

Turismo rural:

¿Una oportunidad para
la conservación del
bosque de niebla?

pág. 68

Año 10 • Volumen 10 • Número 1 • enero, 2017

LOS BOSQUES MESÓFILOS DE MONTAÑA DE MÉXICO	3
REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA	10
SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN MÉXICO (SI-BMM): RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN	14
EL BOSQUE HÚMEDO DE MONTAÑA EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO	19
MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL BOSQUE HÚMEDO DE MONTAÑA EN MÉXICO	24
RESTAURACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA CON UN ENFOQUE DE PAISAJE	29

y más artículos de interés...

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.

Agro productividad. Año 10, Volumen 10, número 1, enero 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. 04-2016-022412450500-102. ISSN: 2448-7546, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Impresa en México por LIBROS EN DEMANDA, S. DE R. L. DE C. V. Calle 3 No. 1000, Zona Industrial, Guadalajara, Jalisco, México. CP. 44940. Este número se terminó de imprimir el 31 de enero de 2017 con un tiraje de 3000 ejemplares.



Contenido

3	LOS BOSQUES MESÓFILOS DE MONTAÑA DE MÉXICO
10	REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA
14	SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN MÉXICO (SI-BMM): RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN
19	EL BOSQUE HÚMEDO DE MONTAÑA EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO
24	MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL BOSQUE HÚMEDO DE MONTAÑA EN MÉXICO
29	RESTAURACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA CON UN ENFOQUE DE PAISAJE
37	PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SUELOS EN CLIMAS HÚMEDOS
44	EL PAPEL DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN LOS PROGRAMAS "PAGOS POR SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS" EN MÉXICO
50	OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA A TRAVÉS DEL MANEJO ALTERNATIVO: PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES
56	OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA A TRAVÉS DE TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA CON SISTEMAS SILVOPASTORILES
62	OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA A TRAVÉS DEL MANEJO ALTERNATIVO: LOS AGROECOSISTEMAS CAFETALEROS
68	TURISMO RURAL: ¿UNA OPORTUNIDAD PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA?
73	MELIPONARIO PARA LA CRIANZA DE ABEJA SIN AGUIJÓN (<i>Scaptotrigona mexicana</i> Guérin-Meneville)
80	EL RAMÓN (<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz) UNA ALTERNATIVA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN MÉXICO

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



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
CONACYT 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.



Dr. Jorge Cadena Iñiguez

Directorio

Said Infante Gil
Editor General del Colegio de Postgraduados

Rafael Rodríguez Montessoro[†]
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

Editorial

Volumen 10 • Número 1 • enero, 2017.

El Bosque mesófilo de montaña, bosque de niebla, bosque de neblina, bosque húmedo de montaña, nubiselva, selva nublada, entre otros nombres, es el tema central del primer número de 2017 de la revista **AGRO PRODUCTIVIDAD**. Se discute la conceptualización de sus nombres, con información relevante, sustentada, y que se encuentra en la mesa de discusión. Datos relevantes acerca de las contribuciones que de manera puntual hace este tipo de vegetación, son referidas, así como alternativas de manejo en áreas paralelas o vecinas para atenuar la presión socioeconómica. El cultivo del cafeto y algo de la caña de azúcar son desarrollados en áreas agroclimáticas del bosque de niebla, también hay ganadería y últimamente líneas de explotación turística, y son fuertes modeladores del paisaje. Sin embargo, análisis acerca de cómo su conservación facilita la regulación de las crecientes fluviales, inundaciones y posibles desastres, son variables que se deberán considerar con rigor para promover su conservación, restauración, y diseñar modelos conciliadores entre el bosque y los residentes sociales, tales como los descritos en aportaciones del Instituto de Ecología, A. C., CONAFOR, CONABIO, Instituto de Biología-UNAM, Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad Veracruzana y el Colegio de Postgraduados. La información publicada en este número facilitará la sensibilización política para la toma de decisiones en cuanto a su preservación.

LOS BOSQUES MESÓFILOS DE MONTAÑA DE MÉXICO

MÉXICO'S MOUNTAIN MESOPHYLL FORESTS

Gual-Díaz, M.¹; Rendón-Correa, A.¹

¹Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). Av. Liga Periférico-Insurgentes Sur No. 4903 Col. Parques del Pedregal, Delegación Tlalpan, Ciudad de México, C.P. 14010.

