natural sólo germina 1% de las semillas producidas y de éstas un porcentaje muy pequeño alcanza la etapa adulta (Verma *et al.*, 2014). Las

técnicas de cultivo *in vitro* han contribuido a mejorar la germinación de semillas de orquídeas para incrementar y extender la población natural de especies nativas (Figura 2). Algunas variables importantes para la germi-

nación son el medio de cultivo utilizado, las condiciones de incubación y el balance de fitohormonas. Estos requerimientos varían en función de la especie vegetal. En el género *Laelia* se ha logrado la germinación *in vitro*



Figura 2. Método para la propagación *in vitro* de *Rhynchostele cervantesii* a partir de semillas. A) y B) Fecundación manual, C),D) y E) Formación y cosecha de frutos, F), G) y H) Siembra de semillas, I) y J) Protocormos, K) y L) Alargamiento de plántulas, M) y N) Toma de datos, O) Aclimatación de plántulas. Cortesía de Ing. Juan Manuel Gómez Sanabria.



de las especies *L. speciosa* (Aguilar-Morales y López-Escamilla, 2013), *L. anceps* ssp. *Dawsonii* en la cual se logró la formación de embriones somáticos (Lee *et al.*, 2010); *L. eyermaniana* donde se observó el desarrollo morfológico desde la germinación hasta la aclimatación *ex vitro* (Francisco-Nava *et al.*, 2011); en *Laelia autumnalis* se evaluó el efecto de diferentes colores de luz sobre el desarrollo de su germinación (Murillo, 2016). En los casos anteriores el tiempo que transcurre entre la germinación y la obtención de plantas listas para aclimatar es hasta de dos años.

Conservación *in vitro*

La elección del método de preservación *in vitro* depende del tiempo que se necesite su almacenamiento. Para el de corto y mediano plazo, el objetivo es reducir el desarrollo de las plántulas y aumentar los intervalos entre subcultivos. Para el almacenamiento a largo plazo, la criopreservación es el único método disponible para lograr este objetivo.

Técnicas de crecimiento mínimo

Se usan rutinariamente para conservación a mediano plazo de numerosas especies y la reducción del desarrollo generalmente se logra modificando las condiciones ambientales y el medio de cultivo. Los cambios en las condiciones ambientales incluyen una reducción en la temperatura, mientras que las modificaciones del medio de cultivo pueden incluir la dilución de los elementos minerales, reducción en la concentración de azúcar, cambios en la naturaleza y concentración de inhibidores del crecimiento y la adición de compuestos activos osmóticamente (Kulus y Zalewska, 2014).

Criopreservación

Este método consiste en llevar material biológico desde su temperatura fisiológica normal hasta ultra-bajas temperaturas (generalmente en nitrógeno líquido (NL) a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$), ofrece la posibilidad de conservar germoplasma por tiempo indefinido; además se minimizan las pérdidas por mano de obra, se reduce el espacio y se evita la variación genética. Existen diversas técnicas para la criopreservación del germoplasma vegetal, pero es en función de la fisiología, las características de la especie y el tejido seleccionado, que se determinará el método que asegure la mayor sobrevivencia de los explantes sometidos a este tipo de conservación (Engelmann y González-Arno, 2013). Ejemplos exitosos hasta ahora se han obtenido en semillas de orquídeas del género *Oncidium* con el método de vitrificación que

logra 68% de germinación después de ser deshidratadas con solución PVS2+1% floroglucinol (Galdiano *et al.*, 2013). Este método también se ha utilizado en semillas de *Bletilla formosa* (Hayata) Schltr con sacarosa 0.4 M+glicerol 2 M y PVS2, con el que germinaron 91% de las semillas después de la criopreservación (Hu *et al.*, 2013). Con el método de encapsulación-deshidratación y el uso de cuerpos como protocormos (PLBs por sus siglas en inglés *Protocorm Like Bodies*) de *Phalaenopsis bellina* (Rchb. f.) se obtuvo 30% de recrecimiento después de dos semanas de haber sido sometidos a criopreservación (Khoddamzadeh *et al.*, 2011). Con PLBs de *Dendrobium nobile* criopreservados con el método de encapsulación-vitrificación se logró una supervivencia y regeneración de 78.1% y 75.9%, respectivamente, valores superiores a los obtenidos con el método de encapsulación-deshidratación que registró 53.3% de supervivencia y 50.2% de regeneración, respectivamente (Mohanty *et al.*, 2012). Mohanty *et al.* (2013) al utilizar PLBs de *Dendrobium chysanthum* Wall ex Lindl., se obtuvieron 63.2% de supervivencia, de los cuales 59.9% lograron regenerarse después de la criopreservación.

Floración *in vitro*

En general, las orquídeas tienen una fase juvenil larga que puede durar hasta 12 años, en función de la especie y el cultivar (Islam *et al.*, 2015), lo que ha dificultado la propagación sexual de estas plantas. El cultivo *in vitro* ofrece la posibilidad de modificar los factores ambientales y químicos para acortar hasta en dos años el tiempo requerido para la floración de las plántulas. Por ejemplo, la floración *in vitro* de *Dendrobium candidum* y *Oncidium varicosum* se logró después de tres y ocho meses de cultivo, en comparación con tres años que toma su floración *in vivo* (Kerbaui, 1984; Wang *et al.*, 1997). Las plántulas de *Dendrobium Madame Thong-In* florecieron de cinco a seis meses después de iniciar su cultivo *in vitro*; además, las plántulas se autofecundaron y produjeron semillas fértiles (Sim *et al.*, 2007). La floración *in vitro* puede ser inducida por estrés (ácido abscísico), adición de complejos orgánicos (como el homogenizado de plátano; concentración de azúcares y nutrientes, fotoperiodo y temperatura, entre otros factores. Las plántulas de *Psychmorchis pusilla* son capaces de desarrollar inflorescencias en oscuridad (Vaz *et al.*, 2004); en la orquídea mexicana *Barkeria shoemakeri* la concentración de azúcar estimula la floración de las microplántulas (Figura 3). La floración *in vitro* puede facilitar la evaluación de progenies procedentes de cruza intra o interespecíficas, y de esta manera reducir los costos



Figura 3. Micropropagación de *Barkeria shoemakeri*. A) Inflorescencia de *B. shoemakeri*, orquídea bajo protección especial. B) Siembra. C) Germinación de semillas. D) Subcultivo. E y F) Alargamiento de plántulas. G) Floración *in vitro*. H) Aclimatación.

de reactivos, mano de obra y espacio en el laboratorio durante el desarrollo de programas de mejoramiento genético. Además, las plántulas en miniatura con flores incrementan su valor comercial y pueden ofrecerse como regalos o decoración (Sudhakaran *et al.*, 2006). La capacidad de controlar la floración *in vitro* también es importante para estudiar los mecanismos moleculares y genéticos de la inducción floral (Teixeira Da Silva *et al.*, 2014).

Estudios sobre la fisiología de las plántulas cultivadas *in vitro*

Las técnicas de cultivo *in vitro* también han permitido estudiar algunos factores ambientales que afectan el desarrollo de estas especies, principalmente el efecto de la intensidad y calidad de la luz. Durante el cultivo *in vitro* de *Laelia autumnalis* y *Oncidium tigrinum* se documentó que las fuentes de iluminación que emiten la menor cantidad de radiación en la región roja (luz blanca fluorescente y LEDs blancos) promueven el enraizamiento de las plántulas. La inhibición de la rizogénesis puede estar asociada con un aumento en la emisión de luz azul de los espectros (Murillo *et al.*, 2016). La luz LED roja incrementa el peso fresco y seco de raíces de plántulas de *Paphiopedilum* en comparación con la luz blanca fluorescente y la azul (Lee *et al.*, 2011), y aumenta el peso fresco y seco de brotes en *Dendrobium*

officinale (Lin *et al.*, 2011). Mientras que la combinación con luz azul aumentó la acumulación de biomasa en PLBS de *Oncidium* (Mengxi *et al.*, 2011). Esto indica que la respuesta de las plantas a la calidad de luz cambia entre especies, su etapa de desarrollo, y se necesita estudiar su efecto en cada especie para lograr determinados propósitos, tales como, promover o inhibir brotes, raíces, bulbos y controlar floración (Kim *et al.*, 2004; Poudel *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

Las técnicas de cultivo *in vitro*, desde sus inicios, han contribuido a la conservación de los recursos genéticos de las orquídeas. Con la micropropagación ha sido posible la multiplicación masiva de especies raras o amenazadas con fines de preservación e intercambio de germoplasma. El desarrollo de protocolos de conservación a mediano y largo plazo de semillas y explantes vegetativos ofrece la posibilidad de resguardar genotipos nativos valiosos o individuos derivados de programas de mejoramiento genético. Actualmente las técnicas de cultivo *in vitro* facilitan la ejecución de estudios moleculares y genéticos para conocer los factores que afectan el desarrollo de estas especies en su hábitat natural.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Morales M.A., López-Escamilla A.L. 2013. Germinación *in vitro* de *Laelia speciosa* (Kunth) Schltr., una herramienta para su conservación ex situ. Estudios Científicos en el Estado de Hidalgo y Zonas Aledañas.
- Arditti J. 2008. Micropropagation of orchids, 2nd edn. Blackwell, Cambridge.
- Arditti J., Ghani A. K. A. 2000. Numerical and physical properties of orchid seeds and their biological implications. New Phytologist 146(3): 569-569.

- Billard C. E., Dalzotto C. A., Lallana V. H. 2014. Desinfección y siembra asimbiótica de semillas de dos especies y una variedad de orquídeas del género *Oncidium*. *Polibotánica* 38:145-157.
- Engelmann F., González-Arno M. T. 2013. Introducción a la conservación *in situ* de los recursos genéticos vegetales. En: González Arno M., y Engelman F. Crioconservación de Plantas en América Latina y el Caribe, 25-35 (No. IICA F30-52). Universidad Veracruzana (México).
- Francisco-Nava J. J., Jiménez-Aparicio A. R., De Jesús-Sánchez A., Arenas-Ocampo M. L., Ventura-Zapata E., Evangelista-Lozano S. 2011. Estudio de la morfología y aclimatación de plantas de *Laelia eyermaniana* RCHB. f. generadas *in vitro*. *Polibotánica* 32:107-117.
- Galdiano R. F. Jr., De Macedo L. E. G., Vendrame W. A. 2013. Cryopreservation, early seedling development, and genetic stability of *Oncidium fleuwosum* Sims. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 114:139-148.
- Hu W. H., Yang Y. H., Liaw S. I., Chang C. 2013. Cryopreservation the seeds of a Taiwanese terrestrial orchid, *Bletilla forosana* (Hayata) Schltr. by vitrification. *Botanical Studies* 54:33.
- Irawati. 2013. Conservation of orchids the gems of the tropics. En: Normah M. N. Chin H. F. y Reed B. M. Eds. Conservation of Tropical Plant Species. Springer Science & Business Media.
- Islam S. S., Islam T., Bhattacharjee B., Mondal T. K., Subramaniam S. 2015. *In vitro* pseudobulb based micropropagation for mass development of *Cymbidium finlaysonianum* Lindl. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 27(6): 469-474.
- Kerbaux G. 1984. *In vitro* flowering of *Oncidium varicosum* mericlones (Orchidaceae). *Plant Science Letters* 35: 73-55.
- Khoddamzadeh A. A., Sinniah U. R., Midhzar P. L., Kadir M. A., Kadzimir S. B., Mahmood M. 2011. Cryopreservation of protocorm-like bodies (PLBs) of *Phalaenopsis bellina* (Rchb.f.) christenson by encapsulation-dehydration. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 107:471-481.
- Kim S. J., Hahn E. J., Heo J. W., Paek K. Y. 2004. Effects of LED on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of *Chrysanthemum* plantlets *in vitro*. *Sci. Hort.* 101: 143-151.
- Kulus D., Zalewska M. 2014. Cryopreservation as a tool used in long-term storage of ornamental species-A review. *Scientific Horticulture* 168: 88-107.
- Lee E. H. E., Laguna A., Murguía J., Iglesias-Andreu L., García B., Escobedo D., Martínez Y. M., Barredo F. A., Santana N. 2010. Un protocolo de embriogénesis somática para la regeneración y caracterización *in vitro* de *Laelia anceps* ssp. *Dawsonii*. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33(4):323- 332.
- Lee Y. G., Popova E., Cui H. Y., Kim H. H., Park S. U., Bae C. H., Lee S. C., Engelmann F. 2011. Improved cryopreservation of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*) using droplet-vitrification. *Cryo Letters* 32(6): 486-497.
- Lin Y., Li J., Li B., He T., Chun Z. 2011. Effects of light quality on growth and development of protocorm-like bodies of *Dendrobium officinale* *in vitro*. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 105: 329-335.
- Mengxi L., Zhigang X., Yang Y., Yijie F. 2011. Effects of different spectral lights on *Oncidium* PLBs induction, proliferation, and plant regeneration. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 106: 1-10.
- Mohanty P., Das M. C., Kumaria S., Tandon P. 2012. High-efficiency cryopreservation of the medicinal orchid *Dendrobium nobile* Lindl. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 109:297-305.
- Mohanty P., Das M. C., Kumaria S., Tandon P. 2013. Cryopreservation of pharmaceutically important orchid *Dendrobium chrysanthum* Wall. ex Lindl., using vitrification based method. *Acta Physiology Plantarum* 35:1373-1379.
- Murillo T. M. M. 2016. Desarrollo *in vitro* de microplantas de *Oncidium tigrinum* y *Laelia autumnalis* iluminadas con diodos emisores de luz (LEDs). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 123 p.
- Neto N. B. M., Custódio C. C. 2005. A medium for non-commercial sowing of orchid seed. *Selbyana* 316-317.
- Poudel P. R., Kataoka I., Mochioka R. 2008. Effect of red- and blue-light-emitting diodes on growth and morphogenesis of grapes. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 92: 147-153.
- Pritchard H. W., Seaton P. T. 1993. Orchid seed storage: historical perspective, current status, and future prospects for long-term conservation. *Selbyana* 89-104.
- Romero-Tirado R., Luna-Rosales B. S., Barba-Álvarez A. 2007. Uso de complejos comerciales como sustitutos de componentes del medio de cultivo en la propagación *in vitro* de *Laelia anceps*. *Lankesteriana* 7(1-2):353-356.
- Salazar G. A. 2013. Two additions to the Mexican Orchid flora. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84:378-380.
- Sim G.E., Loh C.S., Goh C. J. 2007. High frequency early *in vitro* flowering of *Dendrobium Madame* Thong-In (Orchidaceae). *Plant Cell Reports* 26, 383-93.
- Sudhakaran S., Teixeira da Silva JA., Sreeramanan S. 2006. Test tube bouquets - *in vitro* flowering. En: Teixeira da Silva JA. Ed. Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology: advances and Topical Issues (1st edn, Vol. II), 336-346. Isleworth, UK: Global Science Books, Ltd.,
- Teixeira da Silva J. A., Kerbaux G. B., Zeng S. Chen Z., Duan J. 2014. *In vitro* flowering of orchids. *Critical reviews in biotechnology* 34(1): 56-76.
- Tsiftsis S., Tsiripidis I., Karagiannakidou V. 2009. Identifying areas of high importance for orchid conservation in east Macedonia (NE Greece). *Biodiversity and conservation* 18(7): 1765-1780.
- Vaz A. P. A., Rita de Cássia L., Kerbaux G. B. 2004. Photoperiod and temperature effects on *in vitro* growth and flowering of *P. pusilla*, an epiphytic orchid. *Plant Physiology and Biochemistry* 42(5): 411-415.
- Verma J., Sharma K., Thakur K., Sembi J. K., Vij S. P. 2014. Study on seed morphometry of some threatened Western Himalayan orchids. *Turkish Journal of Botany* 38: 234-251.
- Wang G., Xu Z., Chia, T. F., Chua N. H. 1997. *In vitro* flowering of *Dendrobium candidum*. *Science in China Series C: Life Sciences* 40(1): 35-42.

CARACTERÍSTICAS ORNAMENTALES DE ORQUÍDEAS SILVESTRES Y SU PROPAGACIÓN CON FINES COMERCIALES. ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE *ex situ*

ORNAMENTAL CHARACTERISTICS OF WILD ORCHIDS
THEIR PROPAGATION WITH COMMERCIAL PURPOSES
AND ALTERNATIVE OF *ex situ* EXPLOITATION

Tejeda-Sartorius, O.^{1*}; Téllez-Velasco, M.A.A.²; Trejo-Téllez, L.I.¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. ²Universidad Nacional Autónoma de México, Jardín Botánico del Instituto de Biología, Delegación Coyoacán, 04510. México, D.F.

*Autor de correspondencia: olgats@colpos.mx



RESUMEN

La demanda actual de nuevos productos florícolas nativos, mejorados o en su estado silvestre, así como las oportunidades de comercialización, deben aprovecharse lo cual abre la posibilidad de conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. La introducción de orquídeas silvestres (Orchidaceae) a un cultivo masivo es un reto importante, dado que el manejo en invernadero altera su patrón de crecimiento y comportamiento de la floración, debido a la variabilidad genética intraespecífica. Las características que suelen evaluarse en plantas con fines ornamentales están relacionadas con la inflorescencia: longitud, número y tamaño de flores, vida de la flor; además de la arquitectura vegetativa, en la que se considera el tamaño de la hoja y pseudobulbo y manejo en maceta, entre otros. Se presentan resultados de investigación y difusión del uso de especies de orquídeas silvestres como plantas de ornato, como un reto y oportunidad de conservación.

Palabras clave: Conservación, micro propagación, productos florícolas, manejo hortícola.

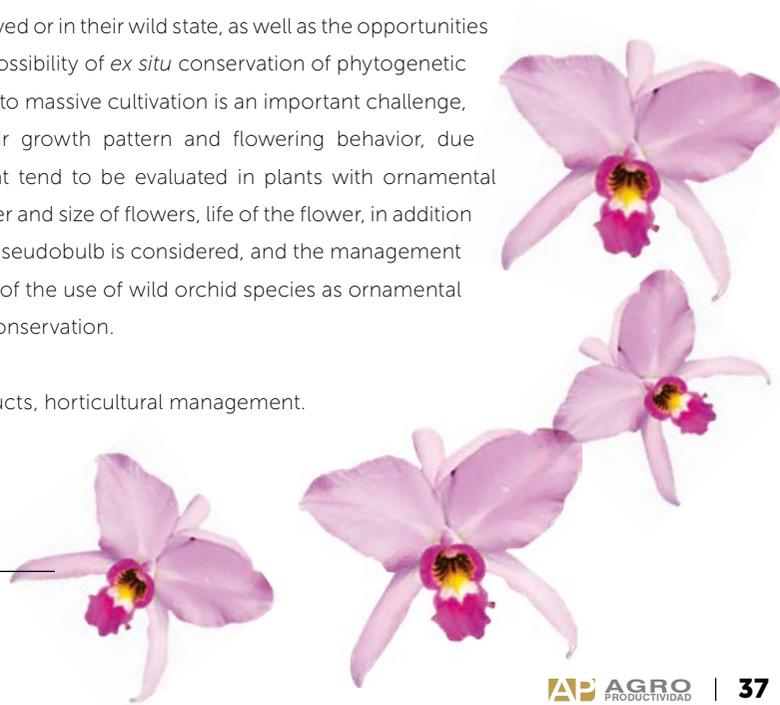
ABSTRACT

The current demand for new native flower products, improved or in their wild state, as well as the opportunities for their trade, must be taken advantage of, opening the possibility of *ex situ* conservation of phylogenetic resources. The introduction of wild orchids (Orchidaceae) to massive cultivation is an important challenge, given that their management in greenhouse alters their growth pattern and flowering behavior, due to intraspecific genetic variability. The characteristics that tend to be evaluated in plants with ornamental purposes are related, with the inflorescence: length, number and size of flowers, life of the flower, in addition to the plant architecture, in which the size of the leaf and pseudobulb is considered, and the management in pot, among others. Results from research and diffusion of the use of wild orchid species as ornamental plants are presented, as a challenge and opportunity for conservation.

Keywords: Conservation, micro propagation, flower products, horticultural management.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 6, junio. 2017. pp: 37-45.

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



INTRODUCCIÓN

La producción mundial de orquídeas

Una vez que el primer híbrido de orquídea para flor de corte se desarrolló, la investigación se enfocó en generar protocolos de producción comercial: medios de cultivo, programas de fertilización, evaluación de la influencia de factores ambientales, tales como el fotoperiodo y temperatura, en la inducción a floración (Griesbach, 2002). La popularidad del género *Phalaenopsis* creció a partir de la década de los 80's y condujo naturalmente a la creación de muchos híbridos artificiales. En la actualidad, *Phalaenopsis* es el género de orquídeas que cuenta con más protocolos de mejoramiento y producción masiva, y su cadena de producción está al alcance internacional: las operaciones de mejoramiento tienen lugar en EEUU. Los clones seleccionados son enviados a Japón donde se inicia la propagación de cultivo de tejidos. Los cultivos exitosos son remitidos a China para proliferación masiva. Las plántulas crecidas *in vitro* son consignadas a Holanda para producción en invernadero. Finalmente, las plantas en floración regresan a EEUU para su venta al consumidor final (Griesbach, 2002).

La conservación *ex situ* de orquídeas silvestres

Un programa de conservación de orquídeas es muy complejo, pues requiere infraestructura e inversión intelectual significativa. Las especies de orquídeas declinan a una tasa acelerada y no hay suficientes recursos y capacidades técnicas para revertir la pérdida de hábitat, especialmente, aquellos de hotspots. Sin embargo, es urgente el impulso de actividades tecnológicas y hortícolas, en medios *ex situ*, para la restauración de especies *in situ* (Swarts y Dixon, 2009). Sarasan *et al.* (2006) señalan que la investigación biotecnológica y sus aplicaciones deben tener como objetivo principal conservar plantas amenazadas, principalmente las endémicas de los hotspots.

Las orquídeas tienen variados intereses antropogénicos: medicinal, alimenticio, cosmético, así como socio-cultural y religioso. La tenencia de grandes colecciones privadas (para el que el tráfico ilegal es un negocio muy lucrativo pero no sustentable), es otro de los mayores intereses. Sin embargo, el uso más popular de las orquídeas es el estético, el de embelle-

cer espacios, por el interés y armonía que provoca "traer la naturaleza a casa". Las orquídeas tienen el valor más alto en producción hortícola comercial y son, en consecuencia, las más propensas a la caza furtiva ilegal de plantas del medio silvestre (Roberts y Dixon, 2008). Además de las iniciativas exitosas por preservar los hábitats naturales, muchos proyectos alrededor del mundo han demostrado que es posible traer, tanto especies amenazadas a cultivo, como reintroducirlas exitosamente en la naturaleza (Seaton *et al.*, 2013). De esta manera, el aprovechamiento sustentable a través de métodos hortícolas de multiplicación, es fundamental en las formas de conservación *ex situ*. Aunque las técnicas de conservación *ex situ* no deben verse como un sustituto de programas efectivos de conservación *in situ*, son de suma importancia debido a los riesgos y problemas que implica la conservación de las poblaciones *in situ*. En este sentido, la conservación *ex situ* y el almacenamiento del germoplasma, juegan un papel clave en los programas de conservación (Seaton *et al.*, 2010).

Unidades de Manejo Ambiental (UMA) y otros puntos de venta de orquídeas

La forma legal más importante de propagación de orquídeas en México es a través de las Unidades de Manejo Ambiental (UMA), promovidas y apoyadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Las UMA se refieren a los predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado, y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen (LGVS, Art. 3) (SEMARNAT, 2016). Las UMA pueden estar sujetas a dos tipos de manejo: i) en vida libre (UMA extensiva); ii) en cautiverio o confinamiento (antes UMA intensiva), actualmente Predios o Instalaciones (PIMVS), como viveros y jardines botánicos, que manejan vida silvestre en forma confinada, fuera de su hábitat natural (Reglamento de la LGVS, Art. 2, 24, 131) con propósitos de reproducción controlada de especies o poblaciones, para su aprovechamiento con fines comerciales (Reglamento de la LGVS, Art. 2), (SEMARNAT, 2014). Algunos ejemplos de

Cuadro 1. Unidades de manejo ambiental (UMA) comercializadoras de orquídeas de México.

Unidad de Manejo Ambiental	Localidad	Número de especies	Propósito
Vivero Anatolia	Coatepec, Veracruz	25	Comercial
La Selva	Catemaco, Veracruz	85	Comercial
La Joya de Guadalupe	Atlixco, Puebla	60	Comercial

Fuente: Menchaca *et al.* (2012).

UMAs intensivas (PIMVS) se observan en el Cuadro 1. Menchaca *et al.* (2012) señalan que han asesorado y realizado el plan de manejo ambiental a los viveros Anatolia y La Selva. Asimismo, indican que es importante que los viveros se vinculen con centros de propagación masiva de plántulas, para que puedan satisfacer la demanda del mercado.

En el Cuadro 2 se observan otros viveros o centros especializados importantes de producción de orquídeas en México. "Orquídeas Río Verde", si bien está registrado como UMA, también comercializa híbridos.

Asimismo, hay UMAs dedicadas a la conservación *in situ* de orquídeas, como Los Ocotones y Orquídeas Moxviquil, ubicadas en Chiapas; o la UMA Orquidario Chapingo. Todas estas UMAs tienen principalmente fines de conservación y educativos, y no reportan comercialización. Con base en los ejemplos de los Cuadros 1 y 2, y a pesar de varios otros que pueden existir en el país, se especula que son pocas UMAs intensivas de orquídeas en el país, comparadas con el potencial de comercialización legal que podría aprovecharse.

Avances en la producción de orquídeas silvestres

La saturación del mercado con productos florícolas, tales como rosas, claveles, crisantemos, gerberas, lilis e híbridos de orquídeas, ha promovido un creciente interés en novedades, ya sea cultivares o introducciones de la vida silvestre, por lo que los países buscan en su flora nativa la potencialidad para tales introducciones (Heywood, 2003). Varios géneros y especies de orquídeas están también considerados en el grupo "flores tropicales" (donde quedan incluidos las aves del paraíso, heliconias y anturios). Sin embargo, entre otras cosas, el tamaño y peso de estas flores complica su manejo y poscosecha, factores que las hacen más costosas al consumidor (Pizano, 2005). Este es un ejemplo del amplio camino por recorrer en la búsqueda de novedades florícolas. Si bien se indica que las orquídeas se

encuentran entre los productos florícolas más importantes del comercio internacional, es importante resaltar que los híbridos y cultivares de orquídeas están basados en unos cuantos géneros, principalmente *Phalaenopsis*, *Dendrobium*, y *Cymbidium*. Si se considera que la familia Orchidaceae, dentro de las angiospermas es la segunda más abundante en especies, con cerca de 25 000 especies y 736 géneros (Dressler, 2005; Chase *et al.*, 2015), está por demás decir que el terreno de las orquídeas por explorar es muy amplio, desde el punto de vista de sus características ornamentales. Específicamente en México, las posibilidades también son muy amplias, con 1,260 especies aproximadamente, pertenecientes a 170 géneros y su alto porcentaje de endemismo (40%) (Soto-Arenas *et al.*, 2007; Salazar, 2009).

Consideraciones para comercializar orquídeas silvestres

La introducción de orquídeas silvestres con atributos ornamentales para propagación masiva y metas comerciales, es un reto muy difícil. Los géneros y especies de orquídeas consolidados actualmente en el comercio internacional han requerido de una basta y extensa red de investigaciones, de protocolos de propagación, manejo hortícola, mejoramiento o transformación genética, etcétera, que han originado los miles de híbridos de *Phalaenopsis*, *Dendrobium* y *Cymbidium*, entre otros. Los grupos más preocupados por la conservación apuestan por la propagación de especies silvestres, con énfasis en aquellas en peligro de extinción. Se considera que la propagación y comercialización de las especies promoverá la circulación de las plantas en la sociedad para desalentar su extracción ilegal e incontrolada de los hábitats naturales. Los aspectos generales para un proceso de producción comercial se valoran en las siguientes líneas:

- Estudios de mercado y planes de negocio para conocer la aceptación y preferencia de las especies o productos florícolas de orquídeas, estimación de ingresos etcétera.

Cuadro 2. Viveros comercializadores de orquídeas en México.

Viveros	Ubicación	Número de especies comercializadas	
		Especies nativas	Híbridos
Orquídeas Río Verde	Temascaltepec, Estado de México	17	45-50 <i>Epicattleya</i> , <i>Cattleya</i> , <i>Oncidium</i> , <i>Paphiopedillum</i>
Orquídeas Monarca	Tuxpan, Michoacán	---	Sólo <i>Phalaenopsis</i>
Viveplants S. P. R. de R. L.	Manzanillo, Colima	---	45 <i>Cymbidium</i> , <i>Dendrobium</i> , <i>Oncidium</i> , <i>Vanda</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de información contenida en: <http://www.orquideas.com.mx/>; <https://es-la.facebook.com/OrquideasMonarac/>; <http://www.viveplants.com/>

-  La generación de protocolos para la micropropagación masiva *in vitro* (métodos biotecnológicos) en laboratorios certificados o UMAs.
-  El manejo hortícola de la propagación en invernadero implica, entre otras cosas: manejo de fertilización, luz, temperatura, humedad, sustratos y contenedores; aplicación exógena de hormonas.
-  Uniformidad de la floración y programación para fechas importantes en el mercado.
-  Manejo poscosecha. La producción de orquídeas, en invernadero o vivero, con todas las técnicas y cuidados posibles, puede perder valor en el mercado, si no se prevé y considera con seriedad el manejo que se le dé a las plantas, ya sea en maceta o como flor cortada, en el transporte destinado para viveros comercializadores, "tianguis" de flores o cualquier otro punto de venta, o bien, a consumidores finales.
-  Generación de híbridos a través de diversas técnicas de mejoramiento, para producir materiales nacionales.

sión en los temas que se abordan a continuación.

Algunas de las características ornamentales básicas a considerar en la evaluación de especies de orquídeas, se resumen brevemente en las siguientes líneas.

Características florales

¿Flores grandes o pequeñas? La demanda de productos florícolas indica que el consumidor prefiere flores grandes, vistosas y espectaculares, porque en parte, es lo que la oferta florícola ha promovido. Cuando las flores de las especies silvestres son grandes, la inflorescencia posee pocas flores, tal es el caso de *Laelia anceps*, que puede dar como máximo 4 a 5 flores; *Rhynchoaelia digbyana* que exhibe una sola flor de 16 cm por planta; sin embargo, algunas son más espectaculares como *Encyclia cordigera*, que muestra de 5 a 15 flores, y cada flor de 8 cm.

Cuando las flores son pequeñas, las inflorescencias suelen tener muchas flores, como *Trichocentrum stramineum*, o bien, las del género *Oncidium*, como *O. sphacelatum* u *O. ornithorhynchum* con gran cantidad de flores, cada una de 1.5 cm; o bien, *Gongora galeata* que tiene un racimo con numerosas flores de 2 cm. En cambio, flores medianas y solitarias, como los casos de *Lycaste aromatica* o *Maxillaria elatior*, pueden tener muchas flores en un contenedor. ¿Qué pasa, entonces, si se ofertan plantas con otro tipo de inflorescencias, pequeñas, o múltiples en el contenedor? ¿Podrían ser igualmente atractivas que las de flores grandes?, (Figura 2).

Tiempo de vida de la flor: Uno de los factores que llama la aten-

La variabilidad genética de orquídeas silvestres y propagación comercial

La variabilidad genética de las especies genera individuos diferentes aunque sean de la misma especie, con atributos particulares para adaptarse a cambios del ambiente, los cuales son muchas veces drásticos en sus hábitats naturales. La variabilidad genética, a largo plazo, permite la conservación de la especie y poblaciones (SEMARNAT, 2011). La variación puede dar gratas sorpresas a los cultivadores aficionados de orquídeas cuando individuos de la misma especie en su colección producen formas variadas de flores, en cuanto a cantidad, tamaño, forma y color; incluso, cuando presentan diferencias en su arquitectura vegetativa o crecimiento. Sin embargo, para los cultivadores comerciales esto puede no ser precisamente grato porque lo que se busca es la uniformidad de la floración y arquitectura de la planta, promovidas en sus atributos de venta. Es aquí cuando surge la disyuntiva del tipo de material a usar por los propagadores, si los avances científicos y hortícolas son lentos, o incluso escasos, en países como el nuestro. Tenemos amplia y reconocida diversidad mundial de orquídeas, pero poco trabajo hortícola con materiales nativos. Tal como señalan Sugapriya *et al.* (2012), el trabajo de investigación para la evaluación y generación de híbridos comerciales y variedades para su disponibilidad en el mercado, es muy limitada. La generación de materiales propios de orquídeas, híbridos o silvestres aptos para comercializar, implica un camino largo de trabajo multidisciplinario.