Autor de correspondencia: mgual@conabio.gob.mx

RESUMEN

La zona intertropical del planeta contiene la mayor diversidad de ecosistemas marinos y terrestres, consecuentemente, el mayor número de las especies; y un ecosistema terrestre muy importante se ubica en los bosques de niebla, o bosque mesófilo de montaña; éstos suelen desarrollarse en las zonas de condensación del aire húmedo proveniente principalmente del mar, donde se forman densos macizos de nubes con una consecuente alta humedad y alta precipitación pluvial. Las altitudes típicas pueden ir desde 500 a más de dos o tres mil metros, dependiendo de la latitud y exposición a los vientos dominantes que portan humedad marina, entre otros principales. Dependiendo de la región, pueden tener nombres distintos a los mencionados y, en algunos casos, en elevaciones cercanas a 4000 m, o regiones secas, pueden adoptar formas y estructuras distintas a las de un bosque típico. En este trabajo se hace una descripción del bosque mesófilo de montaña en México.

Palabras clave: Bosque de niebla, intertropical, México.

ABSTRACT

The intertropical zone of the planet contains the highest diversity of marine and land ecosystems, and consequently, the highest number of species. A very important land ecosystem is located in cloud forests, or mountain mesophyll forests; these tend to develop in the zones of condensation of humid air originating primarily from the sea, where dense cloud masses are formed with a resulting high humidity and high rain precipitation. The typical altitudes can range from 500 to more than two or three thousand meters, depending on the latitude and exposure to the dominating winds that carry marine humidity, among other main ones. Depending on the region, they can have names different than those mentioned and, in some cases, at elevations close to 4000 m, or dry regions, they can adopt different forms and structures than those of a typical forest. A description of the mountain mesophyll forest in México is presented in this study.

Keywords: cloud forest, intertropical, México.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp: 3-9.

Recibido: octubre, 2016. **Aceptado:** diciembre, 2016.



INTRODUCCIÓN

Los tipos de vegetación son unidades fitogeográficas muy amplias, de tipo ecológico-fisonómico, y la composición florística se toma en cuenta para definir las comunidades vegetales (*sensu lato*), de tal manera que la primera, principalmente las dominantes por estratos, se utiliza para definir las asociaciones o las co asociaciones de la vegetación estudiada (Gual-Díaz y González-Medrano, 2014). Dentro de la gran variedad de comunidades vegetales que se desarrollan en el territorio de México destacan los llamados bosques mesófilos de montaña, que son unidades de vegetación complejas, con tolerancias ambientales muy amplias, riqueza florística notable e historia evolutiva muy interesante (Gual-Díaz y González-Medrano, 2014). Según Pérez-Farrera y Gómez-Domínguez (2010), una de las causas por las que los botánicos han dado diferentes denominaciones al bosque mesófilo de montaña (BMM) es la dificultad que representa encuadrar la vegetación en unidades discretas. En ocasiones, ciertos criterios que son adecuados para tipificar las formaciones vegetales de una región del país no lo son para otras. Por lo anterior, y considerando una de las formaciones vegetales más pequeñas en cuanto a área de distribución y más frágiles en México, se requiere unificar, compilar y sistematizar el conocimiento existente sobre el BMM en México; ello permitirá contar con un marco de referencia en el que se pueda ubicar esta formación vegetal, sus asociaciones, ecotonías y sinonimias, para así recapitular su florística, faunística, sinecología, biogeografía, sus relaciones con el hábitat, describir su dinámica y sus usos reales y potenciales, entre otros aspectos (Gual-Díaz y González-Medrano, 2014).