Características ornamentales de las orquídeas silvestres

Para orquídeas se plantean preguntas importantes acerca del cómo se puede iniciar la búsqueda de atributos florícolas atractivos, es decir, ¿qué características evaluar con fines ornamentales? Los investigadores que trabajan con estos materiales, parten, en primera instancia, de la observación y el registro de los caracteres cualitativos y cuantitativos de la especie o especies a evaluar. Sin duda, el atributo más atractivo de una orquídea es su flor, por lo que la atención se centra en tamaño, color, forma, aroma y periodo de vida. Sin embargo, el análisis de características vegetativas, no debe descartarse porque influyen en los procesos de inducción floral y desarrollo de la flor (Zimmerman, 1990; Zeevaart, 2008; Wang *et al.*, 2008). La Figura 1 muestra características básicas de la morfología de orquídeas, para mayor compren-

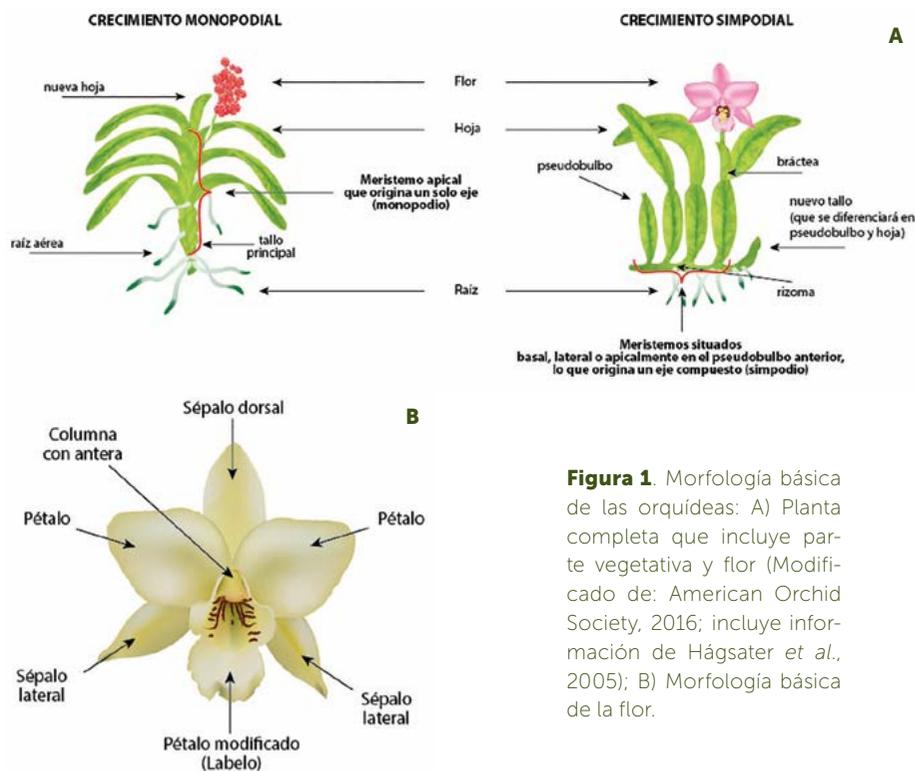


Figura 1. Morfología básica de las orquídeas: A) Planta completa que incluye parte vegetativa y flor (Modificado de: American Orchid Society, 2016; incluye información de Hágsater *et al.*, 2005); B) Morfología básica de la flor.

ción de varios híbridos, como de *Phalaenopsis* o *Cymbidium*, es la larga vida de su floración, que alcanza ocho semanas o más. Varias especies silvestres de orquídeas tienen también amplios periodos de vida de sus flores. Por ejemplo, *Barkeria scandens* es de ocho semanas; la de *Prosthechea radiata* es de hasta siete semanas, *Laelia autumnalis* hasta cuatro semanas, algunas subespecies de *Laelia anceps* tiene floración con un periodo de hasta siete semanas. Así, el periodo de vida de la flor o de

la floración es otro de los aspectos más sobresalientes a considerar para una selección de orquídeas con fines ornamentales.

Longitud y grosor del tallo floral: Un aspecto derivado de la evaluación previa de la floración es analizar si la especie sería más factible trabajarla como flor de corte o como planta en maceta, por lo que la longitud y grosor del tallo floral per se es importante, tanto para su manejo en invernadero, como para su transporte.

El labelo: El labelo es un pétalo modificado (Figura 1B) y constituye, muchas veces, la parte más conspicua y llamativa de la flor de una orquídea, por lo que es un aspecto relevante en la evaluación ornamental.

Características vegetativas

La arquitectura de una orquídea es subestimada por la ciencia porque la atención se centra en la flor, pero la descripción adecuada de la dinámica de crecimiento vegetativo, es un prerequisite necesario (Rasmussen, 1986), ya sea para estudios ecológicos u hortícolas.

Hojas y pseudobulbos: Desde el punto de vista hortícola, tanto hojas como pseudobulbos deben ser saludables y turgentes. Cuando se comercializa la planta en maceta, si estos requisitos no se cumplen, pueden disminuir el valor y atractivo de la flor. Es importante tomar en consideración el tamaño de estas estructuras porque puede influir tanto en el manejo, como en el comportamiento de las características de la floración, antes citadas. Algunos autores han reportado que el paso del periodo juvenil (vegetativo) a reproductivo (inducción de la floración) en orquídeas puede depender, entre varias otras cosas, del tamaño de hojas y pseudobulbos



Figura 2. Algunas especies de orquídeas silvestres con distribución en México, con atractivo ornamental. A) *Oncidium sphacelatum*, B) *O. ornithorhynchum*, C) *Lycaste skinneri*.

(Paradiso y De Pascale, 2014). Si bien esta es una característica que puede variar con el manejo hortícola y, por ejemplo, con el suministro de una adecuada nutrición, se puede adelantar el paso del periodo juvenil a adulto (madurez reproductiva).

Raíces: Quizá para algunos aficionados poco familiarizados con el cultivo de orquídeas, las raíces no forman parte de su prioridad en el desarrollo de la planta. Sin embargo, un cultivador comercial sabe bien que el cultivo saludable de las raíces es tan importante como el llevarla a floración. Dado que muchas especies con atractivo ornamental son epífitas (que crecen sobre los árboles), sus raíces están diseñadas para retener la humedad y sales disueltas en el agua de lluvia. Así, al llevarlas a cultivo y cuando la característica de su crecimiento es simpodial (Figura 1A), el manejo se complica: los vástagos van llenando el contenedor hasta que lo sobrepasan, y en combinación con sus nuevas raíces, ambas estructuras de crecimiento salen del mismo, al grado que éste no resulta práctico y se complica el manejo y transporte de la planta. El cultivador debe estimar este aspecto porque no es recomendable estar cambiando el recipiente continuamente. En la Figura 1A se puede advertir que el tipo de crecimiento de una orquídea, monopodial o simpodial, establece las condiciones de adaptabilidad a un contenedor determinado.

Caso. *Laelia anceps* subesp. *anceps*

Se han evaluado diferentes aspectos hortícolas de *Laelia anceps* subesp. *anceps*, que si bien es una especie que no está listada en la NOM-059 (SEMARNAT, 2010), es una especie ampliamente usada en hibridación. Algunos ejemplos de híbridos son: *Laelia* Amoena (*L. anceps* × *L. pumilla* f. *coerulea*), *Laelia* Finckeniana (*L. albidaxL. anceps*), Lc. Puppy Love True Beauty HCC/AOS (*Catoxyopsis dubiosa* × *L. anceps*), entre muchos otros (Fordyce, 2005). Otra consideración importante para trabajar con dicha especie es que las laelias representan el clásico concepto popular de una orquídea: gran belleza, abundantes y fáciles de cultivar, y de alguna manera han sido consideradas plantas sagradas en México, siendo ampliamente utilizadas en ceremonias y festividades religiosas (Hágsater et al., 2005). Llamadas comúnmente "Calaveritas", "Lirio de Todos los Santos", "Flor de Muerto", "Flor de las Ánimas", entre otros nombres (Halbinger y Soto-Arenas, 1997); representan cosmogonía especial en la cultura mexicana, lo que ha conducido a una extracción tal de especies de laelias del medio natural, al grado que varias especies de éstas

se encuentran seriamente amenazadas (ejemplo: *Laelia anceps* subesp. *dawsonii*), y al menos alguna de ellas se considera extinta en la naturaleza (*Laelia gouldiana*) (Halbinger y Soto-Arenas, 1997). Por lo anterior, se hace imprescindible trabajar protocolos de propagación para conservación *ex situ* y reintroducción *in situ* en México. *Laelia anceps* subesp. *anceps* es de flores variadas en el tamaño y en la coloración, encontrándose plantas con flores que van desde el morado intenso, pasando por plantas con flores de rosa pálido, hasta plantas con flores blancas o casi blancas llamadas semialbas (Soto-Arenas, 1993). A continuación se muestran algunos aspectos de la fenología floral, resumen de evaluaciones experimentales, como ejemplo de un paso en el análisis de su uso potencial como ornamental.

Fenología floral de *L. anceps* subesp. *anceps*

A través de observaciones en invernadero (con temperatura y humedad relativa promedio de 18.3 °C y 64%) de una población de 25 plantas de *Laelia anceps* subesp. *anceps*, se realizó una descripción crono-fenológica de la fase floral de *Laelia anceps* subesp. *anceps* (Figura 3). Se asignó una clasificación por estados (E) de desarrollo de la fase floral. Se considera el inicio de la aparición de la inflorescencia (EIINF), cuando ésta alcanza 5 cm de longitud.

La fase fenológica floral de *Laelia anceps* subesp. *anceps* se clasifica en los siguientes estados de desarrollo (E): Inicio del desarrollo del tallo floral (EITF). Se contabiliza el tiempo cuando el tallo floral alcanza 5 cm de longitud. Los estados E0 a E5 comprenden crecimiento del tallo floral y del racimo conforme avanza el llenado de los botones florales en las brácteas florales que los cubren (Figura 3A). Los estados E6A a E6D consideran desde el completo llenado de los botones y su salida de las brácteas florales, hasta la separación de los sépalos y visibilidad del labelo (Figura 3B). El estado E6E representa el inicio de la antesis de la primera flor (Figura 3C). El periodo de antesis es de aproximadamente 20 días. El estado E6F representa el inicio de la senescencia de la primera flor (Figura 3C).

En resumen, el periodo para alcanzar la antesis de la primera flor (desde la aparición del tallo floral) es de 130 días en promedio; y el periodo de vida de la flor es de 20 días. Así, la fase fenológica floral completa de *L. anceps* subesp. *anceps* es de aproximadamente 150 días (desde la aparición del tallo floral hasta el inicio de la senescencia), (Figura 3A, 3B y 3C).

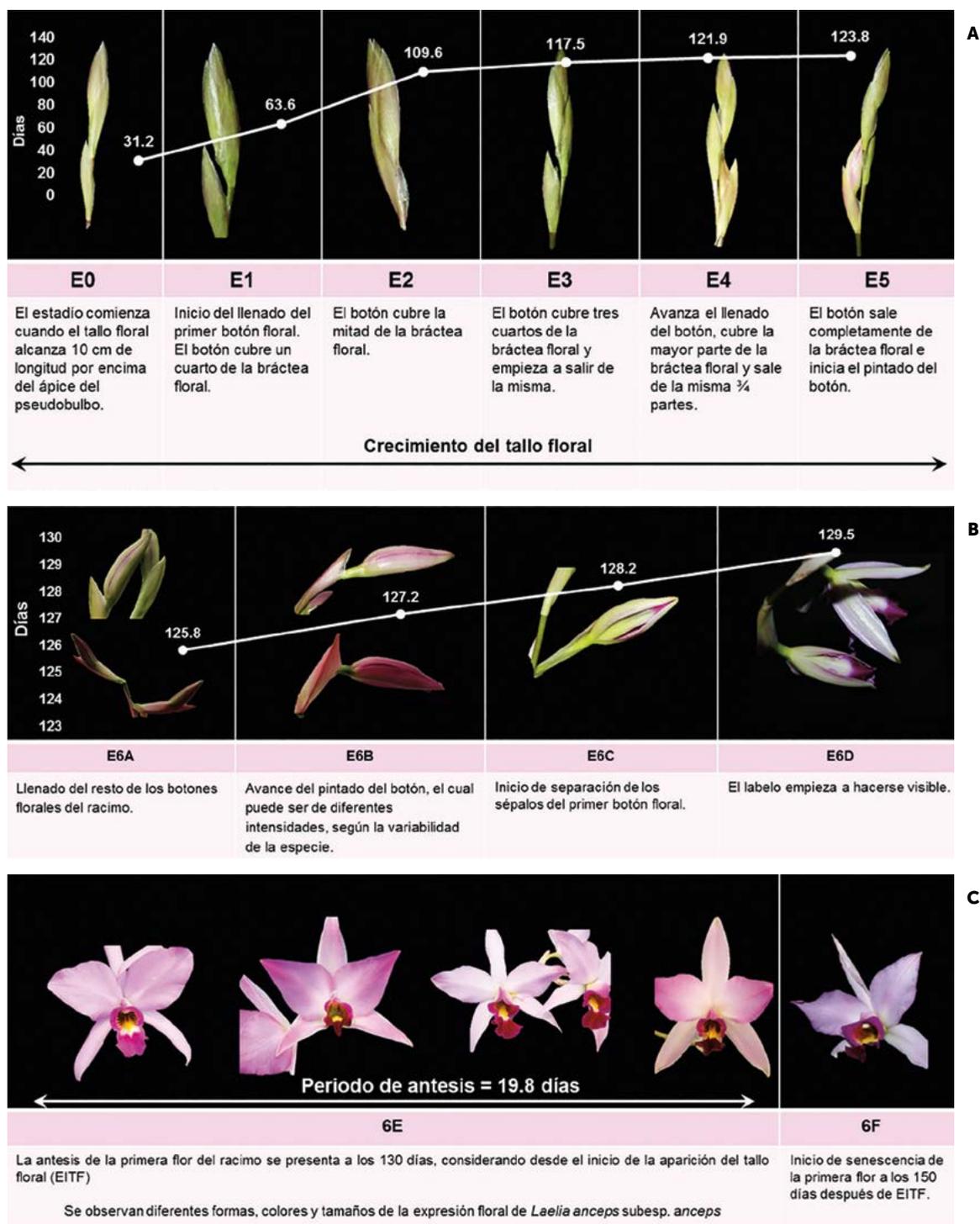


Figura 3. Descripción crono-fenológica de la fase floral de *Laelia anceps* subesp. *anceps* en un cultivo en invernadero (línea blanca). Diferentes estados (E) de la fase floral y sus correspondientes descripciones (A, B, C).

Como se observa, la fase floral hasta la antesis es larga: 130 días (4.3 meses), lo cual puede desalentar a un cultivador comercial. El estadio más largo de la fase floral es el del llenado del botón floral (4.1 meses). En otros trabajos experimentales se ha observado que con manejo de factores como la nutrición y el ambiente, entre otros, esta parte del ciclo puede reducirse. Una vez que

se alcanza el estado E6A (llenado del primer botón), el resto de los botones alcanzan su madurez en poco tiempo (3 a 5 días), dependiendo del número de botones y condiciones ambientales. *Laelia anceps* subesp. *anceps*, en general, es de relativa fácil cultivación, pero como especie ornamental requiere mayor manejo e investigación.

CONCLUSIONES

Desde tiempos inmemoriales las orquídeas han formado parte de la vida de las personas, despertando emociones contemplativas únicas. Teofrasto (371 a.C. - ca. 287 a.C.) nombró por primera vez a estas plantas: "Orchis" del griego que significa "testículo" (Duggal, 1971). Asimismo, destacan los conocimientos y usos medicinales que los chinos dieron a las orquídeas milenios antes de la era cristiana (Hossain, 2011). Además, en tiempos del México prehispánico ya se tenía conocimiento de características y propiedades de las orquídeas, y aunque no está documentado, aparecen registros en el Códice de la Cruz-Badiano, como el de la vainilla (*Vanilla planifolia*) con el nombre *tlilxochitl*; o bien, en el *Rerum Medicarum Novae Hispaniae Thesaurus*, con representaciones de seis orquídeas, como *tlilxochit*, *coatzontecoxochitl* (*Stanhopea hernandezii*) y *Chichiltictepetzacuxochitl* (*Laelia speciosa*), por citar ejemplos. Estas representaciones causaron gran impresión en el mundo europeo (Hágsater *et al.*, 2005).

Sin dejar de considerar otros usos que se le dan en la actualidad, destacando el ornamental como de los más importantes, el recuento de la historia muestra que las orquídeas han logrado posicionarse como uno de los productos florícolas más codiciados, cuyas ganancias son de las más lucrativas en el comercio internacional. Infortunadamente, los países de los *hotspots* más ricos en orquídeas, en su mayoría países en desarrollo, tienen que enfrentar los serios problemas de pérdida de hábitat y de sus especies *in situ*. Al mismo tiempo, deben trabajar arduamente con sus especies para

promover la conservación *ex situ*, como complemento a la conservación *in situ*. Sin embargo, también es loable que vean en sus propios recursos fitogenéticos, una opción de aprovechamiento para la generación de ingresos económicos, y es responsabilidad de todos asegurar que ese aprovechamiento sea sustentable.

La propagación de las orquídeas silvestres debe crecer y extenderse, y el trabajo de los investigadores multiplicarse, para ser capaces de generar materiales propios comerciales. Si bien puede existir desánimo de las organizaciones que intentan crear una UMA, ya sea por el incorrecto planteamiento de los objetivos de la misma o por la dificultad de los trámites burocráticos, se considera importante promover las UMAs intensivas para comercializar las especies de orquídeas, porque es la forma legal de hacerlo en México. El uso de especies nativas, incluso endémicas, usadas como emblemas de las comunidades, puede ser otra forma de incentivar la propagación hortícola de las mismas. Se apuesta a que consiguiendo un mayor uso de orquídeas propagadas legalmente, se puede lograr el empoderamiento de estos materiales entre la sociedad y disminuir la extracción ilegal de especies de sus hábitat naturales. El consumidor final puede considerar que, contrario al pensamiento generalizado de su cultivo, muchas especies son de fácil manejo. Cultivar orquídeas puede ser una tarea fácil si se elige la especie correcta y las condiciones ambientales idóneas para desarrollarlas.

LITERATURA CITADA

- American Orchid Society (AOS). Epiphyte or Terrestrial? Sympodial or Monopodial? Begginers' Newsletter. <http://www.aosforum.org/newsletters/pages/aug09.html> Fecha de consulta: noviembre 2016
- Chase M. W., Cameron K. M., Freudenstein J. V., Pridgeon A. M., Salazar G., van den Berg C., Shiteman A. 2015. An updated classification of Orchidaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 177(2): 151-174; doi:10.1111/boj.12234
- Dressler R. L. 2005. How many orchid species? *Selbyana* 26: 155-158.
- Duggal S. C. 1971. Orchids in human affairs (a review). *Pharmaceutical Biology* 11(2): 1727-1734; doi:10.3109/13880207109066247
- Fordyce F. 2005. A look at *Laelia anceps* and its modern hybrids. *Orchid Digest*. Jan., Feb., March: 17-20.
- Griesbach R. J. 2002. Development of *Phalaenopsis* Orchids for the Mass-Market. In: Janick J., Whipke A. (eds.). *Trends in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA. pp. 458-465.
- Hágsater E., Soto-Arenas M. A., Salazar-Chávez G. A., Jiménez-Machorro R., López-Rosas M. A., Dressler R. L. 2005. Las Orquídeas de México. Instituto Chino. México, D. F. 304 p.
- Halbinger F., Soto M. 1997. Laelias of Mexico. *Revista del herbario AMO* 15: 51-62.
- Heywood V. 2003. Conservation and Sustainable Use of Wild Species as Sources of New Ornamentals. *Acta Hort.* 598: 43-53; doi:10.17660/ActaHortic.2003.598.5
- Ley General de Vida Silvestre. 2016. Diario Oficial de la Federación, México.
- Hossain M. M. 2011. Therapeutic orchids: traditional uses and recent advances-An overview. *Fitoterapia* 82: 102-140.
- Menchaca G. R. A., Lozano R. M. A., Sánchez M. L. 2012. Estrategias para el aprovechamiento sustentable de las orquídeas de México. *Rev. Mex. Cien. For.* 3(13): 9-16.
- Paradiso R., De Pascale S. 2014. Effects of plant size, temperature, and light intensity on flowering of *Phalaenopsis* hybrids in Mediterranean greenhouses. *The Scientific World Journal* 2014: Article ID 420807: 1-9; doi:10.1155/2014/420807
- Pizano M. 2005. International Market Trends-Tropical Flowers. *Acta Hort.* 683: 79-86; doi:10.17660/ActaHortic.2005.683.6.
- Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 2014. Diario Oficial de la Federación, México.
- Raamussen H. 1986. The vegetative architecture of orchids. *Lindleyana* 1(1): 42-50.

- Roberts D. L., Dixon K. W. 2008. Orchids. *Current Biology* 18(8): 325-329; doi:10.1016/j.cub.2008.02.026
- Salazar G. A. 2009. Orquídeas. *In: Lot A., Cano Z. (eds.). Biodiversidad del ecosistema Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp. 153-169.*
- Sarasan V., Cripps R., Ramsay M. M., Atherton C., Mcmichen M., Prendergast G., Rowntree J. K. 2006. Conservation *in vitro* of threatened plants- progress in the past decade. *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant* 42: 206-214; doi:10.1079/IVP2006769
- Seaton T. P., Hu H., Perner H., Prichard H. J. 2010. *Ex Situ* Conservation of Orchids in a Warming World. *The Botanical Review* 76: 193-203; doi:10.1007/s12229-010-9048-6
- Seaton P., Kendon P. J., Pritchard H. W., Puspitaningtyas D. M., Marks T. R. 2013. Orchid conservation: the next ten years. *Lankesteriana. International Journal on Orchidology* 13(1-2): 93-101; doi:10.15517/lank.v0i0.11545
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059. 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, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre del 2010.
- Soto-Arenas M. A. 1993. Clasificación infraespecífica de *Laelia anceps*. *Orquídea (Méx.)* 13(1-2): 125-133.
- Soto-Arenas, M. A., Hágsater E., Jiménez R., Salazar G. A., Solano R., Flores R., Ruiz I. 2007. Orchids of Mexico: Digital catalogue. Instituto Chinoin. Mexico, D.F.
- Sugapriya S., Mathad J. C., Patil A. A., Hegde R. V., Lingaraju S., Biradar M. S. 2012. Evaluation of *Dendrobium* orchids for growth and yield grown under greenhouse. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 25(1): 104-107.
- Swarts N. D., Dixon K. W. 2009. Perspectives on orchid conservation in botanic gardens. Special Issue: Plant science research in botanic gardens. *Trends in Plant Science* 14(11): 590-598; doi:10.1016/j.tplants.2009.07.008
- Wang C. Y., Chiou C. Y., Wang H. L., Krishnamurthy R., Venkatagiri S., Tan J., Yeh K. W. 2008. Carbohydrate mobilization and gene regulatory profile in the pseudobulb of *Oncidium* orchid during the flowering process. *Planta* 227: 1063-1077.
- Zeevaart J. A. D. 2008. Leaf-produced floral signals. *Current Opinion in Plant Biology* 11: 541-547.
- Zimmerman J. K. 1990. Role of pseudobulbs in growth and flowering of *Catasetum viridiflavum* (Orchidaceae). *American Journal of Botany* 77: 533-5427.



IMPORTANCIA Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES EN BOSQUES DE NIEBLA: ESTUDIO DE CASO EN ORQUÍDEAS

IMPORTANCE AND SUSTAINABLE EXPLOITATION OF NON-TIMBER FOREST PRODUCTS IN CLOUD FORESTS: CASE STUDY IN ORCHIDS

Téllez-Velasco, M.A.A.^{1*}; Tejeda-Sartorius, O.²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Jardín Botánico del Instituto de Biología, Delegación Coyoacán, México, D.F. México. C.P. 04510. ²Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco km. 36.5, Montecillo, Municipio de Texcoco, Estado de México. México. C.P. 56230.

*Autor de correspondencia. atellez@ib.unam.mx

RESUMEN

Los Productos Forestales No Maderables (PFNM), son "Todos los productos y servicios vegetales y animales, excluida la madera, derivados de los bosques". Por ejemplo: frutas, nueces, semillas, aceites, especias, resinas, fibras, ceras, gomas, rizomas, plantas medicinales, plantas ornamentales y otros que son recolectados. En el presente, se expone el estado actual de los PFNM con énfasis en orquídeas de bosques de niebla, con el fin de contribuir a generar propuestas que impulsen su aprovechamiento sustentable. Gran parte de los PFNM se consumen en hogares o venden localmente; otros encuentran mercados de exportación, por lo que representan fuente de ingreso económico y empleo para habitantes de comunidades rurales, sobre todo para aquéllas marginadas. Algunos recursos son, o pronto serán variedades cultivadas. Se concluye que los PFNM deben tener prioridad en los programas nacionales para la conservación de los bosques, reducción de pobreza, proyectos de desarrollo rural que garanticen la conservación de los recursos.

Palabras clave: Orchidaceae, bosque de niebla, productos diversos.

ABSTRACT

Non-Timber Forest Products (NTFPs) are "All the plant and animal products and services, excluding wood, derived from the forests". For example: fruits, nuts, seeds, oils, spices, resins, fibers, waxes, gums, rhizomes, medicinal plants, ornamental plants, and others that are gathered. In this study, the current state of the NTFPs is exposed, with an emphasis in cloud forest orchids, with the goal of contributing to generate proposals that drive their sustainable exploitation. A large part of the NTFPs are consumed in households and sold locally; others find export markets, so they represent a source of financial income and employment for inhabitants of rural communities, particularly for marginalized ones. Some resources are, or will soon be, cultivated varieties. It is concluded that the NTFPs should be priority in the national programs for the forest conservation, poverty reduction, rural development projects that guarantee the conservation of resources.

Keywords: Orchidaceae, cloud forest, diverse products.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 6, junio. 2017. pp: 46-53.

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



INTRODUCCIÓN

Los bosques de niebla son los ecosistemas terrestres más amenazados a nivel nacional. Estos bosques son de elevada importancia debido a la extraordinaria biodiversidad que albergan (Challenger, 1998). Además de la importancia ecológica intrínseca de la biodiversidad, numerosas especies de plantas y animales en estos bosques son fuente importante de productos para usos maderables, medicinales, ceremoniales, alimenticios y fines comerciales para los habitantes de estas áreas (Toledo-Aceves, 2010). Se reportan 414 especies de plantas con al menos un uso (Sánchez-Velázquez *et al.*, 2008). También son hábitat de variedades silvestres de plantas de cultivo como papaya (*Carica papaya* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* Mill), maracuyá (*Passiflora* sp.), aguacate (*Persea* sp.), frijol (*Phaseolus vulgaris*), pimiento (*Capsicum* sp.) y papa (*Solanum tuberosum*). Actualmente los remanentes de estos bosques enfrentan amenazas extremas por cambio de uso del suelo debido a ganadería, expansión urbana, caminos, tala selectiva ilegal, sobreexplotación de leña y otros productos forestales no maderables (PFNM), tales como las epífitas (Haeckel, 2006; Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007). Ejemplos de plantas de éstas incluyen la mayoría de las orquídeas, bromelias, helechos, musgos y hepáticas, que juegan un importante papel en la productividad, captación de agua y reciclaje de nutrientes (García-Franco y Toledo-Aceves, 2008), (Figura 1).

En la actualidad más de 1200 millones de personas, en el mundo habitan en regiones forestales y dependen de los bosques y selvas como principal medio de vida. Más del 90% de estas poblaciones se encuentran en niveles elevados de pobreza (López *et al.*, 2005).

Productos Forestales No Maderables

El término Productos Forestales No Maderables (PFNM), fue empleado por primera vez por De Beer y McDermott (1989), quienes propusieron la siguiente definición: "...los productos forestales no maderables abarcan todos los materiales biológicos

diferentes a la madera, que se extraen de los bosques para uso humano...".

De acuerdo con la FAO (2007), los PFNM son bienes de origen biológico, distintos de la madera, derivados del bosque, de otras áreas forestales y de árboles fuera de los bosques, que pueden recolectarse en forma silvestre o producirse en plantaciones forestales o sistemas agroforestales. La parte central del concepto es que el producto que interesa es útil para la sociedad humana. Cualquier parte de un vegetal o un animal aprovechado para usarse para el beneficio humano, puede describirse como un PFNM (Wong y Kisrti, 2001), (Cuadro 1).

Los PFNM, en su gran mayoría de origen vegetal, son utilizados como alimentos y aditivos alimentarios (semillas comestibles, hongos, frutos, condimentos, aromatizantes), fibras, instrumentos o utensilios, resinas, gomas, y otros usados con fines medicinales, cosméticos o culturales (López-Camacho, 2008).

Clasificación

No existe una clasificación estándar de los PFNM, sin embargo, pueden ser ubicados según el producto final, o bien, basados en categorías de uso empleados en estudios de tipo etnobotánico (medicinas, alimentos, bebidas, utensilios, artesanías, toxicas), según la parte utilizada (raíces, hojas, corteza), formas de vida



Figura 1. Productos forestales no maderables: plantas epífitas, una de las mayores riquezas de los bosques de niebla de México.

Cuadro 1. Ecosistemas y especies que proporcionan Productos Forestales no Maderables (PFNM) en México.

Ecosistema	Número de especies	Especies útiles actualmente	Especies de uso comercial	Especies de uso doméstico y regional
Selvas	10 000	200	30	170
Bosques Templados Fríos	7 800	300	30	270
Zonas Áridas y Semiáridas	2 200	450	25	425
Totales	20 000	950	85	865

Fuente: Tapia-Tapia y Reyes-Chilpa, 2008.

(bambú, ratán, palmas), en categorías funcionales (plantas medicinales y aromáticas, carne de animales silvestres), (Wong y Kisrti, 2001), o de acuerdo con los principales sistemas de clasificación internacionales, tales como la Descripción y Sistema Armonizado de Codificación y Descripción de Productos, desarrollado bajo los auspicios del Consejo de Cooperación de Aduanas (FAO, 2002), (Cuadro 2).

En México actualmente los registros oficiales sólo distinguen siete cate-

gorías de PFNM, de las cuales seis son individuales y una general (Cuadro 3).

Las categorías reconocidas son: 1) "Resinas" se extraen de algunas especies de los géneros *Pinus* y *Abies*; 2) "Fibras" para cordelería, textiles, etc.; 3) "Gomas" utilizadas en la industria alimenticia, así como en ungüentos, bálsamos, cosméticos y pegantes; 4) "Ceras" por ejemplo, candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*); 5) "Rizomas" empleados tanto para la extracción

de sustancias de interés farmacéutico (por ejemplo *Dioscorea composita*), como para uso alimenticio (Aráceas); 6) "Tierra de monte" mezcla de diferentes suelos forestales que se demanda para jardines, parques, hogares y viveros; 7) "Otros productos", categoría general que abarca una gran diversidad de bienes tales como frutos, hongos, semillas, plantas medicinales, plantas ornamentales; durante varios años también incluyó "tierra de monte" (Tapia-Tapia y Reyes-Chilpa, 2008).

Cuadro 2. Principales categorías de los Productos Forestales No maderables (PFNM), clasificados principalmente de acuerdo a su utilización final.

PRODUCTOS VEGETALES		PRODUCTOS ANIMALES	
CATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN
Alimentos	Productos vegetales y bebidas, producto de frutas, nueces, semillas, raíces, hongos, etc.	Animales vivos	Principalmente vertebrados como mamíferos, aves, reptiles utilizados o comprados como mascotas.
Forrajes	Forraje para animales, alimento para abejas, producto de las hojas, frutos, etc.	Miel, cera de abejas	Productos proporcionados por las abejas
Medicinas	Plantas medicinales (por ej. hojas, corteza, raíces) utilizadas en la medicina tradicional y/o en las compañías farmacéuticas.	Carne silvestre	Carne proporcionada por animales vertebrados principalmente mamíferos.
Perfumes y cosméticos	Plantas aromáticas que proporcionan aceites (volátiles) esenciales y otros productos utilizados para fines cosméticos.	Otros productos	Invertebrados comestibles tales como insectos animales comestibles, (por ej. Larvas) y otros productos animales "secundarios" (por ej. huevos, nidos).
Teñido y curtido	Material vegetal (corteza y hojas) que proporcionan taninos y otras partes de las plantas (especialmente hojas y frutos) usados como colorantes.	Cueros, pieles para trofeos	Cueros y pieles de animales utilizados para distintos propósitos.
Utensilios, artesanías y materiales de construcción	Grupos heterogéneos de productos incluyendo techado, bambú, rota, hojas para envolver, fibras.	Medicinas	Animales enteros o partes de animales utilizadas como órganos varios utilizados para propósitos medicinales.
Productos ornamentales	Plantas enteras (por ej. Orquídeas) y partes de plantas (ej. Recipientes hechos de raíces) utilizados para propósitos ornamentales.	Colorantes	Animales enteros o partes de animales tales como órganos varios utilizados como colorantes.

Fuente: FAO, 2002.

Cuadro 3 Usos y Categorías de los Principales Productos Forestales No maderables (PFNM) de México.

Productos con alto potencial en desarrollo	Productos con alto potencial para desarrollar
Selvas	
Pimienta (<i>Piper</i> sp.) (condimento) (7) Palma real (<i>Sabal mexicana</i>) (ornamental) (7) Palma palapa (<i>Orbignya guacuyule</i>) (construcción) (7) Palma camedor (<i>Chamaedora elegans</i>) (ornamental) (7) Cascalote (<i>Caesalpinia cacalaco</i>) (forrajera, industria farmacéutica) (7)	Chicle (<i>Manilkara zapota</i>) (industria alimenticia) (7) Barbasco (<i>Dioscorea mexicana</i>) (industria farmacéutica- extracción de sapogeninas) (5) Bambú (<i>Olmeca recta</i> , <i>Otatea acuminata</i> , <i>Alonemia clarkie</i>) (construcción y ornamental) (7) Tepescohuite (<i>Mimosa tenuiflora</i>) (medicinal-cosmético) (7) Memela o "rattan mexicano" (<i>Clusia</i> spp.) (Construcción) (7)
Bosques templados-fríos	
Resina de pino (<i>Pinus</i> spp.) (industria química) (1) Hongo blanco (<i>Tricholoma magnivelare</i>) (comestible) (7) Heno (<i>Tillandsia</i> sp., <i>Clitoria ternatea</i> L.) (ornamental) (7) Vara de perilla (<i>Simphoricarpus microphyllum</i>) (industrial/ artesanal-escobas) (7) Musgo (<i>Polytrichum</i> spp., <i>Hypnum</i> , <i>Thuidium</i> , <i>Leptodontium</i> y <i>Campylopus</i>) (ornamental) (7)	Hongos (comestible) (7) Laurel (<i>Nerium oleander</i>) (condimento, industria alimenticia / cosmética / farmacéutica) (7) Raíz de zacatón (<i>Muhlenbergia</i> sp.) (artesanal- fabricación de escobetillas) (5) Nuez (<i>Juglans</i> sp.) (comestible) (7) Piñüica (<i>Arctostaphylos</i> sp.) (medicinal) (7)
Zonas áridas y semiáridas	
Candelilla (<i>Euphorbia antisiphylitica</i>) (industria cosmética) (4) Lechuguilla (<i>Agave lechuguilla</i>) (industria cosmética- saponinas para jabones y como fibra para la fabricación de cuerdas) (2) Palmilla (<i>Yucca schidigera</i>) (industria alimenticia: espumantes, industria farmacéutica: esteroides) (7) Orégano (<i>Lippia graveolens</i> H.BK.) (condimento) (7) Maguey (<i>Agave salmiana</i>) (artesanal / industrial- bebidas fermentadas) (7)	Jojoba (<i>Simmondsia chinensis</i>) (industria alimenticia / cosmética / farmacéutica) (7) Sábila (<i>Aloe vera</i>) (industria – alimenticia / cosmética / farmacéutica) (7) Nopal (<i>Opuntia</i> sp.) (industria- alimenticia / cosmética / farmacéutica) (7) Damiana (<i>Nolina cespitifera</i>) (ornamental, forrajero) (7) Piñón (<i>Pinus</i> sp.) (comestible) (7)
Categoría: (1) Resinas, (2) Fibras, (3) Gomas, (4) Ceras, (5) Rizomas, (6) Tierra de Monte, (7) Otros productos.	
¹ Bajo comercialización, la mayoría cuenta con investigación sobre usos, fuentes, manejo y mercados; la mayoría son productos unitarios, es decir con un uso o fin único.	
² Bajo comercialización, la mayoría cuenta con información sobre usos. Fuentes. Manejo, pero no sobre mercados; con potencial de diversificación de productos, para diversos usos.	