Conocimiento existente del BMM en México

El término BMM fue usado por vez primera por Miranda (1947) en sus estudios sobre la vegetación de la cuenca del río Balsas. Asimismo, refiere que Leavenworth (1946) ubica este bosque mesófilo en la zona del cerro Tancítaro, en Michoacán, México, con el nombre de Bosque Nublado de Valle; y en el estado de Sinaloa (1946), y hasta en Sonora (1942), Gentry registró una mezcla de elementos boreales y neotropicales semejante a la descrita en las barrancas húmedas de la vertiente pacífica de la Sierra Madre Oriental (un error, pues corresponde a la Sierra Madre Occidental), en el piso altitudinal correspondiente al encinar, y donde el mismo autor consideró que esa mezcla debe ser resultado de los movimientos de los frentes frío y cálido durante las glaciaciones del Pleistoceno, y que algunos elementos tropicales del

BMM pueden invadir el encinar propiamente dicho en las zonas más húmedas. Posteriormente, en su trabajo sobre la vegetación de Chiapas, Miranda (1952) emplea el nombre de *selva baja siempre verde* y más tarde el de *selva mediana o baja perennifolia*. Nuevamente, en 1963, junto con Hernández-X., Miranda llamó a comunidades vegetales similares al BMM, *bosque caducifolio*; posteriormente, Rzedowski (1966) lo denominó como *bosque deciduo templado*; Rzedowski (1978) menciona que Leopold (1950) se refiere a esta comunidad vegetal como *cloud forest*, señalando su analogía con los bosques andinos, llamados de la misma manera. En 1973, en su trabajo sobre la vegetación del estado de Chiapas, Breedlove utilizó tres designaciones para esta formación: *montane rain forest*, *evergreen cloud forest* y *pine-oak-liquidambar forest*. Diferentes autores (en Rzedowski, 1978), se han referido a esta formación vegetal con nombres diversos, como: *selva nublada*, *forêt dense humide de montagne*, *moist montane forest*, además de los mencionados anteriormente. A partir de la publicación del trabajo de Rzedowski (1978), el término bosque mesófilo de montaña se ha usado para denominar a las comunidades vegetales de la región del Pacífico, principalmente. Para la Mesa Central, sobre todo para la vertiente Atlántica de México, se han usado los términos bosque caducifolio y bosque de niebla; como lo comenta Rzedowski (1996), este último equivalente a lo que algunos autores de habla inglesa denominan *cloud forest*.

Ubicación y distribución

En México, ocupa una superficie cercana a 1%, considerando vegetación secundaria derivada de esta formación, o poco más de 0.4%, si se considera solo vegetación primaria, de acuerdo con el INEGI (serie IV Uso de suelo y vegetación, 2007). En general, se establece en regiones reducidas en las que se enlazan la humedad y la temperatura propicias para su desarrollo; sus asociaciones están prácticamente confinadas a cañadas húmedas y laderas protegidas en toda su área de distribución en México (lo cual no exonera al BMM del impacto antropogénico). Su distribución geográfica consiste en una franja angosta, más o menos continua, que se inicia en Xilitla, en el SE de San Luis Potosí, corre a lo largo de las laderas de barlovento de la Sierra Madre Oriental, llega hasta el centro del estado de Veracruz y, de ahí, hasta las sierras del N y NE del estado de Oaxaca. Destacan áreas aisladas en el SW del estado de Tamaulipas, así como algunos enclaves menores en el centro-norte del mismo estado y en el E del estado de Nuevo León. Del otro lado del Istmo de Tehuantepec (Oaxaca) reaparece esta

formación en forma de manchones en los macizos montañosos del estado de Chiapas. Para la vertiente pacífica del país, su distribución es dispersa en la Sierra Madre Occidental (desde el estado de Sinaloa) hasta la Sierra Madre del Sur y en el Eje Neovolcánico Transversal (salvo las áreas continuas que se conocen en los estados de Guerrero y Oaxaca). Es importante mencionar cuatro registros de distribución extrema del BMM en el país; hacia el noroeste, en el estado de Durango, Carleton (1977) reportó la localidad Pueblo Nuevo; mientras que Hágsater *et al.* (2005) describieron un bosque (denominado por ellos bosque mesófito de barranca) alrededor de la localidad de El Salto (ambas localidades pertenecen al municipio de Pueblo Nuevo) cuyos registros, de acuerdo con el Dr. José Luis Villaseñor (com. pers., 2010), no corresponden al BMM. En Sinaloa, Hágsater *et al.* (2005) comentan que en la región barranqueña del estado se encuentra un bosque mesófito de barranca; igualmente, Hernández (1992) registró la localidad El Batel y, en 1977, Carleton reportó la localidad de Santa Lucía y alrededores (ambas localidades en el municipio Concordia). Al noreste, Valdez *et al.* (2003) y González-Medrano (2004) registraron la localidad Puerto Purificación en el límite entre Tamaulipas y Nuevo León. Por otro lado, la región de distribución más sureña del BMM fue reconocida por Almeida (2008) y corresponde a una pequeña área en el municipio de Huimanguillo, en el estado de Tabasco, confirmado por Ofelia Castillo Acosta (com. pers., 2012), de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (Figura 1).