Fuente: Tapia-Tapia y Reyes-Chilpa, 2008.

Importancia

En América los PFNM se han utilizado desde épocas prehispánicas y las técnicas tradicionales para su aprovechamiento y comercialización se han transformado desde entonces hasta nuestros días (López *et al.*, 2005). Asimismo, han sido un elemento muy importante en la definición del desarrollo socioeconómico y cultural de muchas regiones rurales de México. Tal es el caso del henequén y el chicle en la Península de Yucatán; el mezcal y el tequila en muchas zonas de climas semiáridos; el carbón vegetal de zonas templadas; la cera de candelilla y la fibra de ixtle de zonas áridas del norte del país. Los PFNM desempeñan un papel crucial en la vida cotidiana y en momentos difíciles de las comunidades locales ya que permiten la generación de empleo y nuevos ingresos para los pobladores que se encuentran involucradas en su explotación. La mayor parte de los PFNM forman parte del conjunto de recursos naturales de que disponen los campesinos y a los que recurren para diversifi-

car y completar su economía, basada ampliamente en el autoconsumo en diversas regiones del mundo, sobre todo de los países en desarrollo (Chandrasekharan *et al.*, 1996; FAO, 2002). Los PFNM son relevantes para la economía familiar, no solo por el monto obtenido por la venta en pequeña escala, sino por la época del año en que se puede realizar la venta; ya que existen especies que solo están presentes en ciertas estaciones del año, como de otras especies que se pueden extraer y comercializar casi en cualquier momento del año; además por la generación de pequeños oficios (producción artesanal) (Pulido *et al.*, 2010). Los PFNM también desempeñan papeles vitales en la cultura local, la identidad, los mitos, el folklor y las prácticas rituales en cada región del mundo (Shanley *et al.*, 2008).

Participantes

De la Peña e Illsley (2001) señalan que en México frecuentemente son las mujeres, los niños o ancianos

quienes se dedican a la extracción y beneficiado de los PFNM, ya sea recolectando, o preparando alguna materia prima para elaborar artesanías con el fin de obtener algún ingreso económico. Otras veces son los hombres quienes recolectan, por ejemplo, migrantes que regresan al pueblo por temporadas cortas para hacer la cosecha de algún cultivo (en Veracruz, Michoacán o Guerrero). Puede tratarse también de trabajo al cual se aboca la familia entera por temporadas, como el tejido de la palma soyate, en Guerrero, actividad en la que participan desde los niños mayores de seis años hasta ancianos. Para muchas mujeres pobres con hijos pequeños, que por esa razón se ven impedidas para salir de sus pueblos a buscar trabajo remunerado, los PFNM son la única forma de obtener un ingreso mínimo constante que les ayuda a enfrentar los gastos más elementales, como el molido del nixtmal o la compra de útiles escolares.

Comercialización

En México, existen aproximadamente 20,000 especies vegetales, y 950 de ellas proporcionan PFNM útiles, de las cuales el 10% se comercializa y está regulada (Tapia-Tapia y Reyes-Chilpa, 2008). Miles de familias campesinas e indígenas que habitan en áreas con coberturas boscosas se benefician de la comercialización de dichas especies en mercados locales o regionales (Villa, 2007), (Cuadro 4).

Muchos PFNM se comercializan, a nivel local por los campesinos y pequeños recolectores, llegando al mercado en pequeños volúmenes por medio de intermediarios. En censos oficiales no se tienen registros precisos de los volúmenes que se mueven de estos productos. A pesar de la importancia real y social, las instituciones nacionales no realizan un monitoreo regular de estos recursos, ni realizan una evaluación de la contribución

Cuadro 4. Algunas definiciones de comercialización exitosa de los Productos Forestales No maderables (PFNM). Fuente: Marshall y Schreckenberg, 2006.

<p>1. A NIVEL DEL HOGAR</p> <p>Económico</p> <ul style="list-style-type: none"> • El producto genera ingresos y puede venderse rápidamente. • Da empleo y puede generar suficiente dinero para crear oportunidades para la próxima generación. • La actividad ayuda a cubrir las necesidades básicas del hogar. • La mano de obra (particularmente de las mujeres) es recompensada. <p>Social</p> <ul style="list-style-type: none"> • El ingreso generado contribuye en forma importante a la alimentación, la educación y la salud. • El trabajo es agradable. • Brinda oportunidades para fortalecer las capacidades (a través de nuevas habilidades y redes de intercambio). • Brinda reconocimiento y mejora la autoestima a través de la producción de algo que es valorado. • La actividad contribuye a brindar felicidad a la gente. • Es compatible con otras actividades que generan sustento. <p>2. NIVEL DE LA COMUNIDAD</p> <p>Económico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una alta proporción de los miembros de la comunidad se involucra y beneficia. • Un alto porcentaje del precio del producto queda en la comunidad. • La comunidad productora controla el suministro (y por lo tanto el precio). • El producto tiene más de un comprador. • Hay precios diferenciales para diferentes cantidades. • La cadena de comercialización no es vulnerable al riesgo. 	<p>Social</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay una distribución pareja de los márgenes de ganancia a lo largo de la cadena de valor. • La actividad no provoca conflicto interno de la comunidad. • Permite que la gente se quede en la comunidad en lugar de emigrar. • Fortalece la cultura local y la organización comunitaria. • La actividad mejora el prestigio comunitario. <p>Ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> • El ciclo de comercialización es consistente con la sustentabilidad biológica. • La actividad ayuda a conservar el recurso forestal. <p>3. MÁS ALLA DE LA COMUNIDAD, INCLUIDA LA NACIÓN</p> <p>Económico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existe una cadena de valor que conecta a los productores con los consumidores. • El mercado funciona (los ingresos del productor reflejan los precios a nivel del consumidor). • Hay precios diferenciales para diferentes calidades del producto. • La cadena de comercialización no es vulnerable al riesgo. • La actividad aumenta el empleo. • Aumenta el ingreso por impuestos y exportaciones de los gobiernos nacionales. • Genera prestigio nacional. <p>Social</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora el bienestar de los consumidores. <p>Ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortalece la conservación y desarrollo sostenible de los recursos naturales.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

económica que estos aportan, a diferencia de productos como la madera y los cultivos (FAO, 2002). Existen los casos de PFMN cultivados en plantaciones agroforestales y, por tanto, con producción programada y estrategias de penetración de mercados que pueden llegar a comercializarse a precios muy altos. Existen también los que se extraen y comercializan en grandes volúmenes, alcanzando un manejo de capital importante. Un caso de comercialización, entre muchos, se registra en la región de Valles Centrales de Oaxaca, México, la comercialización de orquídeas (18 spp.), bromelias (13 spp.), compuestas (23 spp), coníferas, helechos y muchas otras especies en el mercado principal de la ciudad de Oaxaca (Central de Abasto), y en los mercados de Cuilapam de Guerrero, Etna, Ejutla, Miahuatlán, Mitla, Ocotlán, Tlacolula, Zimatlán de Álvarez y Zaachila. Así también se evaluó un alto grado (46%) de marginación de las localidades de procedencia de los vendedores de orquídeas y bromelias (Molina *et al.*, 2015). Las principales especies de orquídeas comercializadas son *Laelia furfuracea*, *Prosthechea michuacana* y *Rhynchostele cervantesii* subsp. *membranacea*, mientras que las principales bromelias comercializadas se encuentran *Tillandsia usneoides*, *Tillandsia carlos-hankii* y *Tillandsia imperialis*. El precio de las bromelias, demuestra que en un lapso de 10 años los vendedores han aumentado los precios en 500%. En cuanto a las orquídeas, el precio oscila entre \$7.00 MX, hasta \$206.00 MX por ejemplar (Molina *et al.*, 2015).

Relación de los productos forestales no maderables y el desarrollo

Se ha sugerido que el éxito comercial de un PFMN debería conducir al desarrollo económico, sin embargo a veces esto no ha sucedido debido a: 1) que los beneficios se traspasan a otros, es decir, se genera una dinámica de explotación al recolector por parte de sectores de mayor poder económico y social; 2) que se quebranta la sostenibilidad en uno o más de sus componentes, la disponibilidad biológica del recurso se hace insuficiente, se genera problemas sociales o hay insostenibilidad económica (Pulido *et al.*, 2010). Para que los PFMN cumplan su objetivo de ser económicamente lucrativos y así permitir conservar el bosque y contribuir al desarrollo regional, es casi una condición necesaria que los productores se inserten en una economía de mercado (Marshall *et al.*, 2006).

Iniciativas públicas y/o privadas a favor de los PFMN

Desde hace varios años el Gobierno de México ha im-

pulsado esquemas de manejo forestal sustentable en regiones forestales habitadas por ejidos y comunidades indígenas enfocadas a los PFMN del bosque. Desde 1998, el Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCYMAF), de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), promueve experiencias innovadoras como las relacionadas con fibras, maderas para artesanía, especies, alimentos, bebidas y medicinas, exudados para uso tradicional e industrial, hojas para ornamentales y para construcción (López *et al.*, 2005).

Alianza WWF-Fundación Carlos Slim, en conjunto con el gobierno federal, los gobiernos estatales y municipales, comunidades locales, líderes conservacionistas y organizaciones ambientalistas nacionales e internacionales, apoya desde el 2009 en la Sierra Norte-La Chinantla, Oaxaca, la Estrategia de Conservación de la Biodiversidad y el Desarrollo Sustentable de México. Entre estos proyectos está lo relacionado con la sobreexplotación de recursos forestales maderables y no maderables, en particular en la zona tropical (http://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/2014/10/Sierra_Norte-Chinantla.pdf).

CONAFOR-CONACYT generó el Catálogo de Recursos Forestales Maderables y No Maderables. Árido, Tropical y Templado. Este documento incluye información sobre el conocimiento, técnicas y tecnologías que contribuyen a mejorar los procesos productivos necesarios para la comercialización de los recursos forestales, incluyendo los recolectados en áreas silvestres, cultivados en plantaciones forestales comerciales y los cosechados en Unidades de Manejo Ambiental (UMA). Incluye algunas orquídeas epífitas de distribución local en Veracruz, como *Acineta* sp., *Lycaste aromatica*, *Gongora* sp., *Epidendrum raniferum*, *Oncidium sphacelatum*, así como de *Vanilla planifolia*. (http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Catalogo_de_recursos_forestales_M_y_N.pdf).

Estudio de caso: las orquídeas

La pérdida y transformación de los bosques ponen en riesgo a las orquídeas que crecen en el bosque de niebla (BMM), razón por lo cual es importante su reconocimiento como un PFMN que puede ser aprovechado por las comunidades rurales (Menchaca *et al.*, 2012). Los ingresos que genera su aprovechamiento benefician a la población rural de manera relevante (Ávalos-Romero, 2001). La comercialización legal de las especies silvestres incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SE-MARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), se debe llevar a cabo

a partir de individuos procedentes de una Unidad de Manejo Ambiental (UMA), cuyo establecimiento requiere de la autorización de la SEMARNAT, a través de su Dirección General de Vida Silvestre que certifica, en el caso de las orquídeas, su reproducción, y con ello se busca evitar la sobreexplotación de los individuos silvestres (Menchaca *et al.*, 2012).

CONCLUSIONES

Los productos forestales no maderables (PFNM) son importantes en algunas economías no sólo por su aporte al producto interno bruto (PIB), sino también porque son buena opción de subsistencia para diferentes comunidades rurales. Faltan datos de índole cuantitativo sobre los PFNM en el ámbito nacional. En cuanto a los productos que cuentan con mucha demanda, esto a menudo conduce a niveles de explotación insostenibles y a la amenaza de la extinción de especies, lo que tiene implicaciones socioeconómicas graves para la población que depende de la existencia de estos recursos. Por eso es necesario un equilibrio entre conservación y uso sostenible de sus bosques. Los PFNM merecen un lugar especial en la prioridad de programas nacionales de reducción de la pobreza, proyectos de desarrollo rural y estrategias para la conservación de los bosques que garanticen la conservación de los recursos. Las Unidades de Manejo Ambiental (UMAS) podrían ser una alternativa viable para la diversificación productiva de muchas orquídeas con potencial ornamental y lograr así el aprovechamiento sustentable de estas plantas. Se enfatiza la necesidad de utilizar un sistema de producción-consumo o "cadena de valor", la cual describe el espectro completo de actividades requeridas para llevar un producto del productor al consumidor.

LITERATURA CITADA

- Ávalos-Romero M. 2001. Productos forestales no maderables en América Latina. Costa Rica. Introducción. Santiago de Chile. Proyecto GCP/ RLA/133/EC. FAO. Santiago de Chile, Chile. 206 p.
- Challenger A. 1998. La zona ecológica templada húmeda (el bosque Mesófilo de montaña). En: Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México, Pasado, Presente y Futuro. CONABIO. México. Pp. 443-518.
- Chandrasekharan C., Frisk I., Campos R. J. 1996. Desarrollo de productos forestales no madereros en América Latina y el Caribe. Dirección de Productos Forestales, FAO. Roma Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Serie Forestal No. 5. Santiago, Chile. 70 p.
- De Beer J.H., McDermott, M.J. 1989. Economic Value of Non-timber Forest Products in Southeast Asia. Netherlands Committee for IUCN, Amsterdam.
- De la Peña G., Illsley C. 2001. Los productos forestales no maderables: su potencial económico, social y de conservación. En: Ecológica, 27 de Agosto de 2001. <http://www.jornadaunam.mx/2001/08/27eco-a.html>.
- FAO, 2002. Productos forestales no madereros. En: Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000- Informe Principal. Estudio FAO Montes 140. Roma, Italia, cap. 10, pp. 81-97.
- FAO, 2007. Situación de los bosques del mundo. 2007. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. <http://www.fao.org/docrep/009/a0773s00.htm>
- Flores- Palacio 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.
- García-Franco J.G., Toledo-Aceve T. 2008. Epifitas vasculares: bromelias y orquídeas. En: Manson R.H., Hernández Ortiz V., Gallina S. y Mehltreter K (eds.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México, D.F.
- Haeckel I.B. 2006. Firewood use, supply, and harvesting impact in cloud forest of central Veracruz, Mexico. BSc Thesis. Columbia University, Nueva York.
- López C. S., Chanfón K., Segura, G. 2005. La riqueza de los bosques mexicanos: más allá de la madera. Experiencias de comunidades rurales. SEMARNAT-CONAFOR-CIFOR-INECECADESU-PROCYMAF. México, D.F.
- López-Camacho R. 2008. Productos forestales no maderables: Importancia e Impacto de su aprovechamiento. *Revista Colombia*. 11:215-231.
- Marshall E., Schreckenber K., Newton A.C. (Eds). 2006. Comercialización de Productos Forestales No Maderables: Factores que Influyen en el Éxito. Conclusiones del Estudio de México y Bolivia e Implicancias Políticas para los Tomadores de Decisión. Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del PNUMA, Cambridge, Reino Unido.
- Menchaca G. R.A., Lozano R. M.A., Sánchez Morales L. 2012. Estrategias para el aprovechamiento sustentable de las orquídeas de México. *Rev. Mex. Cien. For.* 3 (13):9-16.
- Molina N., Arellanes Y., Martínez E. 2015. El Papel de la Comercialización, Orquídeas y Bromelias de Mercados de los Valles Centrales de Oaxaca. La Subsistencia Campesina. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. En línea: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2015/orquideas.html>.
- Pulido S. M.T., González S.M., Hersch M. P., Illsley C., Ramírez F. 2010. Productos forestales no maderables: Consideraciones sobre su dimensión económica. En: Sistemas biocognitivos tradicionales. Asociación Etnobiológica Mexicana, A.C. México, D.F.
- 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 2010.
- Sánchez-Velázquez I.R., Galindo-González J.R., Díaz-Fleisher F.D. (Eds.) 2008. Ecología, Florística y Restauración del bosque Mesófilo de montaña. Pp. 9-50. En *Ecología, Manejo y Conservación de los ecosistemas de montaña en México*. CONABIO. Universidad Veracruzana. Mundi Prensa. México.
- Shanley P., Pierce A., Laird S., Dawn R. 2008. Más allá de la madera. Certificación y manejo de productos forestales no maderables.

- Center for International Forestry Research (CIFOR). Bogor, Indonesia. 148 p.
- Tapia-Tapia E.C., Reyes-Chilpa R. 2008. Productos forestales no maderables en México: Aspectos económicos para el desarrollo sustentable. *Madera y Bosques* 14(3):95-112.
- Toledo-Aceves T. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña. En: *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su conocimiento y Manejo Sostenible*. CONABIO. México, D.F. 16-17 p.
- Villa, D. 2007. Estudio etnobotánico de las bromelias epífitas en el municipio de Santa Catarina Ixtepeji en la Sierra Norte de Oaxaca. Tesis de maestría en conservación y aprovechamiento de recursos naturales (biodiversidad del neotrópico). CIIDIR-IPN-Unidad Oaxaca. 119 p.
- Wong L. G. J., Kisrti T. 2001. Evaluación de los recursos de productos forestales no madereros. Experiencias y principios biométricos. Colección: *Productos no madereros* 13. FAO. Roma, Italia. 124 p.
- http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Catalogo_de_recursos_forestales_M_y_N.pd (Fecha de consulta: 12 de noviembre, 2016).
- http://www.grupomesofilo.org/proyectos_tematica.php. (Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2016).



LAS ORQUÍDEAS (Orchidaceae) COMO RECURSO TURÍSTICO: PROPUESTA DE SENDEROS INTERPRETATIVOS COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN FORESTAL SUSTENTABLE

ORCHIDS (Orchidaceae) AS A TOURISM RESOURCE: PROPOSAL FOR INTERPRETIVE TRAILS AS A TOOL FOR SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT

Thomé-Ortiz, H.¹; Tejeda-Sartorius, O.^{2*}; Téllez-Velasco, M.A.A.³; Torres-Rivera, J.A.⁴

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca Estado de México, C.P. 50090. ²Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. ³Universidad Nacional Autónoma de México, Jardín Botánico del Instituto de Biología, Delegación Coyoacán, 04510. México, D.F. ⁴Centro Regional Universitario Oriente. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Huatusco-Xalapa. Km 6, Huatusco, Veracruz, México. C.P. 94100.

*Autor de correspondencia: olgats@colpos.mx

RESUMEN

Se presenta una propuesta para analizar el potencial turístico de las orquídeas silvestres (Orchidaceae) a través de un sendero interpretativo como estrategia de desarrollo forestal sustentable. Se registró que el bosque mesófilo de montaña de Huatusco, Veracruz, México, presenta recursos importantes, tales como las orquídeas para desarrollar una oferta de turismo de naturaleza altamente diferenciada. Se concluye que la identificación, organización, capacitación y promoción alrededor de las orquídeas silvestres como capital turístico, llevadas a cabo con sentido profesional y responsable, puede ser una herramienta para la conservación de los recursos naturales y generación de ingresos económicos complementarios, toda vez que en ello se integre a los actores sociales que cotidianamente aprovechan y comercializan las orquídeas silvestres.

Palabras clave: Desarrollo comunitario, turismo alternativo, senderismo, bosque de niebla.

ABSTRACT

A proposal is presented to analyze the tourism potential of wild orchids (Orchidaceae) through an Interpretive trails as a strategy for sustainable forest development. It was found that in the cloud forest of Huatusco, Veracruz, México, there are important resources such as orchids, to develop a highly differentiated offer of nature tourism. It is concluded that identification, organization, training and promotion around wild orchids as tourism capital, carried out with professional and responsible sense, can be a tool for the conservation of natural resources and the generation of complementary financial income, as long as the social actors who usually exploit and trade wild orchids are involved.

Keywords: community development, alternative tourism, cloud forest.



Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 6, junio. 2017. pp: 54-61.

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

INTRODUCCIÓN

Características básicas del Bosque Mesófilo de Montaña

Los bosques mesófilos de montaña (BMM), también llamados bosques de niebla, bosques de neblina o bosques húmedos de montaña (Villaseñor, 2010) cuentan con una riqueza florística que asciende a 5,533 especies de plantas con flores, equivalente a 60% de los géneros y 83% de las familias botánicas a nivel nacional, en donde la riqueza más alta corresponde a plantas epífitas y de éstas, la más abundante de monocotiledóneas es la Orchidaceae, con 443 especies (Villaseñor y Gual-Díaz, 2014). El BMM se encuentra amenazado por diversas actividades antropogénicas. La fragmentación del hábitat es uno de los problemas más graves para la pérdida de biodiversidad, influida por la deforestación, el cambio de uso de suelo y el avance poblacional. Por lo anterior, es prioritario desarrollar propuestas de conservación del BMM y su riqueza florística, principalmente de aquellas plantas con alto valor fitogenético, como las orquídeas.

Desarrollo forestal sustentable y recursos forestales no maderables (RFNM)

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (SEMARNAT, 2003) define el aprovechamiento forestal como la extracción de los recursos forestales del medio en que se encuentren. Los recursos forestales se dividen en maderables (RFM) y no maderables (RFNM). Siendo los primeros, aquellos constituidos por vegetación leñosa susceptible de aprovechamiento o uso. Mientras los segundos se refieren a toda parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, como líquenes, musgo, hongos, y suelos. El manejo forestal sustentable tiene como objetivo conservar la integridad de los bosques y se entiende como un proceso que incentiva la ordenación, protección, conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos y servicios ambientales de un ecosistema forestal, respetando la integralidad funcional e interdependencia de recursos, sin mermar la capacidad productiva de los ecosistemas. Lo anterior, implica la aplicación de modelos de aprovechamiento y conservación de los bosques, a partir de la preservación de sus recursos naturales para la satisfacción de necesidades presentes y futuras. Todo ello, desde las dimensiones ambiental, económica y social. Los bosques, más allá de todos los beneficios ambientales que otorgan, tienen potencial para ofrecer servicios ambientales de tipo cultural a la sociedad, como son las actividades contemplativas, lúdicas y recreativas.

Turismo Rural como herramienta para la conservación de los bosques

Se entiende por turismo rural aquella modalidad turística construida sobre la base del mundo rural, compuesta por empresas de pequeña escala, espacios abiertos, basada en productos agrícolas y forestales, asociados al patrimonio; y relacionados con comunidades y prácticas tradicionales. Idealmente, se trata de un turismo de pequeña escala, ligado al territorio y gestionado localmente (Lane, 1994 y 2009). Las tendencias actuales del turismo rural se basan en la especialización territorial, como estrategia de diferenciación que consiste en centrar la atención en objetos singulares y exclusivos de un territorio, como ventaja comparativa para la atracción de visitantes.

Los Senderos Interpretativos

Los senderos interpretativos son infraestructuras turísticas organizadas que permiten integrar actividades educativas y de conservación con el turismo, a partir del contacto directo de los visitantes con el entorno, de la difusión de valores y conocimientos, a través de un eje temático central (SECTUR, 2004), como lo puede ser algún recurso natural específico. Un ejemplo de lo anterior pueden ser las orquídeas. La diversidad de la "orquideoflora" de los BMM de México puede constituir un atractivo turístico, pues dichas plantas representan un capital natural de profundo interés, biológico y cultural. Una opción de presentar a las orquídeas ante el mercado turístico, es a través de los senderos interpretativos, que en este caso pueden denominarse: "senderos orquideológicos", que se definen como infraestructuras que facilitan la experiencia de inmersión en los procesos de desarrollo y floración de las orquídeas, a partir de un marco interpretativo que permita la difusión de una cultura de valorización y protección de estos recursos *in situ*. Es importante destacar la necesidad de que estos senderos sean manejados por las comunidades que históricamente han aprovechado los recursos del BMM, para con ello alcanzar el doble objetivo de: i) generar ingresos complementarios y ii) promover la conservación de la diversidad biológica y el conocimiento ecológico tradicional. El objetivo de este trabajo fue identificar los fundamentos teóricos y metodológicos para el desarrollo de una propuesta de senderos orquideológicos, como estrategia de aprovechamiento forestal sustentable para el BMM.

La extracción ilegal de orquídeas. Un problema socioeconómico del bosque

La extracción ilegal de orquídeas para comercializarse en diversos mercados, es una práctica común en contextos de pobreza y con falta de opciones productivas. Por lo regular, dicha extracción no suele incorporar el conocimiento tradicional de los pobladores locales, provocando efecto negativos para los ecosistemas (Naranjo y Dirzo, 2009). Después de la destrucción del hábitat, la extracción representa la segunda causa de pérdida de la diversidad silvestre. Los datos conocidos sobre extracción de orquídeas y de otras especies se han calculado con base en estudios indirectos fundamentados en los decomisos realizados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), lo cual indica que las cifras reales de extracción son superiores. Normalmente, los recolectores de orquídeas silvestres operan bajo una lógica extractiva determinada por sus necesidades de subsistencia (Naranjo y Dirzo, 2009). Las orquídeas en conjunto con las cícadas y cactus son los tres grupos de plantas más amenazadas por las prácticas de extracción ilegal en México, motivo por el cual se encuentran protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010 (SEMARNAT, 2010). Al respecto, existe evidencia científica que asocia el deterioro de las poblaciones naturales de orquídeas con la extracción masiva de plantas enteras para su comercialización (Koopowitz 1992; Williams-Linera et al. 1995; Sosa y Platas 1998). Por lo anterior, es imprescindible explorar otras alternativas de aprovechamiento racional de las orquídeas, y una propuesta innovadora es a través del turismo rural.

El aprovechamiento recreativo de las orquídeas del BMM

La oportunidad de aprovechar a las orquídeas silvestres como recurso turístico surge del interés de la sociedad por los atributos estéticos y funcionales de los recursos naturales. Siendo el valor agregado la experiencia de observar el crecimiento y floración de las orquídeas silvestres en el BMM. El valor de las orquídeas siempre ha estado asociado a una posición de estatus, vinculado con la belleza y extravagancia de estas plantas (Piluek y Triboun, 2008). Algunos autores han definido las actividades ligadas a la contemplación, observación y aprendizaje *in situ* de las orquídeas, como "ecoturismo de orquídeas" (Kirby, 2003), cuyo objetivo es captar la atención de visitantes para incentivar la conservación del hábitat de las orquídeas y generar ingresos económicos complementarios. En esta modalidad turística, la educación ambiental es fundamental para la protección de la flora exuberante. De acuerdo con Pickering y Ballantyne (2013) existen diversas tipologías de turismo de orquídeas de acuerdo con las motivaciones de viaje y sus características especiales. En primera instancia destaca aquel tipo acciones relacionadas con el marketing de turismo de masas, tal como se observa en los casos de Colombia y Singapur, donde las orquídeas se han aprovechado como marca turística y emblema nacional. En segundo lugar, destaca el turismo de eventos especiales que a través de congresos y exposiciones, promueve la atracción turística, tal es el caso de la World Orchid Conference que se organiza cada tres años en diferentes lugares del mundo (Asociación Mexicana de Orquideología, 2015). Otra modalidad importante es el denominado turismo de jardines donde destacan aquellas infraestructuras propicias para desarrollar y apreciar orquídeas en ambientes específicos. Finalmente, se puede mencionar al turismo de naturaleza que por lo regular se practica en áreas naturales protegidas, como el caso de la Reserva Natural de Yachang en China cuyo objetivo fundamental es la conservación de una zona con una alta diversidad de orquídeas (Liu y Luo, 2010). La propuesta de senderos orquideológicos que se presenta a continuación, parte de la perspectiva del turismo de naturaleza.

Los senderos interpretativos como estrategia de aprovechamiento sustentable de las orquídeas

Los senderos interpretativos son infraestructuras turísticas organizadas, que tienen la función de facilitar la recreación de los visitantes en espacios naturales (SECTUR, 2004). Su importancia radica en que permiten integrar actividades educativas y de conservación con el turismo, a partir del contacto directo de los visitantes con el entorno, de la difusión de valores y conocimientos, a través de un eje temático central, en este caso las orquídeas.

Entre los objetivos que se persiguen al implementar un sendero interpretativo se encuentran: i) reducir los impactos antrópicos en zonas naturales; ii) recuperar los significados culturales del capital natural iii) crear una herramienta de educación ambiental; iv) generar una experiencia lúdica y, v) exhibir la riqueza natural de una zona (SECTUR, 2004).

El aprovechamiento recreativo de los recursos naturales, se ha hecho evidente a través de actividades turísticas que implican la recolección y contemplación



de diversos elementos del paisaje. Tal es el caso de los circuitos de recolección de plantas comestibles silvestres en Asia (Chen y Qiu, 2012; Dweba y Merans, 2011), la vinculación entre senderismo y hongos comestibles silvestres (Lázaro, 2008; Thomé *et al.*, 2015) y el caso específico de los senderos orquideo-lógicos (Kirby, 2003; Pickering y Ballantyne, 2013; Baltazar *et al.*, 2014).

Senderos orquideo-lógicos para los Bosques Mesófilos de Montaña

Los senderos orquideo-lógicos pretenden ser un componente central dentro de un modelo de turismo sustentable para los BMM de México, que incida positivamente en la economía local y la preservación del ecosistema. La sistematización de la información relacionada con las orquídeas (ubicación, taxonomía, saberes locales y calendario de floración, entre otros) sirve como punto de partida para la construcción de un marco interpretativo del paisaje, para su disfrute estético y su uso recreativo. La Figura 1 es una propuesta esquemática de acciones generales a considerar al pretender iniciar el desarrollo de un sendero orquideo-lógico.



Figura 1. Guía general a considerar para el desarrollo de un sendero orquideo-lógico.

La información recabada de los elementos de la Figura 2 se debe analizar a la luz de una aproximación etno-botánica para conocer y poner énfasis en los recursos que sirven de base para el desarrollo de los senderos.

Propuesta de Caso. Sendero Orquideo-lógico en Huatusco, Veracruz

Información fisiográfica

Huatusco se localiza en la zona montañosa central del estado de Veracruz, en las estribaciones de la sierra madre oriental, observándose elevaciones al sur y al oeste que superan los 1800 m y barrancas considerablemente profundas al este (Centro Estatal de Estudios Municipales, 1988), (Figura 3). Se ubica entre los paralelos 19° 08' 58" LN; y 96° 58' 03" LO, a una altura de 1,291 m, con un clima "semicálido húmedo con lluvias todo el año". Para el periodo 2005 a 2007 se registró una temperatura media anual de 17 °C, y precipitación anual promedio de 1,897 mm en ese mismo periodo (INEGI, 2014). SEFIPLAN (2016) señala que el rango de temperatura es de 16 °C a 26 °C, y el de precipitación es de 1100 a 1600 mm. El municipio está inmerso en Bosque Mesófilo de Montaña en su parte media y alta. Su compo-

Elementos socio-ambientales para implementar un sendero orquideo-lógico

Se deben valorar elementos sociales y conocimientos ambientales del ecosistema (bosque y orquídeas), (Figura 2).

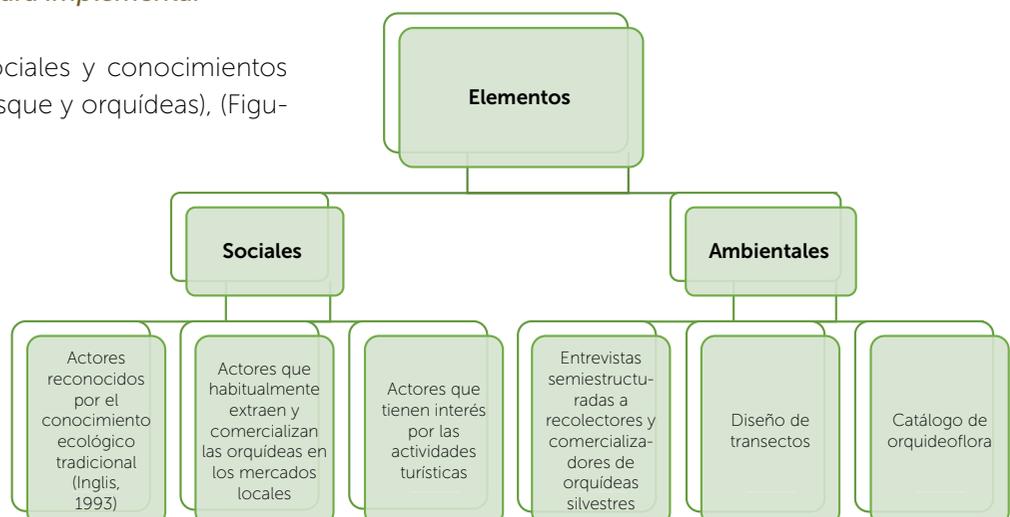


Figura 2. Elementos socio-ambientales para la implementación de un sendero orquideo-lógico.

sición florística es una mezcla de especies de bosques templados, donde pueden convivir pinos y encinos con especies de bosques tropicales húmedos de tierras bajas. Posee varios tipos de Encinos, Ixpepes (*Trema micranthum*), ocozotes (*Liquidambar styraciflua*), hayas (*Platanus mexicana*), olmos (*Ulmus mexicana*), nogales (*Juglans sp.*), con riqueza de plantas epífitas, como orquídeas, bromelias, helechos y musgos (López, 2010).