Características ambientales

Las tolerancias ambientales de los BMM varían mucho en sus áreas de distribución fragmentada. En cuanto a altitud pueden desarrollarse desde los 400-450 m en el centro de Veracruz (volcán de Santa Marta), hasta los 2600-2700 m en lugares en los que hay colindancia con bosques de *Abies*, con un gradiente altitudinal, aunque actualmente se tienen registros de altitudes de 280 m, como la de la localidad Comunidad Loma Bonita en el estado de Chiapas (Cruz-Lara *et al.*, 2004), o de 310 m en la localidad Taxipehuatl en el estado de Puebla (Vera, 2003).

En cuanto a las precipitaciones características que prevalecen en esta vegetación, se estima que las medias anuales oscilan entre 1000 y 3000 mm de precipitación total anual, aunque en las localidades más húmedas dentro de su área de distribución pueden sobrepasar estos valores, tal como en Sierra

de Juárez (Oaxaca) donde la media anual registrada es de hasta 6000 mm de precipitación total anual. En otros sitios existe una marcada estacionalidad en la precipitación, lo cual se refleja en la pérdida del follaje de muchos de los elementos dominantes, como ocurre en las asociaciones de BMM más secos y con marcada condición caducifolia, como la localidad La Mojonera en Zacualtipán, estado de Hidalgo, con precipitaciones de 250-300 mm durante la época seca, de noviembre a abril, y de 1200-1400 mm, de mayo a octubre, comportamiento fenológico característico de los bosques de haya (*Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*).

Respecto al porcentaje de humedad registrado en esta formación, tenemos que en el municipio de Zacualpan, estado de México, la mínima y máxima son 48% y 73% respectivamente, y en el municipio de Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca, las reportadas como mínima y máxima son 70% y 98% respectivamente. La temperatura media anual varía entre 12 °C y 23 °C, como en el Parque Ecológico Estatal de Omiltemi (estado de Guerrero), aunque en la localidad San Andrés Tzicuilan se registra una media anual de entre 12 °C y 35 °C (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén,

2006), o bien, la máxima de 35 °C y la mínima de 0 °C, registradas en el Cerro Bufo El Diente (estado de Tamaulipas). En general se presentan



Figura 1. Bosque mesófilo de montaña a las faldas del Pico de Orizaba, Veracruz, México. Foto: Javier Tolomé.

heladas en los meses más fríos, aunque en los BMM de altitudes bajas llegan a ser muy ocasionales.

El clima dominante reportado por Rzedowski (1978; 1996) pertenece al tipo Cf (templado húmedo con lluvias todo el año) de la clasificación de Köppen (1948); sin embargo, comenta que esta formación llega a prosperar en algunas partes en climas de tipo Af (cálido húmedo sin temporada seca), Am (caliente húmedo con corta temporada seca), Aw (caliente húmedo con larga temporada seca) y Cw (templado húmedo con temporada lluviosa en época caliente del año). Además, en un conjunto de fuentes consultadas se encontró una distribución heterogénea sin tendencias marcadas en cuanto a climas entre el Pacífico y el Golfo de México, por lo que los climas reportados [de acuerdo con Köppen, modificado por García (1973)] básicamente para el Pacífico son: Ac (semicálido húmedo) y Aw (cálido subhúmedo), así como los Cf (templado húmedo) y Cw (templado subhúmedo). Para el Golfo de México tenemos una gran diversidad: hacia el N del país, el Cw (templado subhúmedo) en el estado de Nuevo León; los Ac (semicálido húmedo) y Af (cálido húmedo) registrados en el estado de Tamaulipas; hacia Veracruz, Ac (semicálido húmedo) y Cf (templado húmedo); y hacia los estados aledaños a los anteriores (San Luis Potosí, Puebla, Hidalgo, México) tenemos los Ac (semicálido húmedo), Aw (cálido subhúmedo), Cw (templado subhúmedo) y Cf (templado húmedo). Asimismo, para la parte sur del país (estado de Chiapas) prevalecen los Ac (semicálido húmedo), Aw (cálido subhúmedo), Cf (templado húmedo) y Cw (templado subhúmedo). En relación con la topografía de las áreas de distribución es muy variada: con relieves accidentados o abruptos, en laderas con pendientes pronunciadas o inclinadas, con ángulos de entre 30° y 45°, aunque se han registrado datos extremos, de 5° en los estados de Chiapas y Jalisco, o hasta de 70° a 100° en Chiapas, Hidalgo, Jalisco y Veracruz. Se