Información socioeconómica

Huatusco es la cabecera municipal, con 59,734 habitantes (proyección para 2017). Tiene una superficie de 202.5 km² y 71 localidades, de las cuales, 70 son rurales y sólo una es urbana (Huatusco). La ciudad de Huatusco tiene 31,305 habitantes. Los principales cultivos que se trabajan son el café cereza, caña de azúcar y maíz (SEFIPLAN, 2016). Asimismo, tiene actividades de ganadería (bovina, porcina, ovina, caprina) y avicultura (pollos y guajolotes), (SEFIPLAN, 2016). Por lo general, dichas actividades agropecuarias se realizan con bajo nivel tecnológico, y no generan fuerte derrama económica, sin embargo, una muy importante es el comercio, ya que en ella confluyen los poblados del municipio a vender sus productos agrícolas y surtirse de otras mercancías básicas.

Recursos naturales

El estado de Veracruz tiene una superficie total de 7,182,039 ha, de las cuales 2,281,184 ha están destinadas a la agricultura y apenas 143,527 ha son zonas con bosque. Específicamente, 56,245 ha corresponden a bosque mesófilo de montaña (Figura 4).

El estado de Veracruz cuenta con diez Áreas Naturales Protegidas Federales: una Reserva de la Biósfera, cuatro Parques Nacionales, un área de Protección de Flora y Fauna, y cuatro Áreas destinadas voluntariamente a la conservación. Así como con varias Áreas Naturales Protegidas Estatales, donde predominan las Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (INEGI, 2014). En el noroeste de la ciudad de Huatusco se encuentra un fragmento de bosque mesófilo de montaña, mismo que el Ayuntamiento declaró

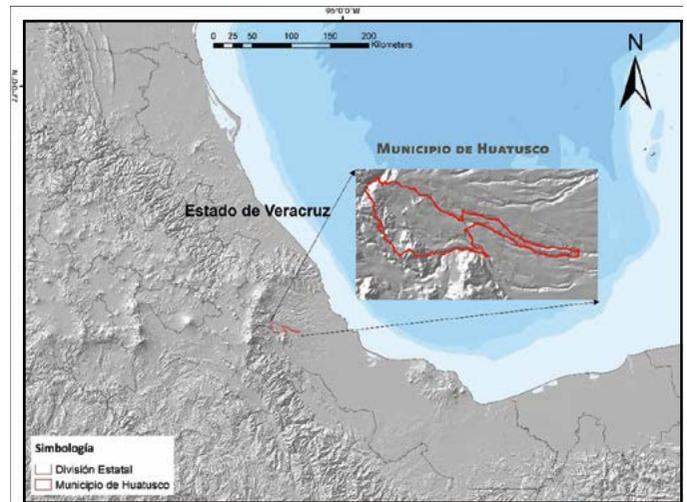


Figura 3. Ubicación de Huatusco, Veracruz. Modificado de Cartografía INEGI, Serie IV.

como “Parque Ecológico Chicalaba”, y lo señaló como un área de conservación comunitaria protegida (De Ita Cabrera, comunicación personal). Huatusco no se encuentra entre los municipios con áreas elegibles para restauración forestal (INEGI, 2014).

Información turística

El turismo en Huatusco es una actividad poco desarrollada. De acuerdo con INEGI (2014), la ciudad cuenta con seis hoteles, dos de los cuales son cuatro estrellas; y con 15 restaurantes, dos cafeterías, dos discotecas y ocho bares. Está asentado en una zona de alta diversidad biológica pero el turismo de naturaleza no se encuentra desarrollado (INEGI, 2014). Sin embargo, se observa una oferta de turismo rural incoherente y atomizada. Con base en los planteamientos de las Figuras 1 y 2, la propuesta de aprovechamiento recreativo de las orquídeas del BMM de Huatusco, Veracruz, consiste en desarrollar un sistema de senderos orquideológicos que se conjunte con la oferta turística complementaria, de alojamiento y alimentación con que cuenta la región. Para ello se sugiere la siguiente secuencia metodológica.

Desarrollar un listado abierto de las especies y los géneros

Se propone desarrollar un listado abierto, con pers-

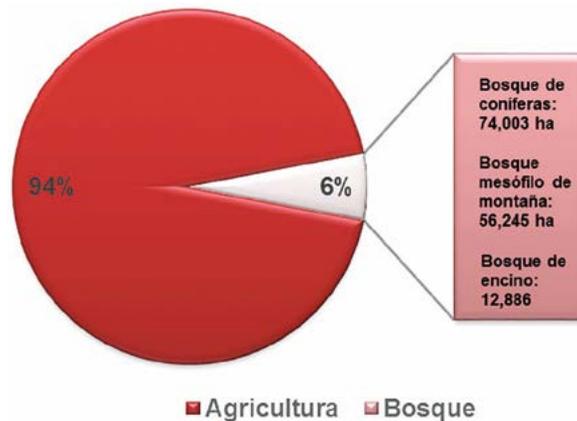


Figura 4. Área destinada a agricultura vs superficie boscosa en el estado de Veracruz. Fuente: elaboración propia, según datos de INEGI, 2014.

pectiva etnobotánica, que permita determinar las especies y géneros de orquídeas presentes en el BMM y que sean conocidas por los habitantes de Huatusco, lo cual permita determinar un calendario de floración y ubicar las especies en lugares específicos. Lo anterior, permitirá realizar las actividades de planificación turística en temporadas específicas del año, así como construir una guía de identificación como base para el desarrollo de los senderos propuestos. Para ello se requiere de un trabajo participativo en el que la comunidad se involu-

cre en registro de floración *in situ*, la identificación de las especies y su etiquetado.

Por el momento no existen listados florísticos del BMM de Huatusco, en las Figuras 5, 6 y 7 se pueden observar algunas de las especies más representativas del BMM en general, y que con base en observaciones en la zona y conocimiento de la gente local, podrían tener distribución potencial en Huatusco, Veracruz.

Construir una experiencia turística mediante el acercamiento a las orquídeas

La singularidad de la presente propuesta reside en la capacidad de acercar a los visitantes a las orquídeas. Una alternativa puede ser la reubicación de ciertas especies, particularmente las orquídeas aéreas, a la altura visual de los visitantes mediante su colocación en árboles de menor porte. Con ello se pretende crear experiencias turísticas de profunda comunión con las espe-

cies de orquídeas (Kirby, 2003). Otra alternativa es la creación de observatorios orquídeológicos, que constituyen transeptos específicos de los senderos donde se concentren especies de particular interés turístico.

Generar circuitos ecoturísticos orquídeológicos

Una eficiente estrategia de atracción turística basada en el capital natural del BMM implica la conformación de una oferta turística bien estructurada que motive el desplazamiento de diferentes segmentos de turistas. Para ello es necesario el desarrollo de un circuito ecoturístico que conjunte diferentes productos relacionados con las orquídeas como senderos, centros interpretativos, tiendas especializadas, viveros, eventos especiales y cursos.

Desarrollar un programa de formación continua para guías locales

A través de la vinculación con el gobierno y la academia se propone el desarrollo de un programa de formación de guías locales para conducir la experiencia de inmersión de los turistas. Para ello se requiere el desarrollo de un marco interpretativo de los recursos orquídeológicos,



Figura 5. Algunas especies de orquídeas epífitas del Bosque Mesófilo de Montaña reportadas para Veracruz y con probabilidad de distribución en Huatusco, Veracruz. a) *Epidendrum radicans* Pav. ex Lindl., b) *Epidendrum polyanthum* Lindl., c) *Prosthechea baculus* (Rchb.f.) W.E. Higgins, d) *Oncidium ornithorrhynchum* Kunth, e) *Prosthechea mariae* (Ames) W.E. Higgins, f) *Rhynchostele rossii* (Lindl) Soto Arenas & Salazar, g) *Prosthechea varicosa* (Bateman ex Lindl.) W.E. Higgins.



Figura 6. Algunas especies de orquídeas miniatura del Bosque Mesófilo de Montaña reportadas para Veracruz y con probabilidad de distribución en Huatusco, Veracruz. a) *Masdevallia florifunda* Lindl., b) *Stellis* sp., c) *Pleurothallis cardiothallis* Rchb.f., d) *Leochilus oncidoides* Knowles & Westc.



Figura 7. Algunas especies de orquídeas terrestres del Bosque Mesófilo de Montaña reportadas para Veracruz y con probabilidad de distribución en Huatusco, Veracruz. a) *Sobralia macrantha* f. *alba*, b) *Sobralia macrantha* Lindl., c) *Bletia purpurea* (Lam.) DC., d) *Stenorrhynchos speciosum* (Jacq.) Rich.ex Spreng.

basado en los conocimientos ecológicos tradicionales como una manera de garantizar la gestión comunitaria y local de la iniciativa turística.

Generación de una plataforma de promoción de los senderos orquideológicos

A partir del aprovechamiento de los recursos digitales se propone el desarrollo de una plataforma para la difusión del conocimiento y la preservación de las orquídeas del BMM de Huatusco. A través de ella será posible vincular diferentes recursos como páginas web, central de reservas, redes sociales y un blog especializado a través del cual sea posible comercializar de manera responsable los productos y servicios relacionados con la propuesta de senderos orquideológicos. Algunos estudios demuestran la importancia de los recursos electrónicos en las dinámicas de consumo del turismo rural (Zhou, 2014).

CONCLUSIONES

El patrimonio natural es un recurso estratégico para la calidad de vida de la sociedad contemporánea. De ello derivan procesos de revalorización de los recursos naturales, regulación ecológica y actividades recreativas. Los recursos florísticos, además de sus cualidades funcionales, tienen importante valor estético que se traduce en un servicio ambiental, de tipo cultural, que puede ser aprovechado a través del turismo. Derivado del valor estético y simbólico de las orquídeas, su vinculación con el turismo de naturaleza puede ser una estrategia con doble objetivo: la generación de ingresos complementarios para los recolectores de estas especies y una alternativa para su manejo sustentable. El BMM de Huatusco, Veracruz posee una importante riqueza orquideológica que coexiste con el problema de extracción por parte de los actores locales quienes ven en su comercialización una estrategia de supervivencia, y por ello la pertinencia de generar propuestas alternativas de gestión y manejo para estos recursos vulnerables.

En este sentido se propone el aprovechamiento recreativo de las orquídeas silvestres, a través de un sistema de senderos orquideológicos, basados en el conocimiento ecológico tradicional; el diseño de experiencias inmersión en el BMM; asociatividad, desarrollo de capacidades para el turismo y

promoción de una cultura orquideológica. El éxito de esta estrategia dependerá de la integración de los actores locales que actualmente extraen las orquídeas de forma no sustentable y su inserción en nuevas actividades económicas como el turismo.

LITERATURA CITADA

- Asociación Mexicana de Orquideología. 2015. Congreso mundial de Orquídeas 2017. <https://www.facebook.com/AMoorquideas/posts/1171283309566021>. Fecha de consulta: diciembre de 2016.
- Baltazar O., Zavala J., Solís F., Pérez J., Sánchez O. 2014. Sendero interpretativo de orquídeas y bromelias en Tepexilotla, Chocamán, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9: 1687-1699.
- Centro Estatal de Estudios Municipales. 1988. Los municipios de Veracruz. Colección Enciclopedia de los Municipios de México. Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Veracruz-Llave. Talleres Gráficos de la Nación México, D.F.
- Challenger A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología de la UNAM y Agrupación Sierra Madre S.C., México. 847 p.
- Chen B. Qiu Z. 2012. Consumer's attitudes towards edible wild plants: a case study of Noto Peninsula, Ishikawa Prefecture, Japan. *International Journal of Forestry Research*. Vol. 2012. 1-16.
- Dweba T. P., Mearns M. A. 2011. Conserving indigenous Knowledge as a key to the current and future use of traditional vegetables. *International Journal of Information Management* 31 (6): 564-571.
- INEGI, 2014. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Anuario estadístico y geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 1079 p.
- Jalal J., Rawat G. and Kumar, P. 2008. An initiative to community based orchid conservation in the Gori Valley Uttarakhand, Western Himalaya, India. *The McAllen International Orchid Society Journal* 9: 12-26.
- Kirby S. 2003. Neotropical orchid eco-tourism: educational experience of an orchid neophyte at the Bosque de Paz Biological Preserve, Central Volcanic Range, Costa Rica. *Lankesteriana* 7: 121 -124.
- Koopowitz H. 1992. A stochastic model for the extinction of tropical orchids. *Selbyana* 13: 115-122.
- Lane B. 1994. What is rural tourism? *Journal of sustainable Tourism* 2 (1-2): 7-21. Lázaro, A. 2008. El aprovechamiento micológico como vía de desarrollo rural en España: las facetas comercial y recreativa. *Anales de Geografía* 28 (2): 111-136.
- Liu H., Luo Y.B. 2010. Protecting orchids in nature reserves: research and restoration needs. *Botanical Review* 76: 137-139.
- López P. M. A. 2010. ABC de Huatusco (Primera edición). Huatusco, 1-56 pp.
- Naranjo E. Dirzo R. 2009. Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna. En: *Capital natural de México*, vol. II: Estado de Conservación y Tendencias de Cambio. CONABIO. México. 247-276 pp.
- Pickering C.M., Ballantyne M. 2013. Orchids: An example of charismatic megaflores tourism? In: Holden, A. and Fennell, D. *The Routledge Handbook of Tourism and the Environment*. Routledge London, 192-199 Pp.
- Piluek C., Triboun P. 2008. Wild orchids conservation for ecotourism in Thailand. *Acta Horticulture* 788: 69- 76.
- Sánchez-Ramos G., Dirzo R. 2014. El bosque mesófilo de montaña: un ecosistema prioritario amenazado. En: M.Gual-Díaz y Alejandro Rendón-Correa (Comps.). *Bosques Mesófilos de Montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 109-139 pp.
- SECTUR. 2004. Guía para el diseño y la operación de senderos interpretativos. Serie Turismo Alternativo. Subsecretaría de Operación Turística. Dirección General de Desarrollo de Productos Turísticos. México.
- SEFIPLAN, 2016. Sistema de Información Municipal Cuadernillos Municipales. Huatusco. Gobierno del Estado. Veracruz.
- SEMARNAT. 2003. Ley general de desarrollo forestal sustentable. *Diario Oficial de la Federación*, 25 de febrero de 2003. Última Reforma DOF 26-03-2015.
- SEMARNAT. 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México 2005. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, 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*, 6 de marzo de 2002.
- Sosa V., Platas T. 1998. Extinction and persistence of rare orchids y Veracruz, México. *Conservation Biology* 12: 451-455.
- Thomé-Ortiz H., Jiménez A., Vizcarra I. 2015. Turismo micológico y etnoconocimiento, escenarios de desarrollo endógeno en espacios forestales. En: Pérez R., Espinosa E., Terán O. (Coords.). *Seguridad Alimentaria, actores territoriales y desarrollo endógeno*. Editorial Laberinto, México. 107-132 pp.
- Villaseñor J.L., 2010. El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 40 pp.
- Villaseñor J.L., Gual-Díaz, M. 2014. El bosque Mesófilo de Montaña en México y sus plantas con flores. En: Gual-Díaz y Alejandro Rendón-Correa (Comps.). *Bosques Mesófilos de Montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 109-139 pp.
- Williams-Linera G., Sosa V., Platas T. 1995. The fate of epiphytic orchids after fragmentation of a Mexican cloud forest. *Selbyana* 16: 36-40.
- Zhou L. 2014. Online rural destination images: Tourism and rurality. *Journal of Destination Marketing and Management* 3 (4): 227-240.

UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE CON ENFOQUE EN ORQUÍDEAS (Orchidaceae)

MANAGEMENT UNITS FOR THE CONSERVATION OF WILD LIFE WITH A FOCUS ON ORCHIDS (Orchidaceae)

Rocha-Gutiérrez, O.E.^{1*}; Duque-Sánchez, J.A.¹

¹Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental (SGPA), Dirección General de Vida Silvestre (DGVS). Av. Ejército Nacional 223, Piso 13, Col. Anáhuac, Del. Miguel Hidalgo, C.P. 11320, Cd. de México.

*Autor de correspondencia: omar.rocha@semarnat.gob.mx

RESUMEN

Desde la publicación de Ley General de Vida Silvestre en México, la gestión de los recursos no cinegéticos de vida silvestre se transformó, y el manejo y aprovechamiento sustentable de dichos recursos se convirtió en una obligación. El aprovechamiento se tipificó en extractivo y no extractivo, refiriéndose el primero al que implica la utilización de ejemplares, partes o derivados de alguna especie de flora o fauna mediante recolecta, captura o caza y el segundo, hacia actividades que no implican remoción de ejemplares, sus partes o derivados, algunos ejemplos de este tipo de aprovechamiento son: nadado con tiburón, ballena o avistamiento de ballenas y aves canoras.

Palabras clave: Normatividad ambiental, bosque de niebla, UMAs

ABSTRACT

Since the publication of the General Wild Life Law in México, the management of non-hunting wild life resources was transformed, and the sustainable management and exploitation of these resources became an obligation. The exploitation was typified as extractive and non-extractive, with the first referring to that which implies the use of specimens, parts or byproducts of a flora or fauna species through gathering, capturing or hunting; and the second, to activities that do not imply the removal or specimens, their parts or byproducts. Some examples of the latter are: swimming with sharks or whales, or sighting of whales and birds.

Keywords: environmental regulation, cloud forest, UMAs.



Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 6, junio. 2017. pp: 62-65.

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

INTRODUCCIÓN

El manejo se divide en el aprovechamiento intensivo, cuando se hace manejo directo de los ejemplares en confinamiento y manejo en vida libre (extensivo), cuando se maneja una especie dentro del ecosistema que ocupa. En el caso de aprovechamiento de orquídeas se permite a través del: aprovechamiento extractivo (aprovechamiento de plantas, semillas o flores para la venta); mediante el manejo intensivo, esto es, manejo de los ejemplares dentro de un predio (generalmente cubierto-vivero, jardín botánico o invernadero) en donde dependen directamente del cuidado proporcionado por las personas. Acorde con la normatividad vigente, la mayoría de los viveros o invernaderos de orquídeas caen en el supuesto de Predios o Instalaciones que Manejan Vida Silvestre en forma confinada, fuera de su hábitat natural (PIMVS). Los PIMVS son una variante de las UMA, su propósito es la reproducción controlada de especies o poblaciones para su aprovechamiento con fines comerciales, pero no realizan conservación. Los criaderos intensivos, viveros, jardines botánicos o similares son algunos ejemplos de esta modalidad. Art. 2, Fracc. XV Bis. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (RLGVS) (SEMARNAT, 2006).

¿Qué son las UMA?

Las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA), acorde con la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) son: **Los predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen.** Art. 3, Fracc. XLVIII LGVS (SEMARNAT, 2000).

En otras palabras, son terrenos e instalaciones registrados ante la SEMARNAT a través de la Dirección General de Vida Silvestre que cuentan con un plan para el manejo específico para las especies o grupos de especies de vida silvestre que albergan; y dicho plan es una especie de manual que indica lo que se hará con las orquídeas y de qué manera, además, debe ser aprobado. Requiere datos generales sobre ubicación, clima, vías de comunicación e información del técnico responsable. La diferencia entre UMA y PIMVS. Los PIMVS son una variante de las UMA, su propósito es la reproducción controlada de especies o poblaciones para su aprovechamiento con fines comerciales, pero no realizan

conservación. Los criaderos intensivos, viveros, jardines botánicos o similares son algunos ejemplos de esta modalidad. Art. 2, Fracc. XV Bis. Reglamento LGVS (SEMARNAT, 2006) (Cuadro 1).

Especies que manejan las UMA-PIMVS

Acorde al artículo primero de la LGVS, párrafo primero, al aprovechamiento y conservación de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y párrafo segundo dice, **“El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo”.**

Esto significa que todo aprovechamiento de especies de flora que estén en la Norma Oficial Mexicana NOM-059 (SEMARNAT, 2010) es regulado por la LGVS y requiere que se realice bajo el esquema de UMA-PIMVS.

Especies de orquídeas de interés del Bosque de Niebla

Algunas de las especies encontradas en este tipo de vegetación son especies de importancia hortícola y con alto valor ornamental, siendo la base de extensos programas de selección artificial o de hibridación, ejemplo: *Laelia anceps* y *Lycaste skinneri*. Otras, recientemente aparecen en programas de selección como *Dinema polybulbon* y *Prosthechea mariae* contribuyendo a reducir la estatura de híbridos de cuando se cruzan con Cattleyas y sus géneros

Cuadro 1. Diferencia entre actividades que cubren las UMA y PIMVS.

Variable	UMA	PIMVS
aprovechamiento sustentable	●	●
conservación	●	—
educación ambiental	●	●
exhibición	●	●
investigación	●	●
mantenimiento	●	●
protección	●	●
recreación	●	●
recuperación	●	●
rehabilitación	●	—
reintroducción	●	—
repoblación	●	—
reproducción	●	●
rescate	●	●
resguardo	●	●
restauración	●	—

relacionados son: *Acineta barkerii*, *Brassavola cucullata*, *Dinema polybulbon*, *Encyclia candollei*, *Encyclia ochracea*, *Epidendrum magnoliae* (conopseum), *Epidendrum parkinsonianum*, *Epidendrum raniferum*, *Isochilus linearis*, *Laelia anceps anceps*, *Lycaste deppei*, *Lycaste skinnerii*, *Maxillaria densa*, *Maxillaria variabilis*, *Oncidium ornithorhynchum*, *Pleurothallis cardiotalis*, *Prosthechea cochleata*, *Prosthechea mariae*, *Prosthechea vitelina*, *Sobralia macrantha*, *Stanhopea tigrina*.

Categorías de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010

Las categorías de estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) son probablemente: extinta en el medio silvestre (E); En peligro de extinción (P); Amenazadas (A); y Sujetas a protección especial (Pr).

Plan de Manejo

El plan de manejo es un documento técnico que describe cómo se llevará a cabo el manejo y aprovechamiento de los ejemplares (en este caso orquídeas) que se registraron para la UMA o PIMVS. De acuerdo a la LGVS (SEMARNAT, 2000), Art. 3:

Frac. XXXV. Plan de manejo: El documento técnico operativo de las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre sujeto a aprobación de la Secretaría, que describe y programa actividades para el manejo de especies silvestres particulares y sus hábitats y establece metas e indicadores de éxito en función del hábitat y las poblaciones.

Frac. XLVIII. Unidades de manejo para la conservación de vida silvestre: Los predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen. De acuerdo con el artículo 40 de la LGVS, es requisito elaborar un plan de manejo... Para registrar los predios como unidades de manejo para la conservación de vida silvestre, la Secretaría integrará, de conformidad con lo establecido en el reglamento, un expediente con los datos generales, los títulos que acrediten la propiedad o legítima posesión del promovente sobre los predios; la ubicación geográfica, superficie y colindancias de los mismos; y un plan de manejo.

El plan de manejo deberá contener:

- a) Sus objetivos específicos; metas a corto, mediano y largo plazos; e indicadores de éxito.
- b) La descripción física y biológica del área y su infraestructura.
- c) Los métodos de muestreo.
- d) El calendario de actividades.
- e) Las medidas de manejo del hábitat, poblaciones y ejemplares.
- f) Las medidas de contingencia.
- g) Los mecanismos de vigilancia.
- h) En su caso, los medios y formas de aprovechamiento y el sistema de marca para identificar los ejemplares, partes y derivados que sean aprovechados de manera sustentable.

El plan de manejo deberá ser elaborado por el responsable técnico, quien será responsable solidario con el titular de la unidad registrada.

Asimismo, según el Artículo 41 del Reglamento de la LGVS... En el caso de las especies amenazadas o en peligro de extinción, el plan de manejo correspondiente *deberá estar elaborado conforme a los términos de referencia publicados en el Diario Oficial de la Federación, los cuales serán desarrollados por el Consejo, además de estar avalados por una persona física o moral especializada y reconocida para estos efectos por:*

- I. *Tener experiencia en manejo de vida silvestre y sus hábitat, y*
- II. *Haber participado en la puesta en práctica de investigación de proyectos de manejo integral para la conservación.*

CONCLUSIONES

Aquellos jardines botánicos, viveros o invernaderos que manejen orquídeas en algún estatus de riesgo según lo NOM-059-SEMARNAT-2010 deben registrarse como Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA) o como PIMVS (Predios o Instalaciones que Manejan Vida Silvestre en forma confinada). La diferencia entre una UMA y un PIMVS estriba básicamente en que la primera realiza actividades de conservación, principalmente en vida libre, mientras que la segunda se limita a la propagación o preservación de ejemplares, comúnmente con fines comerciales.

El plan de manejo debe ser elaborado por el responsable técnico de la UMA o PIMVS (quien es responsable solidario con el titular de la unidad registrada).

LITERATURA CITADA

- CONABIO. 2017. Biodiversidad Mexicana. <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html>
- SEMARNAT. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación el 3 de julio. Última Reformas DOF 13-05-2016. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_260115.pdf
- SEMARNAT. 2006. Reglamento de la Ley General De Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre. Última Reforma DOF 09-05-2014. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf
- 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 el 30 de diciembre. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2454.pdf>



ANÁLISIS DE LA REDUCCIÓN ESTRUCTURAL DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN HUATUSCO, VERACRUZ, MEXICO

ANALYSIS OF THE STRUCTURAL REDUCTION OF THE MOUNTAINOUS MESOPHYLL FOREST IN HUATUSCO, VERACRUZ, MÉXICO

Partida-Sedas, S.^{1*}; Cabal-Prieto, A.¹; Sánchez-Arellano, L.¹; Muñoz-Torres, J.P.¹

¹Instituto Tecnológico Superior de Huatusco; Avenida 25 Poniente Colonia Reserva Territorial; Huatusco, Veracruz. México. C.P. 94100. Veracruz, México. Teléfono: 273734400.

*Autor de Correspondencia: salvador_partida@yahoo.com.mx

RESUMEN

El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) es un ecosistema de mayor biodiversidad en el mundo y uno de los más amenazados en México, representa aproximadamente 1% de la cubierta vegetal de México, y en el estado de Veracruz se encuentra una superficie importante. En Huatusco, Veracruz, México, es posible apreciar vegetación primaria y secundaria de este valioso ecosistema. Mediante sistemas de información geográfica (SIG), se analizaron las cartas de uso de suelo y vegetación 1:250 000 Series I a V y se presenta su variación espacial comparando las tasas de cambio anual (TDA) y el porcentaje de cambio (P) entre cinco periodos de tiempo comprendidos entre los años 1985 y 2013.

Palabras clave. Cobertura vegetal, SIG, Bosque de niebla.

ABSTRACT

The Mountainous Mesophyll Forest (MMF) is an ecosystem of high biodiversity in the world and one of the most threatened in México. It represents approximately 1 % of the plant cover in México, and in the state of Veracruz there is an important area. In Huatusco, Veracruz, México, it is possible to appreciate primary and secondary vegetation in this valuable ecosystem. Through geographic information systems (GIS), the land use and vegetation maps 1:250 000 Series I to V were analyzed, and their spatial variation is presented compared to the annual change rates (ARC) and the percentage of change (P) between five periods of time included between the years 1985 and 2013.

Keywords: plant coverage, GIS, cloud forest.

INTRODUCCIÓN

El análisis multi-temporal de la cobertura vegetal en una región determinada permite valorar su dinámica territorial; en la mayoría de los municipios del estado de Veracruz, México, y en muchos otros del país, se presenta un evidente cambio en este rubro durante los últimos cien años. La valoración y análisis de esta evolución, advierte sobre el estado actual de los recursos naturales y lo compara con las transformaciones acontecidas a través del tiempo. El análisis del cambio en la cobertura y uso del suelo permite entender las causas y consecuencias de las tendencias de los procesos de degradación, desertificación, disminución de biodiversidad, y en general, pérdida de capital (paisaje natural y cultural). A partir de ello, se deducen escenarios sobre la pérdida de biodiversidad, se generan modelos sobre los posibles efectos del cambio global y se fundamentan estrategias de planificación de uso del suelo. (Mas, Velázquez, & Couturier, 2009). El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) es un ecosistema con alta biodiversidad, el cual se encuentra amenazado por efectos del cambio de uso de suelo. Debido a lo anterior y a los efectos derivados del cambio climático global, se les asigna alta prioridad para su conservación y promoción del desarrollo sustentable en áreas aledañas (Aldrich *et al.*, 1997; CONABIO, 2010; Toledo-Aceves *et al.*, 2011; Calderón Aguilera *et al.*, 2012). Estos bosques de México, constituyen uno de los ecosistemas con mayor biodiversidad y capacidad de provisión de recursos hídri-

cos y se consideran como el ecosistema terrestre más amenazado a nivel nacional (González-Espinoza *et al.*, 2012). En el estado de Veracruz se aprecian cuatro diferentes representaciones de este ecosistema: Bosque Mesófilo de Montaña, Vegetación Secundaria Arbórea de BMM, Vegetación Secundaria Arbustiva de BMM y Vegetación Secundaria Herbácea de BMM (INEGI, 2014). La Figura 1, muestra el municipio de Huatusco, que cuenta con una superficie importante de BMM, esto representa un importante desafío para la conservación de especies animales y vegetales por efectos del cambio de uso de suelo y la fragmentación del bosque Mesófilo de Montaña presente en su territorio. La pérdida de hábitat y la fragmentación se han convertido en las más importantes amenazas para el mantenimiento de la biodiversidad en todos los ecosistemas terrestres. (Bierregaard & C. Gascón, 2001).

Herrerías y Benítez (2005) expresan que no se conocen todos los efectos que tiene la fragmentación sobre las diversas especies, y sugieren

que la mayoría de éstas se afectan de manera directa o indirecta impactando significativamente sobre el establecimiento y composición de plantas y animales, afectando también sus interacciones bióticas (Herrerías-Diego & Benítez-Malvido, 2005). Lo anterior induce pensar que el cambio de uso de suelo y fragmentación de los ecosistemas en un territorio en particular, amenaza de manera directa la sobrevivencia de especies. Para estimar la fragmentación de la vegetación en un territorio en particular, las cartas de uso de suelo emitidas por parte del INEGI permiten realizar evaluaciones espacio-temporales sobre la dinámica que muestra la cobertura de un territorio determinado. En México, como en la mayor parte del mundo, aún no existe la cultura de someter una base de datos cartográfica a una evaluación rigurosa. La confiabilidad de mapas de cambio se evalúa a través de la comparación de la información del mapa con información de referencia de mayor detalle que los insumos utilizados para generar dicho mapa (Mas, Velázquez, & Couturier, 2009).

Las cartas representan una importante fuente de información que apoya los estudios temporales de las comunidades vegetales y la generación de información estadística del estado de los recursos naturales, así como el monitoreo de la cubierta vegetal de México y los principales usos del suelo que se desarrollan en ésta, con el fin de identificar, las características de la agricultura, la condición en que se encuentra, los cultivos que se desarrollan, los tipos de ganadería, las actividades

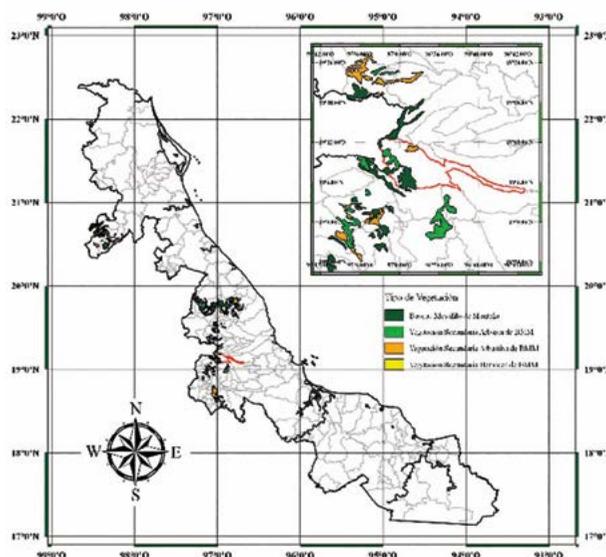


Figura 1. Presencia de Bosque Mesófilo de Montaña en el estado de Veracruz, México. Fuente: Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1:250 000 Serie V INEGI, 2015.

forestales, etcétera, y apoyar así, a los investigadores y tomadores de decisiones en el conocimiento de los recursos vegetales de México, así como los servicios que prestan a la sociedad (INEGI, 2014). Esta forma de integración de la información se puede manipular para su complementación o modificación, lo cual permite realizar estudios sobre un área específica (estado, municipio o región). El municipio de Huatusco, Veracruz, México, se caracteriza por contar con una superficie importante de BMM en estado virgen y vegetación secundaria del mismo; esta, se ha logrado mantener y regenerar en los últimos treinta años. El objetivo del presente trabajo es presentar los cambios en la cobertura de uso de suelo y vegetación ocurridos entre 1985 y 2013, específicamente en BMM y analizar las principales implicaciones ecológicas que podrían presentarse de continuar con la dinámica observada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Huatusco se encuentra localizado en la zona centro-occidental de Veracruz, México (97° 04' - 96° 41' O y 19° 04' - 19° 13' N) (Figura 2), posee una superficie total de 202 Km² con una altitud entre 400 y 2000 m; temperatura media anual de 19.5° y precipitación promedio de 1941.7 mm (CICESE, 2013). Se caracteriza por vocación agrícola (53.9 % Agricultura y 23.5 % Pastizal cultivado) y cuenta con 16.7 % de bosque Mesófilo de Montaña (INEGI, 2013).

Determinación de cambios de uso de suelo

Se utilizaron las cartas de uso de suelo y vegetación 1:250 000 (INEGI) (serie I al V) y mediante el Software Arc-Gis[®] versión 10.2, se estimaron las superficies correspondientes a cada tipo de vegetación presente en el municipio, posteriormente se representaron en un mapa de uso de suelo y vegetación, obteniendo cinco mapas de uso de suelo y vegetación del municipio, para los años 1985, 1993, 2002, 2007 y 2103. Las series I al V del INEGI presentan la distribución de los diferentes tipos de vegetación natural e inducida en México, también se muestra la ubicación

de las áreas agrícolas y se organiza a partir de un sistema jerárquico que podrá formar parte de un Sistema de Información Geográfica. Por ejemplo, la Serie V de Uso del Suelo y Vegetación consta de 149 conjuntos de datos digitales y un conjunto nacional en formato shape y con datum de referencia ITRF92. La información de cada uno de los conjuntos de datos de la Serie V de Uso del Suelo y Vegetación, se obtuvo a partir de la interpretación visual de imágenes LandSat TM5 del año 2011 (época seca) multispectrales y respaldada con los respectivos trabajos de verificación de campo. (INEGI, 2014).