desarrollan regularmente en cañadas donde se retiene mayor humedad y se resguardan del efecto desecante de los vientos, así como de una insolación severa. Respecto al sustrato geológico parecen no mostrar preferencia, pues crecen lo mismo sobre calizas con topografía kárstica que sobre lutitas, o en laderas de cerros andesíticos o basálticos. Los suelos pueden ser de tipo Acrisol órtico, como en el estado de Oaxaca; Cambisol o Regosol, en el estado de Chiapas; y Litosol, en el estado de Nuevo León. Su textura puede ser de tipo migajón-arenosa, hasta arenoso-arcillosa, como en el estado de Chiapas. Los suelos varían de someros a profundos, de colores amarillo pardo a rojizos, generalmente con abundante materia orgánica y con pH ácido (4 a 6); en Veracruz se ha registrado valores de pH de 3.7 a 3.9 clasificado como fuertemente ácido.



Figura 2. Bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Foto: Jean Louis Lacaille Múzquiz.

Composición florística

Dependiendo del sitio de desarrollo y su ubicación en el país (obviamente las características ambientales cambian), las diversas expresiones en su composición, fisonomía y estructura darán como resultado gran variedad de asociaciones. Según Williams-Linera *et al.* (2013), la variación

en la precipitación de acuerdo con el incremento en la altitud, en Veracruz, crea cambios en la estructura y riqueza de especies entre los diferentes tipos de BMM (para nosotros, asociaciones). De acuerdo con Ruiz-Jiménez *et al.* (2012), intentando clasificar los bosques mesófilos de montaña, confirman que florísticamente sus resultados se correlacionan con las provincias florísticas existentes en el país. Una de las características más interesantes de los BMM es su composición florística, más diversa que la reportada para otras formaciones vegetales. Rzedowski (1991, 1996) estima que alrededor de 2500 especies de plantas vasculares habitan de manera exclusiva en los BMM de México, cifra que representaría aproximadamente 10% de la riqueza florística estimada para el país (calculada en ese momento en 22800 especies). Estas especies exclusivas o preferentes

del BMM se distribuyen en unos 650 géneros agrupados en cerca de 144 familias, de las cuales las dicotiledóneas son las mejor representadas con cerca de 1300 especies, seguidas por monocotiledóneas con 700 especies, pteridofitas con 500 y gimnospermas con diez especies (para información detallada véanse Tejero-Díez *et al.* (2014) y Villaseñor y Gual-Díaz (2014). Respecto a las principales formas biológicas representadas en los BMM de México, el mismo Rzedowski (1996) estimó cerca de 450 especies de árboles, 800 epifitas (haciendo hincapié en que superan cualquiera de las otras formas biológicas), más o menos 600 especies de arbustos, 600 especies herbáceas y solo unas 50 especies de bejucos (datos referidos a especies exclusivas o preferenciales). En relación con géneros de árboles cuantitativamente importantes en el BMM, enlistó a: *Alfaroa*, *Alnus*, *Carpinus*, *Carya*, *Chiranthodendron*, *Cinnamomum*, *Clethra*, *Cleyera*, *Cornus*, *Dalbergia*, *Dendropanax*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Liquidambar*, *Matudaea*, *Meliosma*, *Nyssa*, *Oecopetalum*, *Oreomunnea*, *Oreopanax*, *Persea*, *Prunus*, *Quercus*, *Styrax*, *Symplocos*, *Ternstroemia* y *Zinowiewia*. Prevalen aquellos de afinidad geográfica meridional, sobre los boreales, y solamente 2% restringe su distribución a los límites del país (Figura 3).