Análisis y cuantificación de los cambios. Para estimar la evolución del bosque Mesófilo de Montaña, se recurrió a la metodología propuesta por la organización mundial de producción de alimentos (FAO) para estimar los cambios presentados en cada uno de los años reportados en cartas de uso de suelo y vegetación. El cambio de uso de suelo fue cuantificado utilizando las ecuaciones propuestas por (FAO, 1996), para calcular la tasa de cambio anual (TDA) y el porcentaje de cambio anual (P):

$$Tasa = \left[\frac{S_2}{S_1} \right]^{1/n} - 1 \quad P = \frac{100}{t_2 - t_1} \ln \frac{S_2}{S_1}$$

Dónde:

TDA=Tasa de cambio anual; P=Porcentaje de Cambio por Año; S₂=Superficie fecha 2; S₁=superficie en la fecha 1; t₂ y t₁=Tiempo inicial y final; n=Número de años entre las dos fechas.

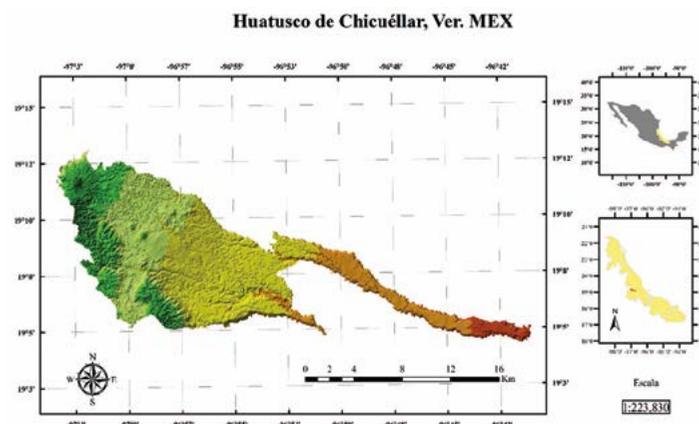


Figura 2. Localización del Municipio de Huatusco, Veracruz, México. Fuente: Elaboración propia.

Las tasas de cambio anual (TDA) y porcentaje de cambio por año (P) fueron calculadas en específico para BMM y Vegetación Secundaria de BMM en cinco intervalos de tiempo diferentes, las cuales correspondieron a los años de emisión de cada una de las series cartográficas de uso de suelo y vegetación

del INEGI. De forma global se realiza un cálculo entre los años 1985 y 2013, posteriormente se evaluaron entre cada año de emisión de las series cartográficas.

Posteriormente se graficó la evolución del cambio de uso suelo en cada una de las series emitidas por parte del INEGI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uso de suelo y cobertura vegetal en el Municipio de Huatusco

El Cuadro 1, muestra la evolución del uso de suelo correspondiente al período 1985-2013. Se indica áreas y porcentajes obtenidas y calculadas en cada una de las series I, II, III, IV y V de las cartas geográficas de uso de suelo y vegetación del INEGI mediante sistemas de información geográfica.

Los valores históricos demuestran que el principal uso de suelo del municipio, se ha dedicado a actividades agropecuarias; por ejemplo, los datos obtenidos en la serie V del INEGI indican que en conjunto los pastizales cultivados y el terreno dedicado a actividades agrícolas abarcan 77.4%, que ha sido mantenido de manera estable en el ciclo evaluado. Durante este período, en conjunto, los valores de la superficie territorial de Bosque Mesófilo

de Montaña y Vegetación Secundaria del mismo, han oscilado entre 16% y 18% del total municipal, constituyendo la tercera proporción territorial del municipio. De acuerdo con las categorías establecidas en las cartas de uso de suelo y vegetación, para el caso específico de BMM, en el municipio se presentan tres tipos: Vegetación primaria, vegetación secundaria arbórea y vegetación secundaria arbustiva. De acuerdo con los datos obtenidos, en el año 1985 existían 2,135 ha de vegetación primaria de BMM y 1,649 ha de secundaria. Actualmente, la primaria abarca 2036 ha y la secundaria 1,374 ha. El BMM está limitado a la región montañosa del municipio, esta condición fisiográfica ha condicionado el avance de los agroecosistemas, sin embargo, esto no ha evitado que se siga presionando este ecosistema y se continúe con la deforestación. La Figura 3 muestra los mapas generados de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio para cada una de las series cartográficas del INEGI.

Bosque Mesófilo de Montaña en el Municipio

En la Figura 4 y Cuadro 2 se observa el evolutivo de la superficie de BMM y Vegetación Secundaria de BMM.

Tasa de Cambio Anual (TDA) y Porcentaje de Cambio por Año (P)

Las tasas de cambio anual (TDA) y porcentaje de cambio por año (P) para BMM, Vegetación Secundaria de BMM y BMM+Vegetación secundaria de BMM se indica en la Figuras 5 A-C respectivamente.

Cambios en la cobertura de BMM en el municipio durante 1985 y 2013

A partir de 1978 se ha generado en México cartografía sobre la cubierta vegetal y el uso del suelo, la información generada abarca diferentes periodos de tiempo lo que permite realizar estudios temporales y cuantificar los cambios existentes entre esos periodos. (INEGI, 2014). El municipio de Huatusco no es ajeno a esto, de acuerdo con los datos obtenidos, el cambio en la cobertura vegetal ha generado una presión importante sobre el bosque

Cuadro 1. Evolución de Uso de Suelo en Huatusco, Veracruz, México (Fuente: Series I-V de las Cartas de Uso y Vegetación 1:250 000, INEGI).

Uso de suelo	1985		1993		2002		2007		2013	
	Ha.	%								
Agricultura	11066.83	54.52%	10401.40	51.24%	10708.19	52.75%	10937.01	53.88%	10934.35	53.87%
Pastizal Cultivado	4551.73	22.42%	4711.87	23.21%	5234.53	25.79%	4780.00	23.55%	4779.75	23.55%
Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)	2135.42	10.52%	2054.14	10.12%	2054.14	10.12%	2032.79	10.01%	2036.67	10.03%
Vegetación Secundaria BMM	1649.62	8.13%	1687.81	8.32%	1184.55	5.84%	1374.66	6.77%	1374.43	6.77%
Bosque de Encino	N/D	N/D	122.65	0.60%	122.67	0.60%	124.54	0.61%	126.01	0.62%
Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia	894.68	4.41%	957.52	4.72%	631.31	3.11%	625.10	3.08%	622.91	3.07%
Asentamientos Humanos y Zona Urbana	N/D	N/D	362.88	1.79%	362.89	1.79%	424.17	2.09%	424.16	2.09%
	20298.27	100.00%	20298.27	100.00%	20298.28	100.00%	20298.27	100.00%	20298.28	100.00%

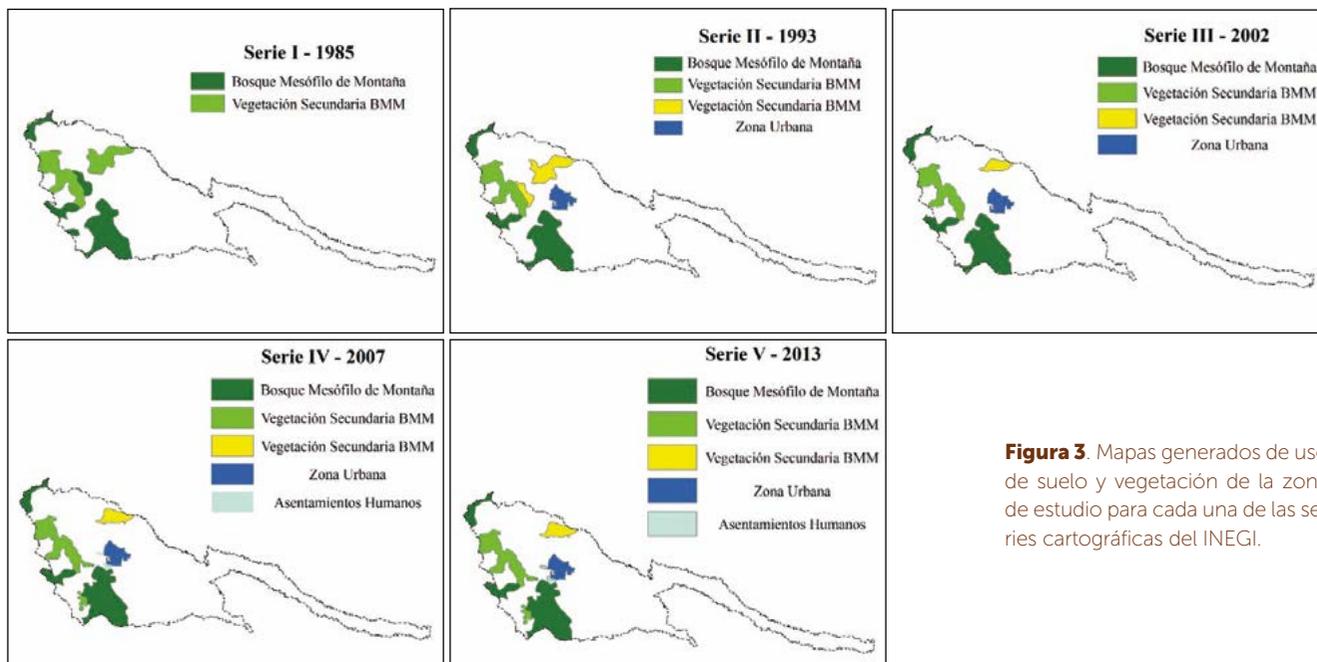


Figura 3. Mapas generados de uso de suelo y vegetación de la zona de estudio para cada una de las series cartográficas del INEGI.

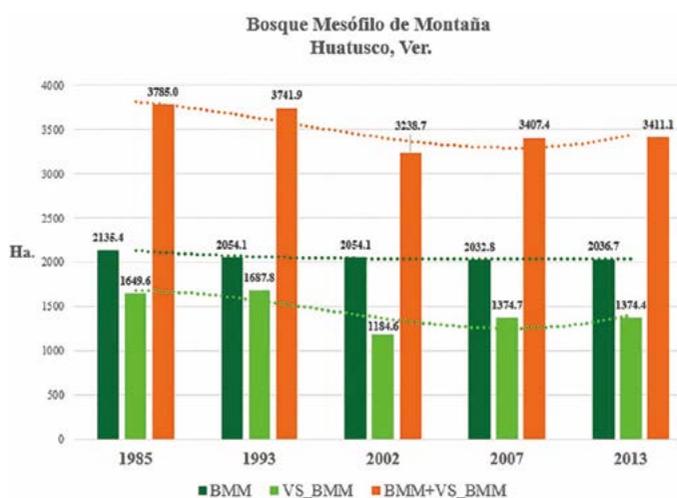


Figura 4. Evolución del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), Vegetación Secundaria de Bosque Mesófilo de Montaña (VS_BMM) y Bosque Mesófilo de Montaña Vegetación Secundaria de Bosque Mesófilo de Montaña (BMM+VS_BMM) en Huatusco, Veracruz, MEXICO (Fuente de elaboración propia).

mesófilo de montaña y la dinámica indica que se ha perdido una cantidad significativa de vegetación primaria, secundaria arbórea y arbustiva de bosque. El cambio más drástico observado, se presenta en la vegetación secundaria de BMM con 0.65% menos que la superficie original presente en 1985 (TDA=-0.0065), destaca la pérdida ocurrida durante el período comprendido entre los años 1993-2002 en el cual se presenta un valor -3.93% (TDA=-0.0386, 503 hectáreas menos). En vegetación primaria de BMM se tiene una TDA de -0.0017 y el cambio más significativo se presentó durante el período comprendido entre 1985 y 2003 con 0.485% menos (81 hectáreas menos). El análisis cartográfico de los cambios de cobertura y uso del suelo se obtiene a través de la comparación de mapas de diferentes fechas al sobreponer dos mapas de diferentes fechas obteniendo los tipos de cambio, su superficie y localización. (Mas, Velázquez, & Couturier, 2009). Los cambios observados

Cuadro 2. Evolución en la Superficie de Bosque Mesófilo de Montaña y Vegetación Secundaria de BMM de Huatusco, Veracruz, México.

Año	BMM		Vegetación Secundaria (ha)		BMM+VSBMM	
	ha	% municipio	ha	% municipio	ha	% municipio
1985	2135.4	10.52%	1649.6	8.13%	3785.0	18.65%
1993	2054.1	10.12%	1687.8	8.32%	3741.9	18.43%
2002	2054.1	10.12%	1184.6	5.84%	3238.7	15.96%
2007	2032.8	10.01%	1374.7	6.77%	3407.4	16.79%
2013	2036.7	10.03%	1374.4	6.77%	3411.1	16.80%

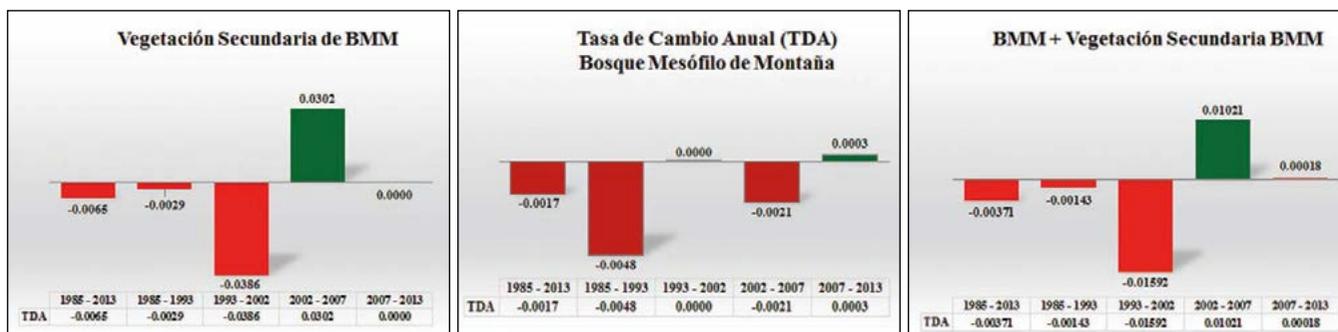


Figura 5. TDA y P para Bosque Mesófilo de Montaña, para Vegetación Secundaria de Bosque Mesófilo y para el conjunto Bosque Mesófilo de Montaña y Vegetación Secundaria de Bosque Mesófilo de Montaña.

indican pérdidas importantes en bosques y selvas del país, terrenos que generalmente se convierten en áreas para el desarrollo de agroecosistemas. Los cambios en la cobertura y uso del suelo afectan los sistemas globales, dichos cambios llegan a sumar un total significativo y se reflejan en buena medida en la cobertura vegetal, razón por la cual se toman como referencia para algunas aplicaciones que van desde el monitoreo ambiental, la producción de estadísticas como apoyo a la planeación, evaluación del cambio climático y evaluación de procesos de desertificación, entre otros (INEGI, 2014). De forma global, durante el lapso comprendido entre 1985 y 2013, se ha perdido un total de 98.7 hectáreas de vegetación primaria de BMM; lo que representa una tasa de deforestación de 3.52 ha año⁻¹. El cambio más drástico se observa en la vegetación secundaria de BMM la cual ha perdido un total de 275.2 ha, que se traduce en una tasa de deforestación de 9.8 ha año⁻¹. Como puede apreciarse en los resultados obtenidos, existen importantes áreas territoriales de BMM en el municipio que han sido perturbadas a lo largo de los últimos veintiocho años. Los cambios más significativos se aprecian en la vegetación secundaria de bosque Mesófilo de montaña, pre-

sentándose el cambio más drástico durante el período comprendido entre los años 1993 y 2002, donde se perdieron más de quinientas hectáreas. La cuantificación o medición de la deforestación ha resultado ser muy compleja ya que las estimaciones realizadas hasta la fecha están influenciadas por múltiples conceptos, diversos objetivos y metodologías que no permiten su comparación (Céspedes-Flores & Moreno-Sánchez, 2010). Las tablas indican que, si bien los valores globales de TDA y P para BMM del municipio son relativamente bajos (TDA=-0.0037, P=-0.37%), considerando la función e importancia de los servicios ecosistémicos que el bosque ofrece, el área degradada representa una pérdida irreparable.

CONCLUSIONES

La reducción observada en la vegetación de BMM del municipio es preocupante y la tendencia actual no muestra signos alentadores de recuperación. Los servicios ecosistémicos y la importancia de la biodiversidad del bosque mesófilo de montaña se encuentran seriamente amenazados. La presencia de BMM en Huatusco se suscribe al macizo montañoso que rodea la parte oeste del municipio, virtud que se convierte en el principal motivo por el cual se ha logrado preservar este importante ecosistema, sin embargo, el crecimiento demográfico de las localidades adyacentes y la búsqueda de nuevos territorios para el desarrollo de agroecosistemas, representa la principal amenaza a su supervivencia. Esta característica del BMM puede ser común a todo el territorio veracruzano, ya que al presentar pendientes pronunciadas de difícil acceso, la degradación ha sido menor. De continuar con la tendencia actual de deforestación y de acuerdo con los valores de la Tasa de Cambio Anual (TDA) calculados, en menos de 50 años el BMM estaría perdido en su totalidad.

AGRADECIMIENTOS

A Dra. Olga Tejeda Sartorius y M.C. María de los Ángeles Téllez Velasco, organizadoras del Simposio "El Bosque de Niebla y sus Orquídeas: Estrategias de conservación y sustentabilidad", por su amable invitación a participar como ponente en éste evento.

LITERATURA CITADA

Bierregaard R.O., C. Gascón C. 2001. History of a long term conservation project. Michigan, E.E.U.U.: Yale University Press.

- Céspedes-Flores S.E., Moreno-Sánchez E. 2010. Estimación del valor de la pérdida del recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. (INECC, Ed.) Investigación Ambiental, 5-13.
- CICESE. 2013. Datos climáticos diarios del CLICOM del SMN con gráficas del CICESE. Recuperado el 14 de Noviembre de 2013, de BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL (SISTEMA CLICOM): <http://clicom-mex.cicese.mx/>
- FAO. 1996. Survey of tropical forest cover and study of change processes. Forest resources assessment 1990(130).
- González-Espinosa M., Meave J., Ramírez-Marcial N., Toledo-Aceves T., Lorea-Hernández F., Ibarra-Manríquez G. 2012. Los bosques de niebla de México: conservación y restauración de su componente arbóreo. ECOSISTEMAS, 36-52.
- Herrerías-Diego Y., Benitez-Malvido J. 2005. Consecuencias de la fragmentación de los ecosistemas. En O. e. Sánchez, Temas sobre restauración ecológica (págs. 113-122). México D.F.: INE-SEMARNAT.
- INEGI. 2013. Compendio de información Geográfica Municipal 2010 - Huatusco. Aguascalientes, Ags.: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI. 2014. Guía para la Interpretación de cartografía Uso de suelo y vegetación Escala 1:250000 SERIE V. Aguascalientes, Ags.: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Mas J.F., Velázquez A., Couturier, S. 2009. La evaluación de los cambios de cobertura/uso del suelo en la República Mexicana. (INE, Ed.) Investigación Ambiental, 23-39.



CREACIÓN DEL PARQUE ECOLÓGICO CHICALABA EN HUATUSCO, VERACRUZ, MEXICO

CREATION OF THE CHICALABA ECOLOGICAL PARK IN HUATUSCO, VERACRUZ

De Ita-Cabrera, M.^{1*}, Partida-Sedas, S.²

¹Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Veracruz. Plantel Huatusco; Avenida 1 Oriente Colonia Centro; Huatusco, Veracruz. México. C.P. 94100. Veracruz, México. ²Instituto Tecnológico Superior de Huatusco; Avenida 25 Poniente Colonia Reserva Territorial; Huatusco, Veracruz. México. C.P. 94100. Veracruz, México.

*Autor de correspondencia: monicadeita_66@hotmail.com

RESUMEN

En Latinoamérica y México, el bosque mesófilo de montaña soporta fuerte presión por actividades humanas que provocan su pérdida irreversible. En Veracruz, México, este efecto ha avanzado aceleradamente y el cambio se acentúa en la región de Huatusco. Al presentar problemas de deforestación, es necesario brindar alternativas para la conservación de los recursos naturales existentes en pequeños bosques localizados en la periferia del municipio. Una opción factible para conservar áreas aún no degradadas, es la promoción de sitios destinados a recreación, mantenimiento de diversidad biológica y calidad del paisaje, así como para educación de nuevas generaciones con respecto al bosque, resaltando ante todo la importancia de su conservación. El este estudio se describe el proceso de creación del parque ecológico "Chicalaba" como alternativa para la conservación y manejo de un área verde ubicada en un área periférica de la ciudad de Huatusco, Veracruz, México.

Palabras Clave: Parque ecológico, conservación, bosque mesófilo de montaña.

ABSTRACT

In Latin America and México, the mountainous mesophyll forest withstands strong pressure from human activities that provoke its irreversible loss. In Veracruz, México, this effect has advanced rapidly and the change is accentuated in the Huatusco region. When there are problems of deforestation, it is necessary to provide alternatives for the conservation of existing natural resources in small forests located on the periphery of the municipality. A feasible option to conserve areas that are still not degraded is the promotion of sites destined to recreation, maintenance of biological diversity and quality of the landscape, as well as to educating the new generations about the forest, highlighting most of all the importance of its conservation. This study describes the process of creation of the "Chicalaba" ecological park as an alternative for the conservation and management of a green area located in a peripheral area of the city of Huatusco, Veracruz, México.

Keywords: ecological park, conservation, mountainous mesophyll forest.

INTRODUCCIÓN

La calidad del ambiente de un país depende de las relaciones entre la densidad de población, el uso de los recursos naturales, las condiciones geográficas, patrones de desarrollo económico, administración política y actitudes sociales; aunque la naturaleza está provista de mecanismos de auto purificación y regeneración de sus recursos naturales una vez que se rebasan ciertos límites, se generan desequilibrios en los ecosistemas que pueden ser irreversibles (Rodríguez A. Rosario, 1994). Los bosques mesófilos de montaña (BMM), representan una vegetación intermedia entre la tropical y la templada (Meave *et al.*, 1992; Challenger, 1998), es el principal ecosistema natural presente en el municipio de Huatusco, en el estado de Veracruz, México. A estos bosques se les ha reconocido como sistemas prioritarios de conservación y restauración, debido al papel vital que desempeñan en el mantenimiento de los ciclos hidrológicos y nutrientes (Hamilton, 1995; Brujnzal, 2001). Además, de la gran biodiversidad que hay en ellos, albergan alrededor de 2500 a 3000 especies de plantas vasculares (Rzedowski, 1996). Actualmente su distribución en México abarca menos del 1% del territorio nacional lo que representa casi 17,000 Km² (Sánchez-Ramos y Dirzo, 2014). De acuerdo a Challenger (1998) son tres los factores principales por los que se ha destruido aceleradamente éste ecosistema: La expansión hacia la zona de agricultura de subsistencia mediante el método de roza, tumba y quema. La práctica de ganadería a pequeña escala; y la expansión de producción cafetalera comercial, de modo que el bosque en sí ya no se percibe como un recurso, sino como un obstáculo para el desarrollo económico. La pérdida de este tipo especial de bosque contribuye a crear condiciones de hídricas inapropiadas, ya que la eliminación de los árboles que interceptan la niebla y la condensan, ocasiona pérdida de agua que es arrastrada en forma de niebla a otros lugares y al no haber cobertura arbórea, el agua de lluvia presenta una mayor tendencia al escurrimiento superficial que a la infiltración, provocando desabasto de agua en mantos freáticos, desaparición de manantiales, erosión del suelo e inundaciones. Tomando en cuenta la pérdida de áreas boscosas en los últimos años, es necesario tomar medidas para proteger los pequeños espacios que todavía cuentan con éste tipo de vegetación. (Vazquez y Orozco 1995) proponen realizar cinco tipos de acciones conservacionistas: Creación de áreas protegidas. Explotación conservacionista de los recursos (aprovechamiento sustentable). Bancos de germoplasma. Emisión de leyes y reglamentos. Acciones educativas que formen una nueva mentalidad con respecto a nuestra relación con la naturaleza. Aunque su extensión en el país es pequeña, son muchos los beneficios ambientales que el BMM proporciona; principalmente en términos de captación de agua y recarga de mantos freáticos. Por lo tanto, es de gran valía que exista vegetación original en el municipio y pequeños bosques en los márgenes de la ciudad y municipios vecinos. Para poder ofrecer educación ambiental a la población, se requiere de infraestructura específica, tal como granjas-escuela, museos de ciencias naturales o talleres de agricultura y ganadería o parques escuela, esto constituye la intención principal al implementar el ecoparque Chicalaba en este municipio. Las áreas naturales protegidas salvaguardan la diversidad genética, con el fin de preservar los ecosistemas urbanos y los elementos naturales indispensables para el bienestar general de las zonas aledañas a los asentamientos humanos, y

la educación es una de las mejores opciones para proteger la naturaleza y para concientizar o sensibilizar al ser humano. El objetivo del presente trabajo es describir el proceso de creación del parque ecológico "Chicalaba" el cual se considera una alternativa para la conservación y manejo sustentable de un área verde ubicada en la Colonia Centenario de la localidad de Huatusco, Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El municipio de Huatusco, se encuentra dentro de la región de las Grandes Montañas del estado de Veracruz; y en éste y en los municipios aledaños de Calcahualco, Alpatláhuac, Coscomatepec y Totutla se aprecia bosque mesófilo de montaña, pero desgraciadamente la actividad humana ha sido la principal causa de que el ecosistema esté desapareciendo. En la ciudad de Huatusco, se encuentra un área verde en el extremo noroeste de la ciudad que rodea la periferia de la colonia Centenario y es adyacente al río Citalapa; esta área posee una parte de vegetación conservada de Bosque mesófilo de montaña, con especies típicas de la región, tal como el encino Chicalaba (*Quercus insignis* Mart. & Gal.), helechos arborescentes (*Cyathea* sp., *Alsophila* sp.) y árboles de nogal cimarrón o cedro nogal (*Juglans pyriformis* Liebm.).

Éste sitio tiene importancia ecológica para la ciudad de Huatusco, ya que el grado de conservación de gran parte de la vegetación existente, está en buenas condiciones y esto ha protegido el suelo, proporciona alimento a la fauna silvestre que allí habita y mejora el paisaje de la ciudad, además de que existen dos manantiales de agua. Es por esto que se ha solicitado la protec-

ción de éste espacio ante las autoridades correspondientes ya que el área verde es propiedad del ayuntamiento de Huatusco y se ha propuesto convertirlo en un parque ecológico o Ecoparque en el que exista un jardín botánico, sirva como banco de germoplasma, que sea un lugar de esparcimiento, convivencia, recreación y principalmente como centro para la educación y capacitación

en la conservación de los bosques, cuidado del agua y otros temas medioambientales, puede ser utilizado como parque-escuela para aprender in situ sobre la naturaleza, para alumnos de escuelas y gente que visite éste sitio.

Descripción del sitio del proyecto

El Parque Ecológico Chicalaba cuenta con una superficie territorial de 05-17-81.86 ha, tiene una parte de potrero a lo largo de la orilla del Río Citlalapa y por otro lado en toda la ladera del cerro que colinda

con la colonia (Figura 1) posee un pequeño bosque mesófilo de montaña que tiene la particularidad de contar con gran abundancia encino Chicalaba (*Quercus insignis* Mart & Gal.), además de encino barrilito (*Quercus xalapensis*), Nogal (*Juglans pyriformis*), Fresnos (*Fraxinus uhdei*), Ocozotes (*Liquidambar styraciflua* var *mexicana*), Hayas (*Platanus mexicana*), Kiavis (*Meliosma alba*),

helechos arborescentes (*Cyathea* sp. y *Alsophila* sp.) etcétera. Toda ésta rica vegetación alberga fauna silvestre (Figura 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La idea del proyecto surgió en el 2004, en ese año las autoridades realizaron el deslinde del área verde y mediante sesión de cabildo, se decretó su protección; sin embargo, las tres administraciones sucesivas no dieron continuidad al proyecto, relegándolo al olvido. En la Figura 2, se indican las etapas por las cuales ha transitado este proyecto. Posterior a esa fecha, este espacio siguió igual, sin protección ni mantenimiento y no se le ha dado uso como espacio protegido para educar, sus recursos naturales se han visto deteriorados, la semilla de Chicalaba sigue perdiéndose y varios vecinos practican la tala a pequeña escala, por lo que se hizo necesario retomar el

proyecto para rescatar éste espacio que puede generar tanto beneficio para la ciudad y sus habitantes.

Decreto de Creación del Parque Ecológico Chicalaba

En agosto del 2014, la administración municipal creó el consejo consultivo del medio ambiente en el ayuntamiento y como resultado de los trabajos del consejo, a partir del año 2015 se constituyó el Comité de Micro cuencas de los ríos del municipio. Entre las primeras acciones del comité, se determinó crear el Parque Ecológico Chicalaba como área de conservación comunitaria. Aun cuando este sitio es propiedad municipal, por la biodiversidad registrada, es factible darle uso como área protegida, que sirva para impartir edu-

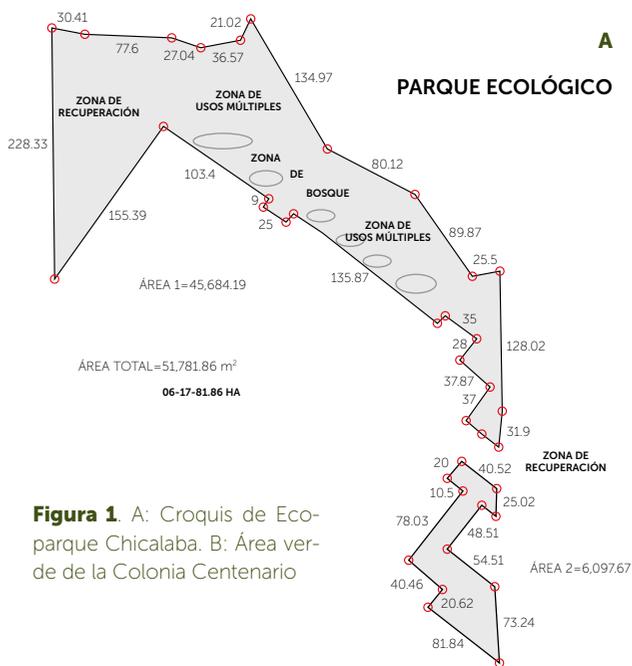


Figura 1. A: Croquis de Eco-parque Chicalaba. B: Área verde de la Colonia Centenario

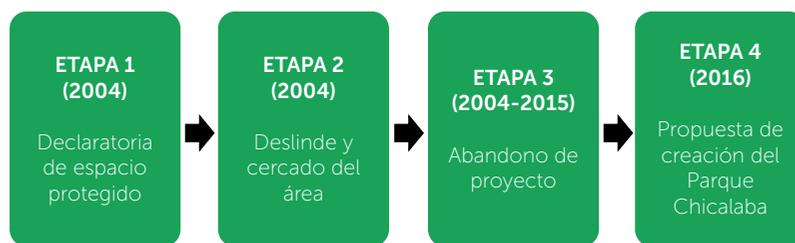
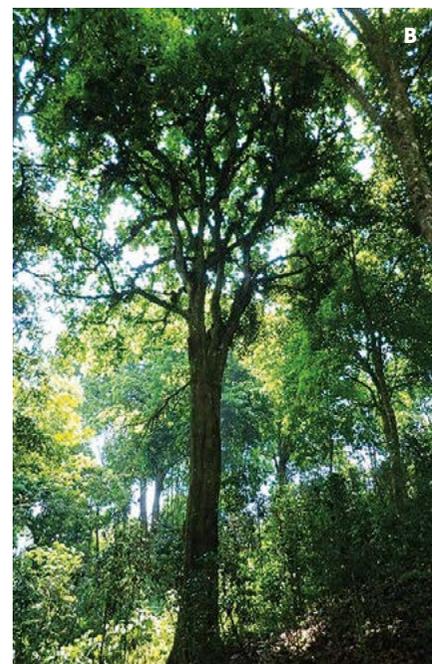


Figura 2. Diagrama de Etapas del Proyecto de Creación de Ecoparque Chicalaba.

necesario retomar el

cación ambiental. Las áreas de conservación voluntaria-comunitarias (ACV) representan una estrategia social con un gran auge como paradigma alternativo para la conservación, especialmente en países cuyas poblaciones dependen de modo directo de estos recursos para su subsistencia. Al contrario de los esquemas de "comando y control", se considera que la conservación comunitaria tiene sus bases en los valores culturales y modos de vida tradicional y se caracteriza por ser holística y participativa por lo que se le atribuye un mayor potencial de éxito (Berkes, 2004 citado por (Haas., 2013). Para llevar a cabo lo propuesto anteriormente, se planteó **rescatar un área**

verde de propiedad municipal en la colonia "Centenario" de la ciudad de Huatusco Veracruz, para declarar la Área natural protegida de acuerdo a la normatividad vigente de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), y crear un parque ecológico o eco-parque, con el fin de hacer uso de un área verde para beneficio de la población en el que se lleven a cabo actividades de recreación, deporte, capacitación a estudiantes y público en general sobre temas referentes al medio ambiente y su cuidado.

Elección del Nombre del Parque Ecológico

El encino Chicalaba (*Quercus insignis*) es abundante en éste espacio relativamente pequeño, pero es un árbol de gran importancia ya que en estudios realizados por el Instituto de Ecología de Xalapa (INECOL) han comprobado que este tipo de encino crece rápido y mucho más en ambientes con sombra, ayuda a la restauración de los bosques ya que su presencia fomenta el desarrollo de otros árboles haciendo éste proceso más rápido. En los bosques donde no hay tanta perturbación,

es posible encontrar al encino Chicalaba como especie dominante, ésta especie suele desarrollarse muy bien a orilla de los ríos y posee semilla en forma de pirnola, y de todos los encinos que hay en la tierra, éste es el que posee la bellota más grande, su diámetro llega a ser de 3.5 a 7 cm y 3 a 5 cm de alto, es de forma ovoide, globosa y deprimida, fructificando en los meses de julio a agosto (Figura 3).



Figura 3. Semillas de *Quercus insignis* Mart. & Gal.

Su nombre proviene del náhuatl xica=jícara, cazuelita y ahuatl=encino, en náhuatl su nombre es xicalahuatl (encino cazuelita) que al castellano es Chicalaba (Figura 4).

En el área verde se encuentran alrededor de 15 árboles padres muy grandes y sanos, que año con año proveen de semilla. Varias de ellas caen y germinan por lo que hay gran cantidad de arbolitos pequeños creciendo muy juntos (Figura 4 B), otras más pierden viabilidad y se secan, desaprovechando la oportunidad para propagar ésta especie benéfica para el bosque.

Acciones ejecutadas y por realizar

Se trabaja arduamente en coordinación con la oficina de Ecología del actual ayuntamiento y personal académico del Instituto Tecnológico Superior de Huatusco para el desarrollo del éste proyecto y el saneamiento del Río Citlalapa. Dentro de las principales actividades que se han desarrollado en el Ecoparque, está la limpieza de 5 km de la ribera del río a través de un programa de empleo temporal financiado por la comisión nacional de agua (CONAGUA), se han colocado letreros que hacen referencia a ser un área protegida y que se prohíbe talar, realizar cacería y depositar basura o contaminar. Aunado a lo anterior, se inició una primera etapa de reforestación de las áreas más degradadas con árboles

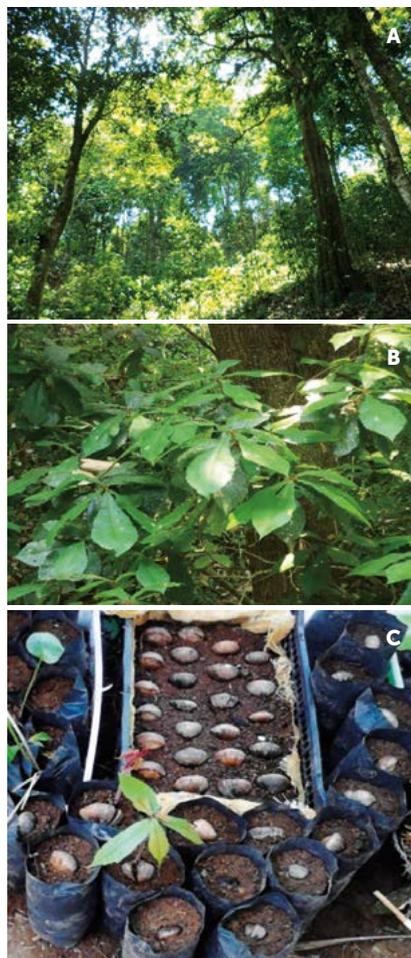


Figura 4. A: Encinos Chicalaba en el área verde del Centenario. B: Plantulas de encino por regeneración natural. C: semilla y vivero

que fueron donados para éste sitio. Se ha establecido vinculación con la Unidad de Manejo Ambiental “El Tepocho” ubicada en la Raya, municipio de Huatusco en términos de donación de árboles para reforestar el ecoparque (Figura 5) y se ha integrado al proyecto el Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Veracruz para que alumnos de la carrera de técnico forestal realicen ahí en el ecoparque prácticas de campo de su carrera. En el futuro pretende vincularse con otras instituciones y organizaciones no gubernamentales para poder cumplir lo planeado.

El concepto más elaborado de la conservación de la naturaleza debe contener la combinación de dos principios: la necesidad de la planificación de los recursos sobre las bases de inventarios muy precisos y la necesidad de tomar medidas preventivas para asegurar que esos recursos no se agoten (MacKinnon *et al.*, 1986) dentro de (INE, 2012). Existen muchas actividades por realizar y se está trabajando en conjunto con autoridades municipales, el Instituto Tecnológico Superior de Huatusco y haciendo trámites para solicitar recursos necesarios ante instancias correspondientes para su protección y continuar desarrollando éste parque ecológico. A continuación, se en-

listan las principales acciones por desarrollar: Habiendo identificado los recursos naturales con que cuenta, se justifica su registro ante CONANP como área de conservación voluntaria; así mismo, se debe tramitar su registro como Unidad de Manejo Ambiental ya que posee especies consideradas dentro de la NOM-059, tal como: nogal cimarrón (*Juglans pyriformis*) y dos helecho arborescentes (*Cyathea* y *Alsophila*); para esto se debe elaborar el plan de manejo ambiental. Por la riqueza biológica del sitio, se debe continuar los estudios ecológicos. Se requiere hacer adaptaciones y construcciones necesarias para acondicionarlo como un parque ecológico, zonificando el área para diversas actividades: Área de reforestación, Área de usos múltiples, Área de bosque o de conservación. Se reforestarán aquellas áreas que se encuentran muy deterioradas e intervenidas y se diseñará un sendero que sirva para recorrer el jardín botánico que contará con las especies más representativas del bosque mesófilo de montaña. Se planea construir un aula ecológica tipo palapa que sea de bajo impacto ambiental para que en ella se brinde capacitación y se debe construir una bodega o almacén para colocar los implementos de trabajo y el equipo con el que se realizaran las capacitaciones. Se

construirá un vivero rústico para la propagación del encino Chicalaba y otras especies.

CONCLUSIONES

Las áreas de protección de recursos estratégicos son espacios de conservación reconocidas por la comunidad, las cuales son decretadas o asumidas como tales por acuerdos en asambleas comunitarias o ejidales. Tienen por fin proteger determinados recursos como manantiales, sitios de recarga de agua, refugio de fauna y de extracción de recursos no maderables y medicinales (Anta, 2007). Es necesario resguardar éste espacio dándole una categoría de área protegida ante la CONANP y promover que sea un sitio para la educación y aprovechamiento sustentable de éste plasma germinal.

AGRADECIMIENTOS

A las organizadoras del Simposio “El Bosque de Niebla y sus Orquídeas: Estrategias de conservación y sustentabilidad”, Dra. Olga Tejada Sartorius y M.C. María de los Ángeles Téllez Velasco por su amable invitación a participar como ponente en éste evento y comité organizador. Al Regidor Segundo de la administración municipal Huatusco 2014-2017 C. Lic. Eucario Rincón Hernández por su interés y apoyo para gestionar e ir avanzando en la realización de éste proyecto.



Figura 5. A: Limpieza del sitio. B-C: prácticas con estudiantes.

LITERATURA CITADA

- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México pasado, presente y futuro. Conabio. Instituto de Biología, UNAM. Agrupación Sierra Madre, S.C. Impreso en México.
- De Ita, C.M. 2005. Proyecto creación de Parque ecológico Xicalahuatl en la Colonia Centenario de la ciudad de Huatusco, Ver. Proyecto. Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México. Editorial Limusa. Impreso en México.
- Haas., E. G. (2013). Analisis de Capacidades nacionales para la conservación *in situ*. En J. CSM., AREAS PROTEGIDAS.
- INE. (2012). El establecimiento de Geoparques en México: un método de análisis geográfico para la conservación de la naturaleza en el contexto del manejo de cuencas hídricas. Dirección de Manejo Integral de cuencas hídricas.
- Tejeda, S.O & Tellez, V. Ma. A. El bosque mesófilo de montaña y sus orquídeas. D.R. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. Estado de México (2015).
- Vázquez, Y.C. & Orozco, S. A. 1995. La destrucción de la naturaleza. La Ciencia/83 desde México, SEP y Fondo de Cultura Económica. CONACYT.
- Zavala, C.F. 1992. Identificación de encinos de México. UACH. División de Ciencias Forestales. Impreso en Texcoco, Estado de México.



UNA EXPERIENCIA DE TRABAJO EN LOS BOSQUES MESÓFILOS DE LA SIERRA NORTE DE OAXACA, MÉXICO

A WORKING EXPERIENCE IN THE MESOPHYLL FORESTS OF OAXACA'S SIERRA NORTE, MÉXICO

Lucas-González, J.L.^{1*}; Viveros-Hernández, J.¹

¹Grupo Mesófilo A.C. Calle Pino Suárez No. 205, Col. Centro, Oaxaca de Juárez, Oaxaca. C.P. 68000.

*Autor de correspondencia: dioon_pp@hotmail.com

RESUMEN

Se reúnen experiencias del trabajo que Grupo Mesófilo A.C. ha desarrollado con las comunidades que forman parte de la Sierra Norte de Oaxaca, México, específicamente en las áreas del Rincón de Ixtlán y el Distrito de Villa Alta. Dichos lugares cuentan aún con manchones importantes de bosque mesófilo de Montaña por lo que los habitantes aprovechan diversos servicios que les brindan los bosques para desarrollar actividades económicas, satisfacer necesidades relacionadas con la vivienda, alimentación y obtención de energía..

Palabras clave: Bosque de niebla, actores rurales, conservación

ABSTRACT

Experiences were gathered that the Grupo Mesófilo A.C. has brought together in the communities that are part of Oaxaca's Sierra Norte, México, specifically in the areas of Rincón de Ixtlán and Distrito de Villa Alta. These places still have important patches of mountainous mesophyll forest, so the inhabitants take advantage of various services that the forests provide them to develop economic activities and satisfy needs related to housing, food and exploitation with wood fuel purposes.

Keywords: cloud forest, rural actors, conservation.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 6, junio, 2017. pp: 79-83.

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



INTRODUCCIÓN

Los bosques mesófilos de la sierra norte de Oaxaca, México, albergan una compleja e importante biodiversidad. Cerca de ellos se encuentran comunidades zapotecas arraigadas desde tiempos inmemoriales, interactuando y desarrollando una agricultura propia, acorde a su entorno pero trastocada por la influencia de paquetes tecnológicos, programas gubernamentales y necesidades económicas. En lo sucesivo, el lector podrá conocer una parte de la experiencia que Grupo Mesófilo ha desarrollado en comunidades asentadas en el Rincón de Ixtlán y Villa Alta, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de los productores de café (*Coffea arabica* L.) y sus familias. De primera instancia, desarrollando proyectos para mejorar y fortalecer el sistema de producción de café, después mejorando las condiciones del hogar y la salud a través de las estufas ahorradoras de leña, a la vez de promover simples pero importantes prácticas para el manejo de los agroecosistemas, sobre todo, el sistema milpa y un acercamiento con estudiantes de los bachilleratos asentados en las comunidades, quienes serán los futuros tomadores de decisiones sobre los recursos naturales de sus respectivos pueblos. El objetivo de este documento es contribuir a que las instituciones gubernamentales, fundaciones y organizaciones de la sociedad civil analicen que no existen fórmulas, ni se trata de acciones mecánicas en la búsqueda de opciones para el desarrollo local y regional, y en nuestra perspectiva lo conceptualizamos como un proceso en espiral, de tal forma que se van creando y recreando en el tiempo, por lo cual, cada uno de ellos es único en sí mismo. Ciertamente, si bien no hay recetas, si hay lecciones aprendidas que resaltan la aplicación necesaria de ciertos principios metodológicos rectores que deben observarse si se desea ser promotores del cambio de rumbo que con urgencia requiere México, y en especial, la redefinición del quehacer con los sectores y actores campesinos indígenas que históricamente han sido excluidos del mismo.

El trabajo en cafetales

El café es la bebida más popular e importante del mundo, y Oaxaca cuenta con características geográficas y ambientales apropiados para su producción. El grano de café habría realizado un largo viaje desde su natal África para llegar a Oaxaca a mediados del siglo XVIII, González (2012) menciona que fueron los comerciantes de grana cochinilla que al caer el mercado del tin-

te y tratando de revertir los efectos negativos para su economía, introdujeron las primeras plantas de café en Oaxaca, y se plantaron en terrenos situados en lo que hoy son los municipios de Pochutla y Miahuatlán. Actualmente el cultivo se encuentra difundido en casi todas las regiones del estado, donde existen condiciones adecuadas para su cultivo. Una de ellas es la Sierra Norte de Oaxaca, lugar donde se encuentran extensiones importantes de bosque mesófilo de montaña, localizados en cañadas y laderas húmedas del complejo serrano (Torrez-Colín, 2004). En la región varias comunidades han dedicado numerosas parcelas a su cultivo, y es donde el Grupo Mesófilo A.C., ha realizado varios trabajos para contribuir al mejoramiento del proceso de producción. Una de las primeras experiencias con los productores de café fue en el año del 2001, en localidades de el Rincón de Ixtlán, microrregión de origen Zapoteca localizada en la Sierra Norte, compuesta por 10 pueblos pequeños que comparten cultura y lengua constituyendo una unidad culturalmente homogénea (Grupo Mesófilo, 2003). Los pueblos participantes fueron: Santa Cruz Yagavila, Santiago Teotlaxco, San Juan Yagila y San Juan Tepanzacoalco y los trabajos fueron financiados por la WWF y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Además se contó con la participación de Yeni Navan S.P.R. de R.L. organización que promueven el comercio justo y organiza agricultores para mejorar su producción.

Actividades de conciliación

La productividad del café registrada en la microrregión, es bajo el sistema tradicional conocido como "rusticano", "policultivo tradicional" o "jardines de café", donde el café se cultiva bajo sombra con predominio de la vegetación original. Bajo este sistema una gran variedad de especies nativas arbóreas no se eliminan e incluso pueden incorporarse otras especies útiles con las que se diversifican los cafetales. Las plantaciones crecen dentro del dosel original de los bosques o selvas, respetando en buena medida la vegetación original y permitiendo la sobrevivencia de un gran número de especies silvestres. Se manejan también plantaciones bajo sombra en las que el café se acompaña de diversas especies de planta útiles, nativas o introducidas. Ambos sistemas de producción son importantes para la estabilidad y conservación de los ecosistemas regionales (Cruz-Ramos, 2004). Desde la perspectiva económica, y desde los años setenta el café es el cultivo de mayor relevancia para las comunidades indígenas de la región pues de su venta depende en gran medida el

flujo de ingresos monetarios a las unidades domésticas, determinando el orden de prioridades de las demás actividades productivas y el empleo de la fuerza de trabajo disponible. Como cultivo perenne se ha convertido en un elemento articulador del acceso y uso del territorio en las comunidades. La apropiación de este cultivo ha generado gran riqueza de conocimientos y adaptaciones para su manejo importantes de valorar. Las limitantes identificadas durante el estudio se listan a continuación. Rendimientos poco satisfactorios: de 4 a 10 quintales ha^{-1} (240-600 kg ha^{-1}) de café pergamino seco (el promedio estatal 8 quintales ha^{-1} , que ya es bajo), y las razones para lo anterior se atribuyen a cafetales mal atendidos, viejos, de tipo convencional y propiedad de productores no organizados; otras limitantes fueron: algunas plantaciones nuevas, con un mínimo de técnicas empleadas y propiedad de productores capacitados vienen rindiendo no menos de 6 quintales ha^{-1} en una superficie mínima de 0.25 ha. Situaciones muy diferentes de pago por su café entre no organizados y organizados, donde a los primeros el pago es de \$4.00 MX por kilo, mientras que los miembros de Yeni Navan, por ejemplo, obtienen \$15.00 MX a 16.00 MX por kilo directos al productor. Para ayudar a mejorar las condiciones adversas observadas se realizaron actividades de capacitación y algunos estudios sobre la biodiversidad de los cafetales. La finalidad del proyecto fue reforzar las capacidades de los productores y contribuir a la conservación de la

biodiversidad en los cafetales. Para lograrlo en proyectos se ejecutó en tres líneas de acción (Cuadro 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Derivado del trabajo de Grupo Mesófilo A.C con las comunidades, se indican los siguientes resultados: el avistamiento de 99 especies de aves (71 de ellas permanentes y 23 migratorias), 19 bajo un estatus de protección; 58 especies de árboles de sombra para el café y cinco talleres regionales de capacitación (Grupo Mesófilo A.C., 2003). En el año 2013 se rediseña el trabajo con pueblos del Rincón de Ixtlán, bajo un proyecto piloto de REED+, mecanismo para la reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques como propuesta de mitigación del cambio climático que busca limitar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por medio de la conservación de la cobertura forestal, principalmente (Libert y Trench, 2016). En este sentido se planteó que el proyecto contribuyera a fortalecer la conservación de los recursos naturales, e incentivara medidas para asegurar la continuidad de los ecosistemas en la zona del Rincón de Ixtlán, bajo tres líneas de acción en cuatro localidades: 1. Limitación de la frontera agrícola mediante el manejo diversificado de agroecosistemas. 2. Aprovechamiento sustentable de leña. 3. Manejo sustentable de la biodiversidad (bosques). A pesar del espacio entre actividades, se logró construir estufas ahorradoras de leña y permitió abrir otra zona de trabajo en el distrito de Villa Alta con pueblos rodeados de bosques nublados y selvas altas húmedas. De esta forma el trabajo con los pueblos de Villa Alta se realizó mediante el acercamiento derivado de la búsqueda de representantes de las comunidades agrarias y comuneros para la participación en el proyecto enmarcado en las acciones de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD+). Cabe mencionar que al tratarse de un proyecto piloto para dicho mecanismo se tuvo cierta libertad para proponer las actividades que, desde la experiencia y trabajo previo de G.M. se considerara pudieran contribuir a cumplir los objetivos de REDD+. En este sentido, los esfuerzos se encaminaron hacia la construcción de estufas ecológicas y promoción de prácticas agrícolas que transitaran del modelo de roza-tumba y quema hacia un modelo de agricultura no trashumante, con lo que se promueve la llamada **"sedentarización de la milpa"**, bajo la adopción de prácticas con base agroecológica que retomaran las de

agricultura tradicional que realizan los grupos zapotecas de la región (Grupo Mesófilo A.C., 2014a). No obstante, los principales esfuerzos

Cuadro 1. Líneas de acción y actividades realizadas para el mejoramiento del cafetal.

Línea de acción	Actividades
Estudios	Uso de suelo, estructura de biodiversidad, sistema de producción, unidad familiar, producción.
Capacitación	Mejoramiento de prácticas agrícolas, cultivo orgánico, diversificación
Mercado	Orgánico, Justo, amigable

del proyecto se encaminaron a acciones para disminución de la presión hacia los bienes naturales por extracción de leña, para lo cual se construyeron estufas ahorradoras de leña en un número reducido de hogares. De esta forma, las familias participantes vieron como un beneficio directo el contar con la ecotecnología, lo cual los comprometía, a participar en las acciones para la agricultura. Fue así como se concibió que la promoción de acciones para

disminuir la presión hacia los bienes comunitarios podrían estar alineadas tanto a los intereses del mecanismo para reducir las emisiones, la visión y misión del G.M. y desde luego a los propios de los comuneros que hacen su vida cotidiana en constante diálogo con la gran biodiversidad que albergan sus territorios. De esta forma, el trabajo en esta región, que se inició bajo un esquema de continuidad y transición entre las experiencias cafetaleras y la oportunidad de colaboración bajo el esquema de reducción de emisiones, se siguió con la promoción de actividades mayormente enfocadas a líneas de trabajo que permitieran el manejo de los agroecosistemas, principalmente para fortalecer el tema de soberanía alimentaria y manejo sustentable de los bienes naturales (Cuadro 2), respecto al número de personas beneficiarias y las temáticas que se abordaron en la región de trabajo. En este sentido, la experiencia mostró que uno de los incentivos de las familias para su participación en los proyectos es la adquisición de algún activo o beneficio directo sobre la capacitación y sensibilización en torno a las diversas problemáticas presentes en la región (deforestación, extracción de leña, insuficiencia alimentaria, ausencia de asistencia técnica, falta

de ingresos, etcétera). Un aspecto interesante fue establecer acuerdos de colaboración con tres bachilleratos comunitarios (San Juan Yaeé, Santiago Lalopa y Santa María Yaviche) para realizar acciones de los proyectos que pudieran además fortalecer las actividades académicas e interesar a los jóvenes en el trabajo con beneficios locales y regionales. Los resultados obtenidos de la ejecución de las diferentes líneas de trabajo han permitido establecer confianza y permanecer en cuatro localidades del Rincón de Villa Alta, abriendo el panorama sobre las limitantes y oportunidades para abordar las necesidades emitidas por ellos mismos, facilitando el diálogo e intercambio de saberes.

CONCLUSIONES

Las diversas circunstancias y características propias del contexto ambiental, económico y sociocultural de las comunidades zapotecas de la Sierra Norte, hacen necesario considerar aspectos importantes que pudieran haber contribuido a mejores resultados; la idea de una milpa semi sedentaria pudo haber surgido de un diálogo de mayor profundidad con los comuneros, lo que permitiría generar mayor confianza y éxito en la adopción de las prácticas agroeco-

lógicas como ha mostrado Cuanalo y Uicab-Covoh (2005), en su reporte sobre investigación participativa con campesinos en un sistema de milpa sin quema, dando seguimiento constante durante dos años de trabajo. Otro factor de suma relevancia para la generación de procesos de mediano y largo plazo es el referente a la cuestión de género, puesto que es común que las actividades productivas en las comunidades campesinas e indígenas estén a cargo de las mujeres como único soporte para la familia, sobre todo por la migración cada vez más frecuente. En este sentido es relevante mencionar que en la mayoría de las comunidades indígenas, la toma de decisiones sobre la tierra y bienes naturales se encuentran en manos de los varones, sin embargo las mujeres muestran gran interés y entusiasmo en acciones que permitan mejorar su calidad de vida, por lo que se deben considerar el enfoque de género al momento de generar propuestas y operar los proyectos (Grupo Mesófilo A.C., 2014b). Lo brevemente expuesto tendría que ser parte de un esfuerzo no sólo multidisciplinario, como lo ha sido el trabajo de G.M. en las diversas experiencias y procesos que acompaña, sino transdisciplinario, de tal manera que permita comprender

Cuadro 2. Temáticas abordadas en los proyectos y personas participantes 2013-2015.

Año	Asociados	Temática	Personas participantes	Comunidad
2013	Alianza México REDD+, USAID, ENDESU, Rainforest Alliance	Aprovechamiento de leña (estufas ecológicas)	40	San Miguel Tiltepec
		Limitación frontera agrícola	40	Santa Cruz Yagavila
		Biodiversidad (bosques)	32	Santa María Yaviche Santiago Yagallo
2014	OXFAM, SEDESOPH, SEDESOL	Agroecología	30	Santiago Yagallo
		Biodiversidad (acahual/bosque)	15	Santa María Yaviche
2015	INDESOL	Aprovechamiento de leña (estufas ecológicas)	123	Santiago Yagallo Santa María Yaviche San Juan Yaeé Santiago Lalopa

las particularidades de las unidades campesinas de producción, su resiliencia y dinámica propia, ya que muchas veces desborda los marcos conceptuales con los que se le ha pretendido aprender y explicar, más allá de los linderos en que la visión occidental esperaba encontrarlos, provocando el espejismo de que se trata de un sector carente de fuerza para salvaguardar sus intereses, lo cual se ha mostrado como falso a lo largo de la historia (Cervantes-Herrera *et al.*, 20015).

LITERATURA CITADA

- Carrillo A., Rosario M., Villalpando G., Martelo Z. 2016. Género, cambio climático y REDD+: experiencias en el tiempo. *Terra Latinoamericana* 34: 139-153.
- Cervantes-Herrera J., Castellanos J.A., Pérez-Fernández Y., Cruz L.A. 2015. Tecnologías tradicionales en la agricultura y persistencia campesina en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2: 381-389.
- Cruz-Ramos M. 2004. Café de sombra en el Rincón de Ixtlán, Sierra Norte, Oaxaca, México. <http://www.grupomesofilo.org/pdf/proyectos/SAC/SAC_mirna.pdf (fecha de consulta: Abril 29, 2016).
- Cuanalo H.E., Uicab-Covoh R.A. 2005. Investigación participativa en la milpa sin quema. *Terra Latinoamericana* 23: 587-597.
- Liber A., Trench T. 2016. Bosques y suelos en el contexto de REDD+: entre gobierno y gobernanza en México. *Terra Latinoamericana* 34: 113-124.
- González-Pérez D. 2012. Introducción del café en Oaxaca según documentos del Archivo del Poder Ejecutivo del Estado: el caso de Santiago Xanica. *Relaciones, Primavera* 130: 131-154.
- Grupo Mesófilo A.C. 2003. Capacitación comunitaria para la conservación de la biodiversidad en áreas forestales cafetaleras de la Sierra Norte de Oaxaca. Informe de actividades 2001-2002.
- Grupo Mesófilo A.C. 2014a. Plan integral para la conservación y continuidad del corredor biológico en la zona del rincón de Ixtlán, Oaxaca; una contribución a la reducción de emisiones de carbono. Documento de trabajo interno.
- Grupo Mesófilo A.C. 2014b. Producción agrícola sustentable y manejo de la biodiversidad en dos comunidades zapotecas del Rincón Villa Alta, Oaxaca. Informe narrativo final del proyecto.
- Torres-Colín R. 2004. Tipos de Vegetación. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 105-117.



PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE *Dahlia variabilis* Cav., EN MACETA EN LAS ALTAS MONTAÑAS DE VERACRUZ, MÉXICO

PRODUCTION AND TRADE OF POTTED *Dahlia variabilis* IN THE HIGH MOUNTAINS OF VERACRUZ, MÉXICO

Heredia-Hernández, D.¹; Baltazar-Bernal, O.^{1*}

Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz. Km 348. Congregación Manuel León, Municipio de Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. C. P. 94946. (dahdez@gmail.com; obduliabb@colpos.mx).

*Autor de correspondencia: obduliabb@colpos.mx.

RESUMEN

El cultivo de la flor de dalia (*Dahlia variabilis*) en las altas montañas de Veracruz, México, representa un alto potencial económico para las familias de la región, porque pueden beneficiarse de las condiciones climáticas de la región, mediante sistemas de cultivo en maceta al comercializar esta bella y tradicional flor mexicana. Las oportunidades de los productores locales para agregar valor de producción, se determina a partir de los conocimientos empíricos y adquiridos con la experimentación, para implementar y mantener el cultivo de flor de dalia en maceta. En este artículo se describen las etapas del cultivo, desde la germinación hasta la comercialización, incluyendo variables claves a monitorear, tales como el fotoperiodo, manejo integrado de plagas, manejo ambiental y humedad del sustrato en las macetas.

Palabras clave: Flor de Dahlia enana, fotoperiodo, valor agregado.

ABSTRACT

Cultivation of the dahlia flower (*Dahlia variabilis*) in the high mountains of Veracruz, México, represents a high economic potential for the families in the region, because they can benefit from the climate conditions of the region, through cultivation systems in pots when commercializing this beautiful and traditional Mexican flower. The opportunities for local producers to add production value are determined from empirical knowledge and acquired through experimentation, to implement and maintain the dahlia flower crop in pots. In this article the stages of cultivation are described, from germination to commercialization, including key variables to be monitored, such as photoperiod, integral management of pests, environmental management and moisture of the substrate in the pots.

Keywords: dwarf dahlia flower, photoperiod, added value.



Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 6, junio, 2017, pp. 84-90.

Recibido: noviembre, 2015. **Aceptado:** mayo, 2017.

INTRODUCCIÓN

La dalia (*Dahlia variabilis*) es la flor nacional mexicana, cuya conmemoración se celebra por el decreto del 13 de mayo de 1963 (Mera Ovando *et al.*, 2008); es además uno de los principales símbolos de la floricultura mexicana, por ser México lugar de origen de 41 de 52 especies endémicas en el mundo (Jiménez-Mariña, 2015). Desde tiempos prehispánicos la flor de dalia, conocida como acocoxóchitl (del náhuatl: "flor de tallos huecos con agua") tenía propósitos ornamentales (Figura 1), alimenticios, medicinales, ceremoniales y como forraje para animales (AMD, 2014; Mera Ovando, 2006). Hoy en día, en México la dalia se utiliza principalmente como ornamental y se promueve su uso aprovechando sus bondades medicinales y alimenticias (Mera Ovando *et al.*, 2008) (Figura 1).

La producción comercial en México, de flor de dalia se concentra en Puebla, Estado de México y Ciudad de México, (AMD, 2014; Jiménez-Mariña, 2015), sin embargo, existe potencial de producción en otros estados con las condiciones geográficas y climatológicas ideales que favorecen su producción y comercialización. En esta contribución, se reportan las variables más importantes a considerar en el cultivo de la flor de dalia en maceta, tales como el fotoperiodo, cantidad de tallos por maceta, luminosidad, temperatura y humedad relativa del ambiente; cuya evaluación se realizó bajo una estructura tipo túnel en diferentes etapas de producción y comercialización, tales como, germinación, crecimiento vegetativo, floración y punto de venta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones del Colegio de Posgraduados Campus Córdoba, ubicado en el municipio de Amatlán de los Reyes, Veracruz, México (18° 46' N y 96° 55' O), altitud de 720 m; una temperatura media anual de



Figura 1. Uso ornamental de la flor de dalia (*Dahlia variabilis*).



Figura 2. Túnel de polietileno para la producción de dalia.

22 °C y precipitación media anual de 1807 mm (INEGI, 2010). El clima es Aw semicálido subhúmedo con lluvias en verano. Para la primera etapa del experimento se utilizó un invernadero tipo sierra, de 6 m de alto y 25 m de largo, con un cerramiento total de plástico en la parte superior con cobertura de sombra de 60% y malla anti-trips en los laterales. Las plántulas de las siguientes etapas del cultivo se establecieron en túnel de plástico de polietileno blanco translúcido a 35%, que permitió la entrada de luz y corrientes de aire, además de protegió las plantas de granizadas y fuertes precipitaciones (Figura 2), sin embargo, bajo esta estructura las plantas quedan susceptibles a insectos, para lo cual fue necesario mantener un control integrado.

Etapas del cultivo de la flor de dalia en maceta

Etapas de germinación

Se utilizaron semillas comerciales de Hortaflo[®] de la variedad dalia enana, que se germinaron en sustrato Cosmopeat[®], dentro de charolas de plástico con 128 divisiones con tapa transparente (Figura 3).

La luz requerida para la germinación de las semillas de dalia es de 400 lux, en las primeras seis semanas, por lo que se requiere cubrirlas por lo menos con un centímetro de sustrato (Dole y Wilkins, 2005). Las charolas deben protegerse con malla sombra dentro del invernadero y estar cubiertas con el domo transparente; una vez germinadas, el domo transparente se levanta para que queden semi cubiertas (Figura 3 A). Después de cinco días de sembrado, cuando ya se puede ver el color verde de las primeras hojas, las charolas se destapan completamente (Figura 3 B). Cuan-

do la mayoría de las semillas están germinadas, las plántulas requieren mayor intensidad de luz (Figura 3 C), pero deben permanecer dentro del invernadero por lo menos durante dos días más, para promover la germinación del resto de semillas y evitar que los cotiledones de las plántulas ya germinadas se inclinen por la luz. En este punto, es necesario humedecer frecuentemente el sustrato, cuidando de no provocar daños mecánicos por la presión del agua de riego, ya que las plántulas y semillas no germinadas podrían destaparse y salirse de la cavidad de la charola.

Etapa de trasplante

Una vez que se desarrollan el primer par de hojas verdaderas, las plantas están listas para ser trasplantadas. En el experimento, esto sucedió a los siete días después de la germinación. Para el trasplante se utilizaron macetas de plástico negro de 6", con sustrato Cosmopeat® y composta en relación 1:1, fertilizante Basacote® Plus 6M 16N+8P+12K (Figura 4 A) en proporción 1.5 g L⁻¹ de sustrato, y fungicida Captan® 1 g L⁻¹ para prevenir enfermedades.

Las macetas se llenaron con el sustrato húmedo, trasplantando de dos a tres plantas por maceta. Es muy importante que el cepellón



Figura 3. A: Germinación de dalia en charola con domo transparente; B: semillas germinadas; C: plántulas con hojas cotiledóneas.

se saque con mucho cuidado de las cavidades de las charolas para no remover el sustrato que cubre la raíz de la plántula (Figura 4 B). Inmediatamente después del trasplante, debe aplicarse un riego a capacidad de saturación, es decir, al punto en el que el sustrato de la

maceta se sature de la humedad que es capaz de retener (Figura 4 C); empíricamente esto se puede ver cuando escurren algunas gotas de agua por los hoyos de la base de la maceta. El riego de las macetas se realizó cada tres días con agua de lluvia, recomendable por baja salinidad, baja conductividad eléctrica (CE), entre 1 mmol cm² min⁻¹, y bajo costo.

Etapa de establecimiento de tratamientos y fotoperiodo

Cuando las plantas de dalia tienen por lo menos cuatro pares de hojas verdaderas, se mueven las macetas del invernadero al túnel. En esta etapa del experimento se acondicionaron los tratamientos con fotoperiodo largo y corto (Cuadro 1).

El fotoperiodo se refiere al periodo de luz que necesitan las plantas para su desarrollo, mismo que puede ser largo o corto, y que en la producción comercial se adapta según las necesidades de la flor. La flor de dalia requiere un fotoperiodo corto de luz, pero de alta intensidad, es decir de entre 8 a 10 horas de luz o de 14 a 16 horas de oscuridad diarias. Los tratamientos T2 y T4 (Cuadro 1) se manejaron con fotoperiodo corto, es decir, a estas macetas de dalia se les alargó el periodo de oscuridad a 15 horas,



Figura 4. Insumos y proceso de plantación. A: Basacote® Plus 6M 16+8+12 (+2); B: Plántulas de dalia; C: Maceta 6" con tres plántulas.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos del experimento de cultivo de dalia (*Dahlia variabilis*) en maceta.

Tratamiento	Condición ambiental	Plántulas por maceta	Fotoperiodo
T1	Túnel	2	Largo*
T2	Túnel	2	Corto**
T3	Túnel	3	Largo
T4	Túnel	3	Corto

* Fotoperiodo largo=10 horas de oscuridad en un día de verano.

** Fotoperiodo corto=15 horas de oscuridad en un día de verano.

cubriéndolas con un plástico negro bajo una estructura de 1 m de alto, de las 6:00 PM a las 9:00 AM del día siguiente, por un periodo de tres semanas (Figura 5A y 5B).