Ecotonías y su relación con otros tipos de vegetación

Algo muy significativo respecto a las zonas de ecotonía es que su composición faunística y florística es mayor que la suma de cada uno de los componentes de las comunidades adyacentes, lo cual implica un incremento en la riqueza y biodiversidad de dichas regiones (Escribano *et al.*, 1997). Según Ern (1973), el BMM es la vegetación clímax de los bosques de pino, dominados por *Pinus leiophylla*, *P. teocote*, *P. rudis*, *P. oaxacana*, *P. montezumae* y algunas de *P. hartwegii*. Por ejemplo, los bosques de pino, con predominancia de *P. patula*, *P. tenuifolia* y *P. pseudostrobus*, a semejanza de los de *P. strobus* var. *chiapensis*, viven frecuentemente en colindancia con el BMM, pues sus exigencias

ecológicas son aparentemente similares. La comunidad de *Alnus firmifolia* se interpreta con frecuencia como una fase sucesional, tendiente a restablecer el bosque de *Abies religiosa*, mientras que *Alnus arguta* se ha observado como secundaria en el BMM de muchas regiones del este de México, aunque algunas asociaciones en que prevalece *Alnus* parecen formar parte de series sucesionales de encinares y pinares (Rzedowski, 1978). Esta formación se relaciona con el bosque de *Quercus* y con el bosque de *Abies*, en cuyas asociaciones de BMM suelen tener como dominante o codominante a una o varias especies de *Quercus* (encinares altos y densos, ricos en epifitas y trepadoras, con estructura compleja). Algunos conocedores de la vegetación mexicana consideran a estos bosques extremos de encino como otro tipo de asociaciones del BMM (Rzedowski, 1978). En las montañas del centro y norte del estado de Oaxaca se han encontrado, en colindancia con diferentes asociaciones de BMM, bosques de *Pinus pseudostrobus* var. *oaxacana*, *P. lawsonii* y *P. leiophylla*, o bien, de *P. rudis*

en las partes más altas y de *P. pseudostrobus* en las más húmedas, donde también hay bosques de *P. ayacahuite*, *P. patula* y *P. strobus* var. *chiapensis* (Miranda y Sharp, 1950; Verdusco *et al.*, 1962). También, en la Sierra Norte del estado, reportada como la región con mayor superficie de BMM en el país, se han registrado zonas en las que se entremezcla el BMM con bosques altos perennifolios y encinares tropicales. En el estado de Puebla reportan una región donde el BMM colinda con un matorral tropical (León-Paniagua *et al.*, 2010). De acuerdo con Puig *et al.* (1987), en el estado de Tamaulipas los ecotonos entre esta formación y otros tipos de vegetación que la rodean no se presentan de manera muy marcada, y se observa una

entremezcla, en su cota más alta (1500 m), de elementos del bosque de pino-encino con *Ternstroemia*, *Carpinus* y *Ostrya*. Hacia los 800 m de altitud limita con el bosque tropical, donde se mezclan elementos del BMM, como *Quercus germana* y *Rapanea myricoides*, con algunos



Figura 3. *Oreomunnea mexicana*, restringida al bosque mesófilo de montaña de Oaxaca y Veracruz, México. Foto: María Toledo.

elementos del bosque tropical; a su vez, elementos de este último suben al BMM, incluso hasta los 1100 m. En el estado de Querétaro se registra una zona de interrelación entre el BMM y el bosque de pino-encino (Arreguín *et al.*, 1996).

CONCLUSIONES

De las comunidades vegetales que se desarrollan en nuestro país, quizás el BMM sea uno de los más vulnerables y amenazados por factores, tales como cambio climático global, que afecta la fenología de todos los grupos de organismos; la deforestación de formaciones vegetales de regiones adyacentes (conversión de selvas húmedas a potreros, lo cual tiene alto impacto sobre la formación de nubes), y la deforestación del propio BMM para destinar el suelo del bosque a la agricultura de subsistencia o a cultivos extensivos de café (esto último en Chiapas, Oaxaca y Veracruz). Todo ello afecta el equilibrio ecológico del bosque y ha ocasionado que este se encuentre en condición de riesgo para su supervivencia. Si bien es cierto que se han hecho esfuerzos muy loables para su conservación, a la fecha estos parecen ser insuficientes ante la magnitud de los procesos de deterioro y modificación a que se encuentra expuesto el BMM.