Eta de evaluación y monitoreo de variables

Las variables monitoreadas fueron la altura y número de hojas por planta a las 2 y 4 semanas después del trasplante, el número de días para la aparición del primer botón después del trasplante, temperatura, humedad relativa e intensidad de luz. Para la medición de las últimas tres variables se utilizó un monitor Data Logger HOBO® por tres semanas después de establecidos los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando dos plantas por maceta, en los tratamientos con fotoperiodo largo, el número de hojas aumentó en promedio de 7 a 28 hojas para T1 y de 6 a 26 hojas para T3, durante las mediciones de las primeras dos semanas después del trasplante (Figuras 6 A y 6 B). Para las plantas con fotoperiodo corto el número de hojas aumentó en promedio de 8 a 18 hojas para T2 y de 6 a 19 hojas para T4 (Figuras 6 C y 6 D).



Figura 5. Fotoperiodo corto. A: Cobertura de macetas con plástico negro; B: Plantas expuestas a la luz durante las horas de mayor intensidad.

La formación de hojas fue mayor en las plantas bajo fotoperiodo largo que en las plantas con fotoperiodo corto, debido al alargamiento de sus tallos ocasionado por la exposición a luz de baja intensidad durante las primeras y últimas horas del día. La menor producción de hojas en las plantas con fotoperiodo corto, además de atribuirse a su menor altura, también se debe al nivel de estrés al que se sometieron las plantas por la temperatura registrada bajo el plástico de color negro.

Temperatura, humedad relativa e intensidad de luz

La Figura 7 A, 7 B y 7 C muestran

los resultados correspondientes a los valores de temperatura, humedad relativa e intensidad de luz en el túnel, de las 9 AM a las 5 PM durante el periodo evaluado. Se puede observar que la temperatura llegó hasta los 45 °C, la humedad relativa hasta el 95% y la intensidad de luz a 30,000 lux.

Para las plantas de dalia con fotoperiodo corto (T2 y T4), la temperatura ambiente se elevó hasta los 48 °C, de 6:00 PM a 8:00 PM, y de 7:00 AM a 9:00 PM en el interior del plástico negro con que se cubrieron las macetas para prolongar la noche; además, en estas condiciones las

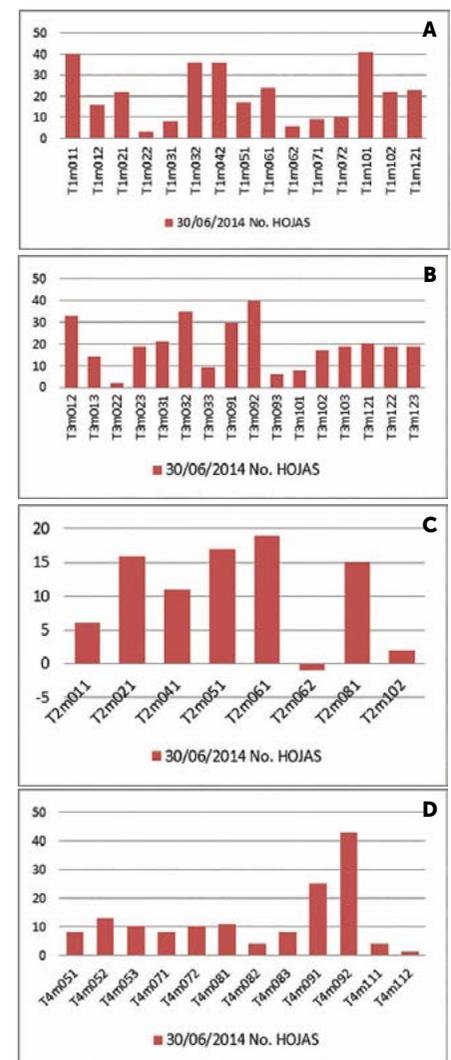


Figura 6. Número de hojas por planta durante dos semanas. A: T1; B: T3; C: T2; D: T4.

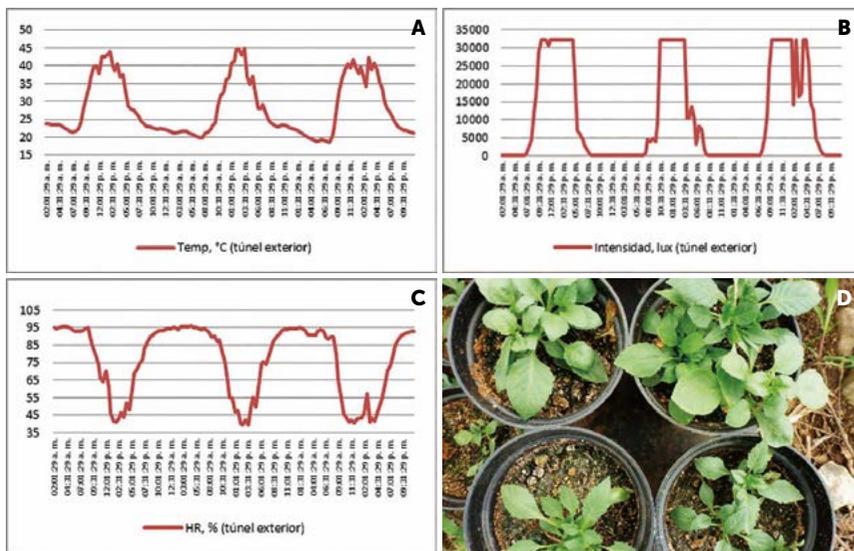


Figura 7 Resultados. A: Temperatura; B: Humedad relativa; C: Intensidad de luz. D: Plantas de fotoperiodo corto susceptibles a deshidratación del sustrato.

plantas tenían poca disponibilidad de aire y difícil regulación de la humedad del sustrato; por lo que resintieron deshidratación (Figura 7 D). Esto permite sugerir que bajo la estructura de un túnel y con estas temperaturas no es necesario utilizar fotoperiodo corto para la producción de dalia enana en macetas, permitiendo a un crecimiento más uniforme por maceta.

Altura

Los tratamientos con fotoperiodo largo T1, con dos plantas por maceta crecieron de 4.7 a 7.3 cm, y T3 con tres plantas por maceta, crecieron de 4 a 7.5 cm de altura (Figura 8 A, B). Comparando los tratamientos con fotoperiodo corto (15 horas de oscuridad diaria), T2 con dos plantas por maceta la altura paso de 5 a 9 cm, y T4 de tres plantas por maceta crecieron de 3.7 a 9 cm de altura (Figuras 8 C y 8 D). Las plantas con fotoperiodo largo fueron las de talla más enanas, debido a que recibían mayor cantidad de luz en comparación con plantas de fotoperiodo corto.

Control de plagas

Los tratamientos sometidos a fotoperiodo corto en el túnel fueron susceptibles a insectos, tales como el minador de hoja *Liriomyza* spp. (Figura 9 A) y a pulgón verde del melocotonero (*Myzus persicae*) (Figura 9 B) (Jiménez-



Figura 9 Daños por plagas en la dalia. A: minador de hoja; B: pulgón verde.

Mariña, 2015). Por lo tanto, para evitar la incubación y propagación de plagas en el cultivo de dalias, es recomendable mantener un control de las hierbas que pueden ser portadoras del minador de la hoja y del pulgón verde, principalmente.

Los daños más importantes causados por el minador fueron en galerías por sus larvas, que retrasa e incluso, compromete el desarrollo y futuro comercial de las plantas. El pulgón verde succiona el jugo celular de la hoja emitiendo un veneno que disminuye su capacidad fotosintética, estos daños se aprecian en la disminución del crecimiento

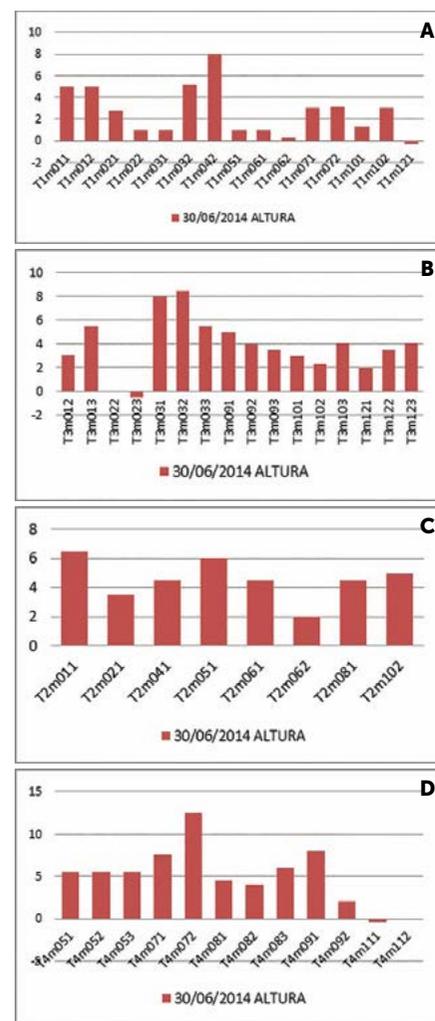


Figura 8 Altura de plantas. A-B: Fotoperiodo largo T1 y T3. C-D: Fotoperiodo corto T2 y T4.

de la hoja, causando depreciación comercial de las plantas. Para controlar al minador se utilizó el insecticida agrícola Talstar 100 CE[®] (Biofentrina) en 2.4 ml L⁻¹; y para combatir al pulgón verde, se aplicaron foliares de jabón doméstico Roma[®] 3 g L⁻¹.

Etapa de floración

La floración puede ser inducida por pinchado, sin modificar en gran medida las condiciones de temperatura y humedad requerida, como en el caso de la flor de dalia de este experimento, cuya floración inició a las seis semanas después del trasplante para todos los tratamientos (Figura 10 A y 10 B).

Etapa de comercialización

Antes de iniciar el plan de ventas se realizó un estudio de mercado para conocer los precios de los competidores y el sector de mercado al cual dirigir el producto. En tiendas como Home Depot el precio de la dalia en maceta es de \$30.00 MX, y en centrales de abastos, la dalia gigante de mediana calidad se cotiza entre \$20.00 MX y \$40.00 MX, ya sea con bolsa de plástico

negra o en maceta. Una estrategia para agregar valor a las macetas del estudio, se utilizó envolturas multicolores que evidenciaron por contraste el color de las flores y hojas, y se cotizaron a \$40.00 MX por maceta (Figura 11 A y 11 B).

Para establecer un precio de venta adecuado, es importante considerar los costos que genera el cultivo. En este experimento se hizo el cálculo de costos y utilidades para un cultivo de 104 macetas, considerando un escenario de ventas exitoso al 100% y un precio unitario por maceta de \$40.00 pesos (Cuadro 2).

El experimento mostró una estimación de costos y utilidades generadas en la producción y comercialización de flor de dalia enana en maceta, resultando ganancias de aproximadamente 26.32% de las utilidades brutas (sin corrida financiera). Por supuesto que para una producción de mayores proporciones este porcentaje puede variar, debido a que para escalar las unidades de producción a una medida comercial, se deberán considerar otros costos directos e indirectos. De cualquier forma, la producción y comercialización de ornamentales es considerado un negocio con utilidades para productores agrícolas, siempre y cuando realicen buenas prácticas de producción.

CONCLUSIONES

La dalia germinó en una semana y la etapa de floración se alcanzó en seis, y estuvo listo para el comercio a las siete semanas; no es necesario utilizar un fotoperiodo corto para la producción de dalia en la región de Amatlán de los Reyes, Veracruz. Es decir, bajo condiciones climatológi-

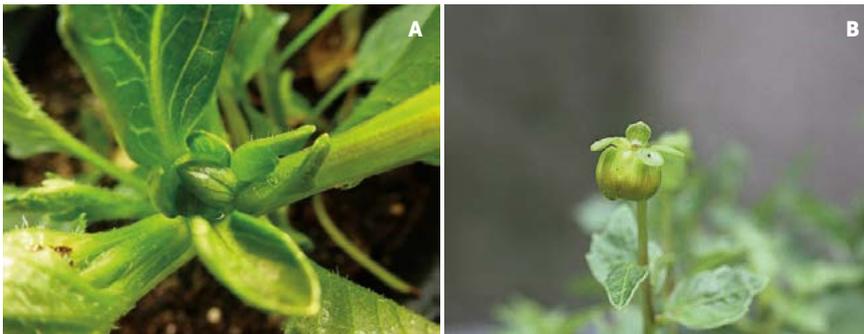


Figura 10. Floración de dalia enana en maceta. A: nacimiento de botón; B: botón de flor.



Figura 11. Presentación comercial de dalia enana para (A) envío y (B) venta local.

Cuadro 2. Gastos de producción de dalia enana en maceta.

Concepto	Cantidad \$
Charolas de germinación (3)	99.00
Semilla dalia enana <i>variabilis</i>	16.00
Maceta 6" (104). (\$146.55 paquete de 20)	762.06
Sustrato peat moss. (\$700×170 L)	107.00
Fertilizante Basacote plus 6M 16+8+12 (+2)	10.00
Insecticida (2.4 ml)	2.00
Hule negro 1.5×8 m	48.00
Mano de obra mantenimiento construcción sombra	40.00
Papel de color	54.00
Listón de color	50.00
Mano de obra preparado y empacado (4 hrs)	15.00
Gran total	1178.75
Utilidad bruta=plantas disponibles para venta (40)×\$40.00	1600.00
Utilidad neta (Ganancia)	421.25

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

cas normales del periodo de verano y bajo una simple estructura tipo túnel, son condiciones suficientes para promover el crecimiento y floración de la dalia enana en maceta, resultando una buena opción económica.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para los estudios de maestría en el Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados.

LITERATURA CITADA

- AMD. 2014. Asociación Mexicana de la Dalia o Acocoxochitl A.C., en XX Aniversario de la Asociación Mexicana de la Dalia o Acocoxochitl, A.C. [En línea]. México, disponible en: http://daliaoacocoxochitl.com.mx/1085429_dalia.html [Accesado el día 1 de agosto de 2014].
- Dole J.M., Wilkins H.F. 2005. "Floriculture: Principles and Species". Pearson/Prentice Hall. 2nd ed. 421-425 pp.
- INEGI. 2015. Prontuario de información geográfica. [En línea]. México, disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/30/30014.pdf> [Accesado el día 9 de agosto de 2015].
- Jiménez M.L. 2015. El cultivo de la Dalia. Cultivos Tropicales 36(1):107-115.
- Mera Ovando L.M. 2006. La Dahlia una belleza originaria de México. Revista Digital Universitaria, UNAM. 7:1-11.
- Mera Ovando L.M., Mejía Muñoz J.M., Bye Boettler R.A., Laguna Cerda A., Espinosa Flores A., Treviño de Castro G. 2008. Diversidad de dalias cultivadas. Publicación de Difusión. Tlalnepantla, Estado de México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas; Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación; La Agricultura Red de Ornamentales.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE UNA MUESTRA LOCAL DE *Bixa orellana* L., EN TABASCO, MÉXICO

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF A LOCAL SAMPLE OF *Bixa orellana* L., IN TABASCO, MÉXICO

Arias-Pérez, I.M.¹; De Dios-Durán, F.M.¹; Avalos-Fernández, J.M.¹; Zaldívar-Cruz, J.M.²; Rincón-Ramírez, J.²; del Rivero-Bautista, N.^{2*}

¹Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco. Carretera Vecinal Comalcalco-Paraíso km. 2. Rancharía Occidente 3a. Sección, Comalcalco, Tabasco. ²Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina s/n. Col. Río Seco y Montaña, Cárdenas, Tabasco, CP 86500.

*Autor por correspondencia: rniya@colpos.mx

RESUMEN

Se caracterizaron diferentes accesiones de achiote (*Bixa orellana* L.), mediante 17 caracteres cuantitativos de planta, hoja, flor y fruto, cinco cualitativos de morfología de la planta, tales como tipo de cápsula, color del haz de las hojas, tipo de hojas, color de la flor, tipo de fruto y color de la semilla. Los resultados mostraron 16 accesiones diferentes de las 40 evaluadas. Se encontraron frutos de forma acorazonada, lancetada y oblonga con y sin tricomas, y colores verdes, rojos, cafés y amarillos. Las variables que mostraron diferencias significativas fueron diámetro de cápsula, ancho de semilla, peso húmedo y seco de semillas. Las variables con mayor correlación fueron peso húmedo y peso seco de semilla. Dos componentes principales explicaron el 43.25% de la variabilidad total de las variables evaluadas.

Palabras clave: Accesiones, fenotipo, variabilidad.

ABSTRACT

Different accessions of achiote (*Bixa orellana* L.) were characterized through 17 quantitative characters of the plant, leaf, flower and fruit, five qualitative ones of plant morphology, such as type of capsule, color of the leaf sheaf, type of leaves, flower color, type of fruit and seed color. The results showed 16 different accessions from the 40 evaluated. Fruits were found with heart, lancet and oblong shape, with and without trichomes, and green, red, brown and yellow colors. The variables that showed significant differences were capsule diameter, seed width, moist weight, and seed sack. The variables with higher correlation were moist weight and dry weight of the seed. Two principal components explained 43.25 % of the total variability of the variables evaluated.

Keywords: accessions, phenotype, variability.



INTRODUCCIÓN

La importancia de los colorantes de origen vegetal había decaído desde la aparición en el mercado de los productos sintéticos derivados del petróleo, aluminio y carbón. Sin embargo, se están buscando colorantes naturales como sustitutos de los artificiales debido a que en algunos países se han prohibido los colorantes de origen mineral y sintético porque, en algunos de ellos, se han encontrado indicios de efectos nocivos para la salud (Leal y Clavijo, 2010). El achiote (*Bixa orellana* L.) es cultivado por su capacidad única para producir bixina, un apocarotenoido, que se encuentra en el arilo de la semilla y es utilizado en la industria de los alimentos (Giuliano *et al.*, 2003). La bixina es un colorante natural permitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) ya que, reconoce su nula toxicidad tanto para consumo humano no altera el sabor de los alimentos, y se permite aplicar en la industria cosmetológica (Hussar, 2004; Leal y Michelangeli, 2010). Diferentes autores han realizado caracterizaciones del achiote, entre ellos, Enríquez y Salazar (1983) con base en datos de rendimiento, características de las cápsulas e incidencia de *Oidium bixae*, encontraron que la formación de frutos fue dependiente del ataque de plagas, enfermedades y polinización entomófila. Además, señalan muy alta variabilidad genética del rendimiento. Por otro lado, Arce (1984) estudió 81 plantas de *B. orellana* de la colección del CATIE, Costa Rica, procedentes de Honduras y Guatemala y obtuvo relaciones de interés entre las características cuantitativas y cualitativas estudiadas. En Colombia, Vallejo *et al.* (1981) y Vallejo (1991) estudiaron 21 introducciones de diferentes procedencias encontrándose variabilidad fenotípica, dentro y entre las accesiones estudiadas, para caracteres agronómicos, tales como altura del árbol, precocidad de la cosecha, resistencia a *Oidium* sp., sequía, coloración y forma de las cápsulas, presencia de tricomas en la cápsula, entre otros. González (1992) caracterizó 58 accesiones de la Selva Peruana y encontró gran variabilidad genética de la especie, observando diversidad en cuanto al hábito de crecimiento (arbustos y árboles); coloración del tallo (gris, anaranjado y marrón); color de las hojas (verdes con diferentes tonalidades y violetas); color de las flores (blancas y violetas con diferentes tonalidades); color de los frutos (verdes, amarillos, naranjas y rojos con diferentes tonalidades; marrón y negro); forma de los frutos (ovoide, redondo elíptico y cónico); tricomas de los frutos (sin, muy baja, baja, alta y muy alta); longitud de los tricomas (muy cortas, cortas, largas y muy

largas); número de semillas por fruto. Mientras que, en Venezuela Mazzani *et al.* (2000) agruparon las variaciones de las características por su origen y registraron que los materiales estudiados poseen alta variabilidad y las poblaciones estudiadas son diversas entre sí, resaltando que el grado de diferenciación existente entre las accesiones estudiadas depende de su procedencia. En este contexto el objetivo de este estudio fue caracterizar morfológicamente las variedades de achiote encontradas en los municipios de Comalcalco y Paraíso, Tabasco, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las accesiones fueron recolectadas en seis localidades del municipio de Comalcalco y dos localidades del municipio de Paraíso en el estado de Tabasco, México. El clima según Köppen modificado por García (2004), es cálido húmedo Am (f) con lluvias en verano con una precipitación media anual de 1 945 mm y temperatura media anual de 26.5 °C.

Caracterización morfológica

Se utilizaron los descriptores desarrollados por Arce (1999). Se tomaron cinco plantas y se les describieron 23 caracteres cuantitativos: altura de la planta (cm) medida desde la base a la primera bifurcación y diámetro del tallo (cm); hoja: largo, ancho (cm) y número de venas; flor: largo, ancho (cm) y número de pétalos; fruto: peso panícula (g), número de cápsulas por panícula, longitud y ancho de la cápsula (cm), relación ancho/longitud de la cápsula (cm), número de semillas por cápsula, longitud de la semilla (cm), ancho de la semilla (cm) y grosor de la semilla, relación ancho/longitud de la semillas, grosor del exocarpo, peso seco y húmedo de las semillas (g), número de carpelos y seis caracteres cualitativos de morfología de la planta y componentes de rendimiento (tipo de cápsula, color del haz de las hojas, tipo de hojas, color de la flor, tipo de fruto y color de la semilla). Se utilizó un diseño completamente al azar, con las comprobaciones de normalidad y homogeneidad de la varianza (Lidman, 1974), y se les aplicó un análisis de varianza simple. Se efectuó una prueba de comparación de medias por Diferencia Mínima Significativa (LSD) con un nivel de significancia de 0.05. Se realizó un análisis estadístico de componentes principales basado en una matriz con los datos morfológicos evaluados y la utilización del criterio de Cliff (1987). Además, se hizo un análisis de correlación entre las variables con el software SAS University Edition (2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados para la caracterización morfológica de 41 accesiones mostraron diferencias; 16 de ellas las registraron en cuanto a color, tipo y forma del fruto, peso de los racimos, número de semillas por fruto, peso seco y húmedo de las semillas, altura y diámetro de la planta.

Accesión 1: Ranchería I. Zaragoza Comalcalco, Tabasco, México

Altura de planta igual a 3.3 m, y 40 cm de diámetro del tallo. Hojas lanceolada, 12.4 cm de largo, y 6.8 cm de ancho, color verde, venación de 13 nervaduras, fruto lancetado rugoso color verde con pocos tricomas, con 19 cápsulas por panícula, y éstas con 2.4 cm de ancho, y 4.1 cm de largo. La relación diámetro/longitud de cápsula igual a 0.5 cm, y 25 semillas por cápsula; la semilla con 0.5 cm de longitud, y 0.4 cm de ancho de color rojo y tres carpelos.



Accesión 2: Ranchería Cocohital, Comalcalco, Tabasco, México

Altura planta de 0.89 m, con 14 cm de diámetro de tallo, hojas lanceolada, de 22 y 11.5 cm de largo y ancho respectivamente, color verde, venación de 13, fruto oblongo liso color verde sin tricomas, con 16 cápsulas por panícula, de 1.4 cm de ancho y 3.7 cm de largo. Relación diámetro/longitud de cápsula: 0.3 cm., 45 semillas por cápsula con 0.4 cm y 0.3 cm de largo y ancho respectivamente, color rojo y dos carpelos.



Accesión 3: Ranchería I. Zaragoza, Comalcalco, Tabasco, México

Altura de planta de hasta 1.85 m, con 45 cm de diámetro de tallo, hojas lanceoladas, con 11.5 cm y 8.8 cm de largo y ancho respectivamente,



mente, color verde, venación de 12, fruto oblongo liso color verde con tonalidades color café sin tricomas. 26 cápsulas por panícula, de 1.6 cm y 3.4 cm de largo y ancho, con relación diámetro/longitud de cápsula de 0.4 cm, número de semillas por cápsula de 36, y 0.4 cm y 0.3 cm, de largo y ancho respectivamente, color rojo naranja y dos carpelos.

Accesión 4: Ranchería Cocohital, Comalcalco, Tabasco, México

Altura de planta de 0.81 m, y 48 cm de diámetro de tallo, hoja ovada, con 11 cm y 7.8 cm de largo por ancho, color verde, venación de 11, fruto acorazonado color verde con abundantes tricomas rojizos, y 12 cápsulas por panícula, con 2.2 cm y 3.4 cm de largo por ancho, una relación diámetro/longitud de cápsula de 0.6 cm, con 14 semillas por cápsula, de 0.4 cm y 0.3 cm de largo y ancho, color rojo claro y dos carpelos.



Accesión 5: Ranchería Occidente 3ª. Sección, Comalcalco, Tabasco, México

Altura de planta de 0.72 m, y 43 cm de diámetro de tallo, hoja lancetada, con 22.5 cm y 11.2 cm de largo y ancho, color verde, venación de 20, fruto acorazonado color verde con pocos tricomas de tonalidad rojo, con 36 cápsulas por panícula, y 2.3 cm y 3.8 cm de ancho y largo respectivamente, con relación diámetro/longitud de cápsula de 1.2 cm, 37 semillas por cápsula, con 0.3 cm y 0.5 cm de largo y ancho de semilla, color rojo y dos carpelos.



Accesión 6: Ranchería Madero, Paraíso, Tabasco, México

Altura de planta de 0.65 m, y 29 cm de diámetro de tallo, hoja lanceolada, con 11.9 cm y 4.9 cm de largo y ancho, color verde, venación de



14, fruto acorazonado color verde, pocos tricomas color rojo, 36 cápsulas por panícula, con 2.3 cm y 3.5 cm de ancho y largo, relación diámetro/longitud de cápsula de 0.6 cm, 37 semillas por cápsula de 0.3 cm por 0.5 cm de ancho y largo, color rojo naranja y dos carpelos.

Accesión 7: Ranchería Occidente 3ª sección, Comalcalco, Tabasco

Altura de planta de 0.54 m, 28 cm de diámetro de tallo hoja ovada, con 10.5 cm y 6.3 cm de largo por ancho, color verde, venación de 11, fruto acorazonado liso color amarillo sin tricomas. 26 cápsulas por panícula, de 2.3 cm y 6.7 cm de ancho por largo, relación diámetro/longitud de cápsula de 0.3 cm, 25 semillas por cápsula, de 0.5 cm por 0.3 cm de largo por ancho, color rojo y dos carpelos.



Accesión 8: Ranchería Centro Tular, Comalcalco, Tabasco, México

Altura de planta de 0.47 m y 35 cm de diámetro de tallo, hoja lanceolada de 12.5 cm y 6.7 cm de largo por ancho, color verde, venación de 17, fruto lancetado color amarillo, pocos tricomas, 26 cápsulas por panícula de 2.0 cm por 4.4 cm de largo por ancho, relación diámetro/longitud de cápsula de 0.4 cm, 33 semillas por cápsula, de 0.5 cm, por 0.4 cm de largo y ancho, color rojo y dos carpelos.



Accesión 9: Ranchería Cocohital, Comalcalco, Tabasco, México

Altura de planta de 0.81 m, y 42 cm de diámetro de tallo, hoja lanceolada, de 15 cm, y 8.3 cm de largo por ancho, color verde, venación de 11, fruto lancetado, liso color amarillo sin tricomas, con 20 cápsulas por



panícula, de 1.6 cm y 2.9 cm de ancho por largo, y relación diámetro/longitud de cápsula de 0.5 cm. 9 semillas por cápsula, de 0.5 cm por 0.2 cm de largo por ancho, color rojo y dos carpelos.

Accesión 10: Ranchería Madero, Paraíso, Tabasco, México

Altura de planta de 0.63 m, 42 cm de diámetro de tallo, hojas lanceolada, con 7.8 cm y 12.5 cm de largo y ancho, color verde amarillo, venación de 11, fruto lancetado, rugoso color amarillo y pocos tricomas, 15 cápsulas por panícula, y 2 cm de largo por 3.3 cm de ancho, y relación diámetro/longitud de cápsula de 0.6 cm. 24 semillas por cápsula, y 0.5 cm por 0.3 cm de largo por ancho, color rojo y dos carpelos.



Accesión 11: Ranchería Madero, Paraíso, Tabasco, México

Altura planta de 0.54 m, diámetro de tallo de 37 cm, hojas lanceolada, con 17.7 cm y 7.7 cm de largo por ancho, color verde oscuro, y venación de 17. Fruto: lancetado color verde oscuro y pocos tricomas. 18 cápsulas por panícula, con 2.4 cm y 3.7 cm de ancho por largo, con relación diámetro/longitud de cápsula: 0.6 cm. 35 semillas por cápsula, de 0.4 cm por 0.4 cm de largo por ancho, semillas color Rojo y dos carpelos 2.



Accesión 12: Ranchería Occidente 3ª Sección, Comalcalco, Tabasco, México

Altura de planta de 0.65 m, diámetro de tallo de 40 cm, hoja lancetada, con 16 cm por 7 cm de largo por ancho, color verde claro y venación de 16. Fruto oblongo, liso, color rojo claro sin tricomas, 18 cápsulas por panícula con 2.4 cm de ancho y 3.2 cm de largo; la relación diámetro/longitud de cápsula de 0.7 cm; 36 semillas por cápsula, y



0.4 cm por 0.2 cm de largo por ancho, color rojo y dos carpelos.

Accesión 13: Ranchería Madero, Paraíso, Tabasco, México

Altura de planta de 0.47 m, y diámetro de tallo de 35 cm, hoja lanceolada, de 18.5 cm y 11.7 cm largo por ancho, color verde oscuro, y venación de 14.



Fruto acorazonado color rojo oscuro con abundantes tricomas; 16 cápsulas por panícula, con ancho de 2.6 cm, y largo de 4.1 cm, con relación diámetro/longitud de cápsula de 0.6 cm. 45 semillas por cápsula, y 0.5 cm de largo por 0.4 cm de ancho, color rojo y dos carpelos.

Accesión 14: Ranchería Occidente 3ª Sección, Comalcalco, Tabasco, México

Altura planta de 1.84 m, y diámetro de 65 cm, hoja ovada, con 19 cm de largo por 10 cm de ancho, color verde claro, venación de 15; fruto acorazonado color rojo claro



con abundantes tricomas. 11 cápsulas por panícula con cápsula de 2.9 cm de largo y 4.2 cm de ancho; y relación diámetro/longitud de cápsula: 0.6 cm. 14 semillas por cápsula; 0.5 cm y 0.3 cm de largo por ancho, color rojo y dos carpelos.

Accesión 15: Ranchería Occidente 3ª. Sección, Comalcalco, Tabasco, México

Altura de planta de 0.67 m, con diámetro de tallo de 22.5 cm; hoja lancetada de 12.3 cm, por 5.6 cm de largo por ancho, color verde claro, y venación de 12. Fruto



acorazonado, rugoso, color rojo claro, pocos tricomas, 18 cápsulas por panícula con ancho de cápsula de 2.5 cm por 3.9 cm largo por ancho, relación diámetro/longitud de cápsula de 0.6 cm, 42 semillas por cápsula, con

largo de semilla de 0.5 cm y 0.3 cm de ancho, color rojo y dos carpelos.

Accesión 16: Ranchería Cocohital, Comalcalco, Tabasco, México

Con 2.5 m de altura, diámetro tallo de 68 cm, hoja ovada, con 18 cm por 7.5 cm de largo por ancho, color verde claro, y venación de 13. Fruto oblongo, liso, color verde con tonalidad



rojiza, sin tricomas, con 28 cápsulas por panícula, y ancho de cápsula de 1.9 cm, largo de 3.9 cm, y relación diámetro/longitud de cápsula de 0.4 cm. 36 semillas por cápsula, con 0.5 cm y 0.8 cm de largo por ancho, color rojo y dos carpelos.

Los resultados coinciden con los obtenidos por Arce (1984) para 13 de las 41 accesiones. Se encontraron tres accesiones con alturas promedios de 2.06 m y pudo observarse que el diámetro del tallo disminuyó. En cuanto, a la variable número de semillas por cápsula se registró un rango promedio de 24 hasta 38 semillas por cápsula, que concuerdan con Ambrosio *et al.* (2015) para plantas de achiote cultivadas. Para la variable color del fruto, los colores fueron de rojos, amarillos, verdes y cafés y poseían dos valvas, lo que coincide con los referidos por Arce, (1984) y León, (1987), aunque en ocasiones es posible encontrar frutos con tres valvas. La forma de los frutos coincide con lo señalado por Narciso (2012), quién encontró frutos lancetados, oblongos y acorazonados. El color de las semillas, varió de rojo a naranja (Ambrosio *et al.*, 2015). El diámetro de cápsula, ancho semilla, peso seco y peso húmedo de semilla mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. En cuanto a diámetro de cápsula, el mayor valor (3.06 cm) se registró en Ranchería Cocohital, sin diferencias significativas con las recolectadas en los otros sitios. Para el ancho de semilla el menor valor de 0.3 cm se observó en semillas que se recolectaron en ranchería I. Zaragoza. Los menores valores para peso seco (46.6 g) y peso húmedo (50.3 g) se encontraron en la ranchería Occidente, con diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Cuadro 1).

Asociación entre variables morfológicas

El análisis de correlación (no mostrado), indicó una

Cuadro 1. Variables evaluadas diámetro de cápsula, ancho de semilla, peso seco y húmedo de la semilla de achiote colectadas en las comunidades de los municipios de Comalcalco y Paraiso, Tabasco.

Tratamientos (Localidad)	Variables evaluadas			
	Diámetro cápsula (cm)	Ancho semilla (cm)	Peso seco semilla (g)	Peso húmedo semilla (g)
Ra. Ignacio Zaragoza	2.03 b	0.3 b	244.6 a	237.3 a
Ra. Cocohital	3.06 a	0.5 a	245.0 a	253.6 a
Centro Tular 1ª. Secc.	2.46 ab	0.5 a	377.3 a	386.6 a
Ra. Occidente 3ª. Secc.	1.66 b	0.3 a	46.6 b	50.3 b
Ra. Madero 1ª. Secc.	2.43 ab	0.4 ab	230.0 a	240.0 a

Medias con letras diferentes en una misma columna difieren según prueba DMS para $p < 0.05$.

relación entre las variables peso húmedo y peso seco de la semilla de 99% ($p < 0.01$). También, se registró asociación entre las variables peso seco de semillas y número de frutos con el peso de frutos con un coeficiente de correlación de 0.6557 y $r = 0.6496$. Las otras variables que presentan altas correlaciones fueron relación diámetro-longitud de cápsulas y largo del fruto ($r = -0.7152$) y la relación ancho-longitud semillas con número de venas ($r = 0.6264$). Durante el crecimiento de los frutos las semillas regulan muchos aspectos de su desarrollo y diferenciación debido a que aportan elevados niveles de hormonas necesarias para su maduración, de tal manera, que en la mayoría de los frutos existen fuertes correlaciones entre su tamaño final y contenido de semillas desarrolladas, sobre todo si se trata de frutos provistos de numerosas semillas (Devadas *et al.*, 1999). El aborto de las semillas durante alguna fase de su ontogenia se refleja en cambios morfológicos que modifican la geometría, el peso y dimensiones de los frutos de numerosas especies (Leopold y Kriedeman, 1975). Dado que el arilo presente en la semilla contiene la bixina (colorante de alto valor comercial), sería conveniente considerar el factor tamaño de cápsula

en programas de mejoramiento donde se pretenda obtener mayor producción del pigmento (Medina *et al.*, 2001). Los resultados de los componentes principales son interpretados tomando como base sus valores y vectores propios. Sobre la base de las características morfológicas cuantitativas (Cuadro 2), se seleccionaron los valores propios significativos mediante el criterio de Cliff (1987), permitiendo la descripción de los resultados en función

de los dos primeros componentes principales (CP), esta combinación mostró que los componentes principales 1 y 2, explicaron 43.25% de la variabilidad. Las variables que explicaron en mayor proporción la variabilidad en el CP1, fueron peso de racimo, número de frutos, peso húmedo semillas y peso seco semillas (Cuadro 2). Para el componente principal 2, largo fruto y ancho semilla fueron las características más asociadas con dicha variabilidad.

Cuadro 2. Autovectores generados de acuerdo a componentes principales 1 y 2 basados en características morfológicas cuantitativas para accesiones de *Bixa orellana*.

VARIABLES	Componente 1	Componente 2
Altura planta	0.35703	-0.43165
Diámetro tallo	0.25853	0.32507
Largo hoja	-0.47271	-0.11094
Ancho hoja	-0.19878	0.18478
Número venas	-0.76397	0.35918
Peso racimo	0.86731	0.02687
Número frutos	0.73048	-0.22162
Diámetro fruto	0.29329	0.60494
Largo fruto	-0.06415	0.78347
Relación Diámetro/Longitud fruto	0.13589	-0.45227
Grosor exocarpo	-0.15855	0.28320
Grosor semilla	-0.26240	0.33234
Ancho semilla	-0.09324	0.69631
Relación Ancho/Longitud Semillas	-0.67910	0.32166
Número semillas	0.03440	-0.36909
Peso seco semillas	0.76105	0.54997
Peso húmedo semillas	0.73738	0.55773

CP1+CP2=24.25%+19.00%=43.25 %

CONCLUSIONES

Se encontraron 16 accesiones diferentes en ocho localidades de los municipios de Comalcalco y Paraíso. Las variables con la más alta correlación fueron peso húmedo y peso seco de semilla. Los componentes principales 1 y 2 explicaron 43.25% de la variabilidad total.

LITERATURA CITADA

- Ambrosio M.P., J. Lins G., Dequigiovanni E. A., Veasey, Clement Ch. R. 2015. The domestication of annatto (*Bixa orellana*) from *Bixa urucurana* in Amazonia. *Economic Botany*, 20(10):1-9.
- Arce P.J. 1984. Caracterización de 81 plantas de achiote (*Bixa orellana*) de la colección del CATIE procedentes de Honduras y Guatemala y propagación vegetativa por estacas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 170 p.
- Arce P.J. 1999. El achiote *Bixa orellana* L. Cultivo promisorio para el trópico. Earth (1ª. ed.) Turrialba, Costa Rica. 149 pp.
- Cliff N. 1987. Analyzing multivariate data. San Diego, CA: Harcourt, Brace Jovanovich Publishers. 494 pp.
- Devadas V.S., Kuriakose K.J., Rani T.G., Gopalakrishnan T.R., Fair S.R. 1999. Influence of fruit size on seed content and quality in pumpkin (*Cucurbita moschata* Poir). *Seed Res.* 27(1):71-73.
- Enríquez G.A., Salazar L.G. 1983. Variabilidad genética del rendimiento y algunas otras características del achiote (*Bixa orellana* L.). En: Aspectos sobre el achiote y perspectivas para Costa Rica. Trabajos presentados. Editado por J. Arce P. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N° 47. Costa Rica. 77-702 pp.
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Serie Libros No. 6. 5a. Edición. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 98 p.
- Giuliano G., Rosati C., Bramley P. 2003. To dye or not to dye: Biochemistry of annatto unveiled. *Trends Biotechnol.*, 21:513-515.
- González C.A. 1992. Colección y mantenimiento de germoplasma de achiote (*Bixa orellana* L.) en la Amazonia Peruana. *Folia Amazónica*, 4(1):49-63.
- Hussar M.M. 2004. Análise Técnica e Econômica da Atividade Agropecuária do Urucuzaeiro (*Bixa orellana* L.) no Município de Paranacity. Unidade Municipal de Paranacity, Brasil. 44 p. Disponible en: http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Biblioteca_Virtual/Premio_Extensao_Rural/2_Premio_ER/06_An_Tec_Econ_Urucun.pdf. Consultado el día 25 de marzo de 2014.
- Leal F., Michelangeli C de C. 2010. Annatto: A natural Dye from the Tropics. *Chronical Horticulturae*, 3(50):34-36.
- Leal F., Clavijo C.M. 2010. Annatto: A natural dye from the tropics. *Chronical Horticulturae*, 50:34-36.
- Leopold A.C., Kriedemann P.E. 1975. Plant growth and development. McGraw-Hill Book Company. 545 pp.
- León J. 1987. Fundamentos Botánica de los Cultivos Tropicales. 2ª. Edición. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA (IICA). San José, Costa Rica. 445 p.
- Mazzani E., Marín R.C., Segovia V. 2000. Estudio de la variabilidad existente en la colección de onoto (*Bixa orellana* L.) del CENIAP, FONAIAP. Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 17:492-504.
- Medina A.M., Michelangeli C., Ramis C., Díaz A. 2001. Caracterización morfológica de frutos de onoto (*Bixa orellana* L.) y su correspondencia con patrones de proteínas e isoenzimas. *Acta Científica Venezolana*, 52:14-23.
- Narciso R.L. 2012. Manual para la producción de "achiote" (*Bixa orellana* L.). Tesis de Licenciatura. Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/31357/1/leonardojaviernarcisoreyes.pdf>
- Vallejo F., Escobar O., Gómez C. 1981. Variabilidad fenotípica de los componentes de rendimiento y otros caracteres cuantitativos de *Bixa* sp. *Acta Agronómica (Colombia)* 31(1/4):25-34.
- Vallejo F. 1991. Evaluación de germoplasma de achiote *Bixa orellana* L.: Estudios básicos sobre asociaciones fenotípicas y biología floral. *Acta Agronómica (Colombia)*, 41(1/4):7-20.

SELECCIÓN MASAL EN CHILE DULCE CRIOLLO (*Capsicum annuum* L.)



MASAL SELECTION IN SWEET CREOLE PEPPER (*Capsicum annuum* L.)

Chi-Kantún N. I.¹; Latournerie-Moreno L.^{1*}; López-Vázquez J.S.¹; Mijangos-Cortes J.O.²;
Pérez-Gutiérrez A.¹, Sánchez-Azcorra P.S.³, Castañón-Nájera G.⁴

¹Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Conkal. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Av. Tecnológico s/n, C.P. 97345 Conkal, Yucatán, México. ²Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. ³Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de la Zona maya. Ejido Juan Sarabia, Othón P. Blanco, Quintana Roo. ⁴División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.

*Autor de correspondencia: sayilhasil@yahoo.com.mx

RESUMEN

Los chiles dulces criollos son conservados y aprovechados principalmente por agricultores tradicionales en el sureste de México. El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta a la selección masal en caracteres agronómicos y de rendimiento en variedades experimentales de chile dulce (*C. annuum* L.). Se evaluaron las poblaciones originales C0 (D-209 y D-210) y los ciclos C1, C2 y C3 de selección de cada una, de junio-noviembre del 2015, en las localidades de Conkal, Yucatán y en el Ejido Juan Sarabia, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. El ensayo fue en diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, unidad experimental de 40 plantas distribuidas en dos surcos simples, con distancia entre surcos de 1.5 m y 0.3 m entre plantas. Se evaluó rendimiento de fruto (g planta⁻¹), peso individual del fruto (g), número de frutos por planta, días a inicio de floración (d), longitud y diámetro de fruto (cm). Se encontró respuesta a la selección en características de importancia agronómica en chile dulce; la variedad D-210 mostró mayor ganancia para rendimiento por planta (9.6%) y peso individual de fruto (3.3%) por ciclo de selección, mientras que D-209 para los mismos caracteres presentó ganancias por ciclo de selección de 7.3% y 0.3%, respectivamente. Para la mayoría de las variables no se registraron diferencias estadísticas significativas entre ciclos de selección, sin embargo, numéricamente se observó ligero incremento en la variables evaluadas generando un mejor comportamiento.

Palabras clave: *Capsicum* sp., caracteres agronómicos, evaluación y selección.

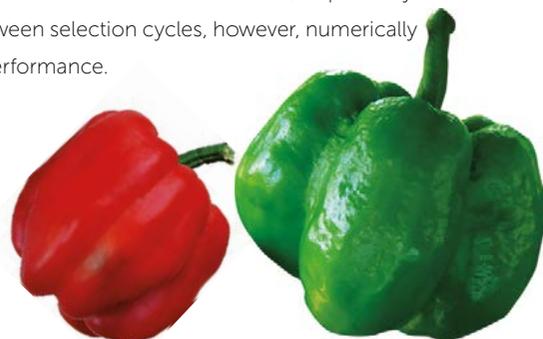
ABSTRACT

Sweet Creole peppers are conserved and exploited mainly by traditional farmers in southeastern México. The objective of this study was to evaluate the response to mass selection in agronomic and yield characters of experimental varieties of sweet pepper (*C. annuum* L.). The original populations C0 (D-209 and D-210) were evaluated, and selection cycles C1, C2 and C3 of each one, from June to November 2015, in the localities of Conkal, Yucatán, and Ejido Juan Sarabia, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. The trial was under a complete random block design with three repetitions, experimental unit of 40 plants, distributed into two simple furrows, with distance between furrows of 1.5 m and 0.3 m between plants. Fruit yield (g plant⁻¹), individual weight of the fruit (g), number of fruits per plant, days until the beginning of flowering (d), length and diameter of the fruit (cm), were evaluated. A response to the selection in characteristics of agronomic importance was found in sweet pepper; the variety D-210 showed higher gain for yield per plant (9.6 %) and individual fruit weight (3.3 %) per selection cycle, while D-209 presented gains per selection cycle for the same characters of 7.3% and 0.3%, respectively. For most of the variables, no statistically significant differences were found between selection cycles, however, numerically a slight increase in the variables evaluated was observed, generating a better performance.

Keywords: *Capsicum* sp., agronomic characters, evaluation and selection.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 6, junio, 2017. pp: 98-103.

Recibido: septiembre, 2016. **Aceptado:** junio, 2017.



INTRODUCCIÓN

El género *Capsicum* (Solanáceae), cuyas especies son originarias de América, de donde se dispersaron por el mundo (Djian-Caporalino *et al.*, 2006). Evidencias arqueológicas indican que *C. annuum* se domesticó en México (Pickersgill, 2007), el cual es considerado como centro de su diversidad genética (Hernández-Verdugo *et al.*, 1999; Hughes *et al.*, 2007). De los resultados obtenidos en los estudios *in situ* e información recabada de productores, se ha identificado más de 60 tipos diferentes de chiles que corresponden principalmente a *C. annuum* L., entre los tipos más conocidos están Jalapeño, Ancho, Guajillo, Pasilla, Serrano, chile de árbol, Piquín, además de otros que son poco conocido como el chile dulce, pero de importancia regional o local que tiene un alto potencial para su aprovechamiento en el desarrollo de la economía local, así como por la riqueza culinaria (Aguilar-Rincón *et al.*, 2010; Vera-Sánchez *et al.*, 2016). En el 2015 México reportó una superficie sembrada de 153,565.06 ha, con un rendimiento de 18.71 t ha⁻¹ comercializado como chile verde (SIAP, 2016). En Yucatán, el chile Dulce es el segundo tipo de chile más importante, después del Habanero (Aguilar-Rincón *et al.*, 2010). La superficie sembrada, cosechada y el rendimiento por hectárea de chile dulce se reporta dentro de la estadística de chile verde, que incluye varios tipos de la región; en general, en el 2015 se sembraron 2,403.63 ha en condiciones de riego y temporal con rendimiento de 25.5 t ha⁻¹ de chile verde. El chile dulce es una variante local y presenta frutos que pueden mostrar formas de redondos a ligeramente alargados con extremos achatados (frutos acampanulados y en forma de bloques) (Pozo *et al.*, 1991; Aguilar-Rincón *et al.*, 2010). La variación morfológica de los chiles se debe a la selección que han realizado los agricultores para satisfacer los diferentes usos en los que actualmente se emplean los chiles en México (Kothari *et al.*, 2010; Aza *et al.*, 2011). La importancia de la variación fenotípica en los chiles criollos se debe a que mediante estudios etnobotánicos se demostró, que alrededor de estos tipos de chile se desarrolla una economía local de la que

dependen familias para sobrevivir o mejorar su bienestar y se comercializa en los mercados locales y regionales (Aguilar-Rincón *et al.*, 2010; Vera-Sánchez *et al.*, 2016).

En la Península de Yucatán, México, y en concreto para el chile dulce, se ha generado poca información debido a que solo se han realizado estudios preliminares de caracterización morfológica, evaluación agronómica, así como un estudio de heterosis y aptitud combinatoria (Ix-Nahuat *et al.*, 2013; Pech *et al.*, 2010). Con base en una evaluación agronómica realizada con poblaciones de chile dulce en Yucatán (Ix-Nahuat *et al.*, 2013), se seleccionaron las poblaciones con mejor comportamiento agronómico (D-209 y D-2010), las cuales se sometieron a mejoramiento masal por tres ciclos de selección de 2007 a 2014. El presente trabajo se planteó con el objetivo de evaluar la respuesta a la selección en variedades experimentales de chile dulce.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material genético. Fue constituido por poblaciones de los tres ciclos de selección masal (C1, C2 y C3) y las variedades originales (C0) D-209 y D-210 de chile dulce (*C. annuum* L.), se usó como testigo la población criolla D-477, la cual fue tomada al azar de las disponible, dado que no existen variedades mejoradas.

Localidades del ensayo. Se estableció en Conkal, Yucatán, y en el Ejido Juan Sarabia, Othón P. Blanco, Quintana Roo, ambas de México en 2015, por ser localidades representativas en las cuales se cultiva el chile dulce (Cuadro 1, Figura 1).

Semillero, trasplante y manejo del cultivo. Para la obtención de plántulas, los almácigos se establecieron en el invernadero de cada localidad. La siembra se realizó en charolas de poliestireno de 200 cavidades, como sustrato se utilizó Sunshine[®]. Una vez emergidas las plántulas; el manejo consistió en la aplicación diaria de riego fungicidas, insecticidas y fertilizantes foliares de acuerdo a los requerimientos de las plántulas. El tras-

Cuadro 1. Localización geográfica y características de clima y suelo de los sitios de evaluación de los ciclos de selección masal de chile dulce.

Localidad	Ubicación	Clima	Suelo
Ejido Juan Sarabia, Othón P. Blanco, Q. Roo. México	18° 51' 89" N 88° 48' 78" O 15 m	Cálido subhúmedo con lluvias en verano, la precipitación media anual de 1,389.9 mm, con temperatura media anual de 26 °C.	Gleysol o Akalché (suelos arcillosos e inundables)
Conkal, Yucatán, México	21° 04' 49" N 89° 29' 53" O 10 m	Cálido subhúmedo con precipitación media anual 1100 mm y temperatura promedio de 26 °C	Mezcla de sustrato 2:1: suelo más pollinaza o cerdaza

plante se realizó a los 35 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron entre 15 a 20 cm de altura. El ciclo cero de cada variedad de chile dulce y sus respectivos ciclos de selección (C1, C2 y C3) se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La unidad experimental consistió de dos surcos con 20 plantas cada uno, a una distancia entre surcos de 1.2 m en Conkal, y 1.5 m para Ejido Juan Sarabia, y 0.3 m entre plantas en ambas localidades. El manejo agronómico del cultivo se hizo en base a lo sugerido por Soria et al. (2002).



Figura 1. Planta de chile dulce en etapa de fructificación en condiciones de campo.

El inicio de la cosecha fue a los 40 días después del trasplante (ddt), se realizaron tres cortes en cada experimento a intervalos de 20 días entre cada uno. Se estimó el número de días a inicio de floración (dif), peso individual de fruto (g planta⁻¹), número de frutos por planta, rendimiento por planta (g planta⁻¹), longitud y diámetro de fruto (cm). Las variables medidas se analizaron por localidad y combinando localidades de acuerdo con Alejos et al. (2006), la comparación de medias se realizó con Duncan ($p \leq 0.05$); se estimó la respuesta a la selección por ciclo a partir de la pendiente de la línea de regre-

sión lineal simple, y se estimó el avance genético (Δ_G) promedio por ciclo de selección (Villanueva et al., 2013; Mene-ses-Márquez et al., 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los caracteres que mostraron mayor respuesta por ciclo de selección masal, para la variedad D-209 de chile dulce, fueron rendimiento por planta con 7.3% (48 g) y días a inicio de floración con un avance de 4.2% (1 día); mientras que presentaron gana-

nancia menor al 1%, el peso individual de fruto (0.3%) y la longitud del fruto (0.8%). Sin embargo, en el número de frutos por planta y diámetro de fruto no hubo ganancia a la selección (-3.6% y -0.4%, respectivamente) (Cuadro 2). Para la variedad D-210 el rendimiento por planta presentó la mayor ganancia por ciclo de selección con 67.5 g (9.6%), seguido por el peso individual del fruto (3.4%), días a inicio de floración (3.4%), longitud de fruto (2.8%) y diámetro de fruto (2.5%). Número de frutos por planta presentó una respuesta negativa a la selección (-5.4%) (Cuadro 2). En general la selección tendió a mejorar el tamaño del fruto, pero incrementó ligeramente los días a inicio de floración. Al respecto Dhall y Hundal (2006) mencionan que el rendimiento de *Capsicum annuum* es

Cuadro 2. Avance genético promedio por variedad y acumulado en tres ciclos de selección masal en chile dulce (*Capsicum annuum* L.), respecto a la variedad original.

VARIABLE	VARIEDAD	C ₀	β_1	$\Delta_G(\%)$	$\Delta_{GA}(\%)$	Δ_{GAU}
Peso individual de fruto	209	42.90	0.11	0.26	0.77	0.33
	210	36.49	1.23	3.37	10.11	3.69
Número de fruto por planta	209	20.20	-0.73	-3.61	-10.84	-2.19
	210	20.00	-1.08	-5.40	-16.20	-3.24
Rendimiento por planta	209	654.80	48.00	7.33	21.99	144.00
	210	706.33	67.5	9.56	28.67	202.50
Longitud de fruto	209	60.60	0.46	0.76	2.28	1.38
	210	57.83	1.62	2.80	8.40	4.86
Diámetro de fruto	209	60.02	-0.25	-0.42	-1.25	-0.75
	210	55.62	1.39	2.50	7.50	4.17
Días a inicio de floración	209	26.33	1.10	4.18	12.53	3.30
	210	25.00	0.85	3.40	10.20	2.55

C₀: media de la variedad original; β_1 : coeficiente de regresión; $\Delta_G(\%)$: avance genético en porcentaje promedio por ciclo de selección; $\Delta_{GA}(\%)$: avance genético acumulado en por ciento en los tres ciclos de selección; Δ_{GAU} : avance genético acumulado en las unidades de la variable respectiva.

un carácter complejo y poligénico, en el cual la selección más eficiente de genotipos superiores puede estar basado en componentes de rendimiento, tales como número y peso de frutos por planta. En este sentido la efectividad de la selección depende del tipo de herencia y de la heredabilidad que tengan los caracteres a mejorar (Camarena *et al.*, 2014). La baja heredabilidad de un carácter indica que es altamente afectado por el ambiente y por consiguiente se dificulta la mejora por selección. Por el contrario, la heredabilidad alta indica que el carácter es escasamente afectado por el ambiente, siendo un efecto aditivo alto, es susceptible de mejorar rápidamente por selección (Moreno *et al.*, 2006; Gutiérrez del Río *et al.*, 2004).

Con base en la comparación de medias, la variedad D-209 presentó diferencia significativa para las variables de rendimiento por planta y días a inicio de floración, y para la variedad D-210 se observaron diferencias significativas en peso individual de fruto, número de frutos por planta, longitud y diámetro de fruto y días a inicio de floración, pero el rendimiento por planta no fue significativo (Cuadro 3). En general, no se observaron diferencias significativas entre ciclos de selección en las dos variedades; es decir, las diferencias se presentaron entre la población original y los ciclos de selección. Sin embargo se observaron tendencias numéricas que in-

dicen que la selección contribuyó en la mejora de las diferentes características de forma discreta, lo anterior en parte se debió al tipo de carácter estudiado y a su heredabilidad debido a que son caracteres de herencia compleja y poligénica (Dhall y Hundal, 2006).

Las variables de estudio están estrechamente relacionadas al rendimiento, por lo que las tendencias del mejoramiento fueron incrementando a través de los ciclos de selección en particular, para el ciclo tres en D-209 el rendimiento fue 868.0 g por planta (19.2 t ha^{-1}) lo que representó una ganancia del 24% en base a la población original y para D-210 de 861.0 g por planta (19.1 t ha^{-1}) con el 17% de ganancia; estos valores de rendimientos son superiores a los reportados por Ix-Nahuat *et al.* (2013) para las poblaciones de chile dulce progenitoras, de este trabajo, que se evaluaron en diferentes ambientes.

La variable peso individual de fruto mostró un aumento conforme avanzaba los ciclos de selección masal, por lo que se observó en D-209 un peso que va de 42.9 g (C0) a 44.6 g (C3), mientras que para D-210 de 36.4 a 40.9 g respectivamente, esta variable se relaciona con el tamaño del fruto (longitud y diámetro); la variedad D-209 (C3) posee frutos con forma de tipo pimentón con una longitud de 6.2 cm y un diámetro de 5.8 cm (Figura 2),

Cuadro 3. Comparación múltiple de medias Duncan ($p < 0.05$) para cinco caracteres de fruto y el rendimiento en tres ciclos de selección y el ciclo cero de D-209 y D-210 de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) en dos localidades de la península de Yucatán en 2015.

Ciclo de selección	PIF (g)	NFP	RP (g)	LONG (mm)	DIAM (mm)	DIF
Variedad 209						
C0	42.9 a	16.3 a	654.8 b	60.6 a	60.0 a	26.3 b
C1	47.3 a	23.5 a	1028.2 a	62.9 a	58.3 a	29.0 a
C2	43.2 a	15.6 a	868.6 ab	61.0 a	59.2 a	29.0 a
C3	44.6 a	16.5 a	868.0 ab	62.7 a	58.9 a	30.0 a
D-477*	41.1 a	16.6 a	771.5 ab	63.6 a	59.9 a	30.0 a
Media	43.5	17.3	834.3	62.2	59.2	28.7
Variedad 210						
C0	36.4 b	24.2 ab	706.3 a	57.8 b	55.6 b	25.0 b
C1	38.6 ab	24.2 ab	986.0 a	57.9 b	58.6 ab	26.3 b
C2	37.5 ab	25.4 a	1197.0 a	60.6 ab	57.4 ab	27.3 ab
C3	40.9 a	20.0 b	861.0 a	62.3 a	60.6 a	27.5 ab
D-477*	37.4 ab	21.5 ab	661.7 a	63.6 a	59.9 ab	30.0 a
Media	38.2	22.9	850.2	60.6	58.5	27.3

PIF: peso individual de fruto; NFP: número de frutos por planta; RP: rendimiento por planta; LONG: longitud de fruto; DIAM: diámetro de fruto; DIF: días a inicio de floración; C0: ciclo cero; C1: ciclo uno; C2: ciclo dos; C3: ciclo tres; * testigo.

mientras que la variedad D-210 (3) posee la forma cuadrada convencional para el mercado del chile dulce con valores de 6.2 y 6.0 cm para longitud y diámetro, respectivamente (Cuadro 3; Figura 3).

En este sentido, Aguilar-Rincón *et al.* (2010) describieron que existen diferentes variantes de este tipo de chile en donde los frutos pueden ser redondos a ligeramente alargados con los extremos achatados (frutos acampanados y en forma de bloques) tipo pimentón con una longitud media de 6.6 cm y el diámetro medio del fruto de 6.5 cm.

Para el número de frutos por planta en la variedad D-209 no se observa variación alguna, sin embargo, para la D-210 se mostró una disminución del número de frutos de 24 a 20 frutos, el cual se atribuye a que cuando existe una alta interacción genotipo-ambiente se reduce el progreso genético de la selección (Magari y Kang, 1993). En general, los resultados observados pudieron deberse a las condiciones no favorables que se presentaron, tales como lluvias intensas que generaron inundaciones en el Ejido Juan Sarabia y presencia de picudo del chile (*Anthonomus eugenii*) en Conkal. Lo anterior cobra mayor importancia dada la baja heredabilidad reportada en los componentes del rendimiento (Moreno *et al.*, 2006; Gutiérrez del Río *et al.*, 2004); coincidiendo con lo reportado por Rodríguez (2005) y Pérez (2003) que demostraron que el rendimiento estuvo positivamente correlacionado con el número total de flores, número de frutos, largo del fruto; mientras que, los días a la floración y la maduración correlacionaron negativamente con el rendimiento.

La variedad D-209 presentó una tendencia a generar plantas tardías a inicio de floración, debido a que aumentó cuatro días con respecto a la población original

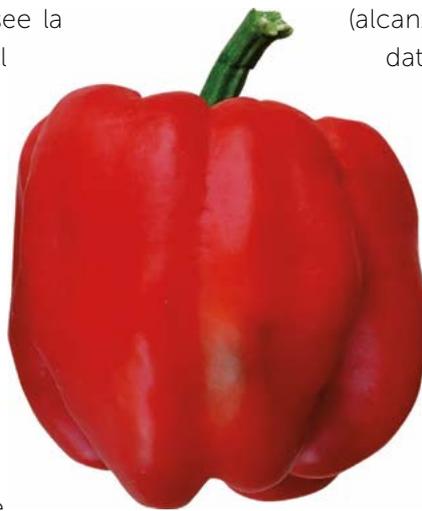


Figura 2. Variedad D-209 con forma rectangular de longitud grande y diámetro medio.

(alcanzando los 78 días a inicio de cosecha, datos no presentados), mientras tanto, la variedad D-210 aumentó de 25 días (C0) a 27 días a floración (C3) (Cuadro 3). Por lo que las poblaciones tienden a ser tardías en diferentes grados cuando se les aplica mejoramiento mediante selección masal. Por lo tanto no se coincide con lo reportado por Ix-Nahuat *et al.* (2013) quienes concluyen que las poblaciones de chile son precoces a 63 días a inicio de la cosecha; esto posiblemente se debe a que la selección por adaptación a las condiciones tropicales debe considerar las condiciones climáticas imperantes

en la región, tales como alta intensidad de energía solar y alta pluviometría (Anäis, 1978). De esta manera para trabajos posteriores tendría que darse mayor importancia a este variable al momento de la selección.

CONCLUSIONES

Las variedades experimentales evaluadas en el presente estudio mostraron respuesta a la selección masal generando un avance de entre 5% y 20%;

y de acuerdo al método de mejoramiento empleado la variedad D-210 presentó mayor ganancia en rendimiento por planta por ciclo de selección de 9.6% y peso individual de fruto de 3.3%; seguido de la variedad D-209 con rendimiento por planta de 7.3% y peso individual de fruto de 0.3%; en la comparación de medias a través de localidades estadísticamente no se encontraron diferencias significativas. La selección

masal mediante tres ciclos de selección permitió avances importantes en el mejoramiento de dos variedades, agrónomicamente sobresalientes, y la variedad D-210 destacó por peso individual y tamaño de fruto.



Figura 3. Variedad D-210. Frutos de forma cuadrada, Longitud media y diámetro grande

LITERATURA CITADA

Aguilar-Rincón V.H., Corona Torres T., López López P., Latournerie Moreno L., Ramírez Meraz M., Villalón Mendoza H., Aguilar Castillo J.A. 2010. Los chiles de México y su distribución.

- SINAREFI, Colegio de Postgraduados, INIFAP, IT Conkal, UANL, UAN. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 114 p.
- Anàis G. 1978. Adaptation des varietes maraicheres au climat des Antilles. (Tropical Humide). Centre des Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane. Petit Bourg, Domaine Duclos, Guadalupe. 5 p.
- Alejos G., Monasterio P., Rea R. 2006. Análisis de la interacción genotipo-ambiente para rendimiento de maíz en la región maicera del estado de Yaracuy, Venezuela. *Agron. Trop.* 56(3): 369 – 384.
- Aza G.C., Núñez H.G., Ochoa N. 2011. Molecular biology of capsaicinoid biosynthesis in chili pepper (*Capsicum* spp.). *Plant Cell Reports* 30: 695-706.
- Camarena M.F., Chura J.C.R.H., Blas S. 2014. Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM, AGROBANCO. Lima, Perú. 274 p.
- Dhall R.K., Hundal J.S. 2006. Genetics of yield attributes in chilli (*Capsicum annuum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 76 (11): 699-701.
- Djian-Caporalino C., Lefebvre V., Sage-Daubèze A.M., Palloix A. 2006. *Capsicum*. In: Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop improvement. R. J. Singh (ed.). Volume 3. Vegetable Crops. CRC Press. Boca Raton, Florida, USA. pp: 185-243.
- Gutiérrez del Río E., Espinoza Banda A., Palomo Gil A., Lozano García J.J., Antuna-Grijalva, O. 2004 Aptitud Combinatoria de híbridos de maíz para la Comarca Lagunera. *Rev. Fitot. Mex.*, Número especial 1: 7-11
- Hernández-Verdugo S., Dávila P. A., Oyama K. 1999. Síntesis del conocimiento taxonómico, origen y domesticación del género *Capsicum*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 64: 65-84.
- Hughes C.E., Govindarajulu R., Robertson A., Filer D.L., Harris S.A., Bailey C.D. 2007. Serendipitous backyard hybridiza geographiction and the origin of crops. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 104: 14389–14394.
- Ix-Nahuat J.G., Latournerie M.L., Pech M.A.M., Tun S.J.M., Ayora R.G., Mijangos C.J.O., Castañón N.G., López V.J.S., Montes H.S. 2013. Valor agronómico de germoplasma de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) en Yucatán, México. *Universidad y Ciencia.* 29 (3): 231-242.
- Kothari S.L., Joshi A., Kachhwaha S., Ochoa N. 2010. Chilli peppers: A review on tissue culture and transgenesis. *Biotechnology Advances* 28: 35–48.
- Magari R., Kang M. 1993. Genotype selection via a new yield stability statistic in maize yield trials. *Euphytica* 70:105-111.
- Meneses-Márquez I.; Villanueva-Verduzco C., Sahagún-Castellanos J. 2009. Cambios en la calidad de fruto maduro en una población sintética de calabaza (*Cucurbita pepo* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15(3): 269-274.
- Moreno M., Peña A.L., Sahagún J.C., Pérez J.E.R., Mora R.A. 2006. Varianza aditiva, heredabilidad y correlaciones en la variedad. M1- de tomate de cáscara (*Physalis ixorcarpa* Brot). *Rev. Fitot. Mex.* 25:231-237.
- Pech A.M., Castañón G.N., Tun J.M.S., Mendoza M.E., Mijangos J.O., Pérez A.G., Latournerie L.M. 2010. Efectos heteróticos y aptitud combinatoria en poblaciones de chile Dulce (*Capsicum annuum* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 33: 353-360.
- Pickersgill B. 2007. Domestication of plants in the Americas: insights from Mendelian and molecular genetics. *Annals of Botany* 100: 925-940.
- Pérez R. 2003. Estimación de Parámetros Genéticos para la Tolerancia Sequía en Chile Cora, *Capsicum annuum* L. Tesis, Doctor en Ciencias en Agrícolas y Forestales. Universidad de la Colima. Tecomán, Colima, México. 133 p.
- Pozo C.O., Montes S.H., Redondo E.J. 1991. Chile (*Capsicum* spp.) En: R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (Eds.). *Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos en México.* SOMEFI. Chapingo, Méx. pp. 217-238.
- Rodríguez P.J.E. 2005. Parámetros genéticos de tomate de cáscara (*Physalis ixorcarpa*) variedad verde de Puebla. *Revista Fitotecnia Mexicana* 27: 7-11.
- Soria M., Trejo A., Tun J., Terán R. 2002. Paquete tecnológico para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). SEP. DGETA. ITA-2. Conkal, Yucatán, México. 74 p.
- SIAP. 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera Chile verde de la Península de Yucatán. Disponible en URL: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-producción-agrícola-por-cultivo>. Consultado el 28 de Julio del 2016.
- Vera-Sánchez K.S., Cadena I.J., Latournerie M.L., Santiaguillo H.J.F., Rodríguez C.A. Basurto P.F.A., Castro L.D., Rodríguez G.E., López L.P. 2016. Conservación y utilización sostenible de las hortalizas nativas de México. *Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, México.* 132 p.
- Villanueva V.C., Sánchez H. A., Sánchez C.I., Sahagún C.J., Parra B.G., Villanueva S.E. 2013. Respuesta a la selección masal participativa en calabaza dulce (*Cucurbita moschata* Duch.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 19 (2): 239-253.