LITERATURA CITADA

- Almeida C.C.M. 2008. Distribución espacial de la comunidad de orquídeas epífitas en la selva alta perennifolia y bosque mesófilo de montaña, en el ejido Villa Guadalupe, Huimanguillo, Tabasco, México. Tesis de licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 99 p.
- Arreguín S.M.L., Fernández-Nava R., Rodríguez-Jiménez C., Rodríguez-Jiménez A. 1996. Pteridofitas en el estado de



Figura 4. Ecotono entre el bosque mesófilo de montaña y bosque de *Pinus* en la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Foto: Enrique Jardel Peláez.

Querétaro, México y su ubicación ecológica. *Polibotánica* 3:82-92.

- Breedlove D. 1973. The phytogeography and vegetation of Chiapas (Mexico). En: Graham A. (Ed.). *Vegetation and vegetational history of northern Latin America*. Elsevier. Amsterdam. pp. 149-165.
- Canseco-Márquez L., Gutiérrez-Mayén G. 2006. Herpetofauna del municipio de Cuetzalan del Progreso, Puebla. En: Ramírez-Bautista A. L., Canseco-Márquez L., Mendoza-Quijano F. (Eds.). *Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad*. Sociedad Herpetológica Mexicana. México. pp. 180-196.
- Carleton M.D. 1977. Interrelationships of populations of the *Peromyscus boyllii* species group (Rodentia, Muridae) in western Mexico. *Occas. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan*. 675:1-47.
- Cruz-Lara L.E., Lorenzo C., Soto-Pinto L., Naranjo E., Ramírez-Marcial N. 2004. Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 20(1): 63-81.
- Escribano R., Encinas A., Martín. M.A. 1997. Ecotonos: importancia de la transición entre las agrupaciones arbóreas y el matorral en la gestión forestal. Estudio de casos. Madrid. Disponible en: <www.seeforestales.org/buscador/pdf/2CFE02-049.pdf>.
- Ern H. 1973. Repartición, ecología e importancia económica de los bosques de coníferas en los estados mexicanos de Puebla y Tlaxcala. *Com. Proy. Pueb. Tlax.* 7:21-23.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 2ª ed., México. 246 p.
- Gentry H.S. 1942. Rio Mayo plants. *Carn. Inst. Wash. Publ.* 527. 328 p.
- Gentry H.S. 1946. Sierra Tacuichamona. A Sinaloa plant locale. *Bull. Torr. Bot. Club* 73:356-362.
- González-Medrano F. 2004. Tierra de ríos y montañas. En: Robles G.P., Ezcurra E, Peters E., Pallares E. y Ezcurra A. (Comps.). *La Gran Provincia Natural Tamaulipeca*. Gobierno del Estado de Tamaulipas. Agrupación Sierra Madre. Tamaulipas, México, pp. 41-64.
- Gual-Díaz M., González-Medrano F. 2014. Los bosques mesófilos de montaña en México. En: Gual-Díaz M. y Rendón-Correa A. (Comps.). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. CONABIO México, D. F. pp. 27-68.
- 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 Chinoín, A. C. México. 304 p.
- Hernández B.B.E. 1992. Patrones de distribución, diversidad y endemismo de las aves del bosque húmedo de montaña de Mesoamérica. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 55 p.
- INEGI. 2007. Carta de uso de suelo y vegetación. Serie IV, escala 1: 250 000. México.
- Leavenworth W.C. 1946. A preliminary study of the vegetation of the region between Cerro Tancitaro and the Rio Tepacaltepec, Michoacan, Mexico. *American Midland Naturalist* 36:137-206.
- León-Paniagua L., Luna V.I., Martínez-Morales M.A., Tejero-Díez. J.D. 2010. III Resultados. VI. Cuenca Alta del Balsas. En: Toledo A. (Ed.). *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 (Conabio). México, pp. 88-97.
- Leopold A.S. 1950. Vegetation zones of Mexico. *Ecology* 31:507-518.
- Köppen W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México. 478 p.
- Miranda F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la cuenca del río Balsas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 8(1-4):95-115.
- Miranda F. 1952. La vegetación de Chiapas. Vols. 1 y 2. Ed. Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Miranda F., Sharp. A.J. 1950. Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of eastern Mexico. *Ecology* 31:313-333.
- Miranda F., Hernández-X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. México* 28:29-179.
- Pérez-Farrera M.A., Gómez-Domínguez H. 2010. Definiciones, importancia y origen. En: Pérez-Farrera M.A., Tejeda-Cruz C. y Silva R.E. (Eds.). Los bosques mesófilos de montaña en Chiapas: situación actual, diversidad y conservación. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Unicach), Tuxtla Gutiérrez, México, pp. 19-29.
- Puig H., Bracho R., Sosa. V.1987. El bosque mesófilo de montaña: composición florística y estructura. En: Puig H. y Bracho R. (Eds.). El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Instituto de Ecología A. C. México, pp. 55-80.
- Ruiz-Jiménez C.A., Téllez-Valdés O., Luna V.I. 2012. Clasificación de los bosques mesófilos de montaña de México: afinidades de la flora. *Revista Mex. Biodivers.* 83:1110-1144.
- Rzedowski J. 1966. Vegetación del estado de San Luis Potosí. *Acta Cient. Potos.* 5:5-291.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 432 p.
- Rzedowski J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14:3-21.
- Rzedowski J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35:25-44.
- Tejero-Díez J.D., Torres D.A., Gual-Díaz M. 2014. Licopodios y helechos en el bosque mesófilo de montaña en México. En: Gual-Díaz M. y Rendón-Correa A. (Comps.). Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo. CONABIO México, D. F. pp. 27-68.
- Valdez T.V., Foroughbakhch P. R, Alanís F. G. 2003. Distribución relictual del bosque mesófilo de montaña en el noreste de México. *CIENCIA UANL*. 6(3): 360-365.
- Vera de A. A. A. 2003. La etnobotánica en la salud: estudio de plantas medicinales en el municipio de Cuetzalan. Tesis de licenciatura, Universidad de las Américas. Puebla, México. 38 p.
- Verduzco J., Fuller B.R., Morandini R., Favre Y., Mahiue J. 1962. Ecología y silvicultura. En: Seminario y viaje de estudio de coníferas latinoamericanas. Inst. Nac. Invest. Forest. Publ. Esp. 1 México, pp. 77-93.
- Villaseñor J.L., Gual-Díaz M. 2014. El bosque mesófilo de montaña en México y sus plantas con flor. En: Gual-Díaz M. & Rendón-Correa A. (Comps.). Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo. CONABIO México, D. F. pp.221-236.
- Williams-Linera G., Toledo-Garibaldi M., Gallardo H. C. 2013. How heterogeneous are the cloud forest communities in the mountains of central Veracruz, Mexico. *Plant Ecol.* 214(3):1-17.

REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA

PRIORITY REGIONS FOR THE CONSERVATION OF TROPICAL MONTANE CLOUD FOREST

Toledo-Aceves, T.^{1*}

¹Instituto de Ecología A. C. Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, Xalapa 91070, Veracruz, México. Tel: 52 228 842 1800 ext. 4217.

Autor para correspondencia: tarin.toledo@inecol.mx

RESUMEN

Los bosques de niebla o bosques mesófilo de montaña (BMM) resguardan una biodiversidad extraordinaria, juegan un papel clave en la regulación de los ciclos hidrológicos y son los ecosistemas terrestres más amenazados en México. Si bien todos los BMM son importantes, es necesario identificar aquellas áreas donde las acciones encaminadas a su manejo sustentable, conservación y restauración son de carácter más urgente. Se presenta una iniciativa de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad para desarrollar un diagnóstico del BMM en México en términos de su calidad, las principales amenazas a su permanencia y a su calidad, así como las oportunidades existentes para su mantenimiento, recuperación y características sociales de sus propietarios y usuarios. Se identificaron 15 subregiones de prioridad crítica, 17 de alta, nueve de media y cuatro quedaron pendientes debido a la falta de información. Se presentan las principales recomendaciones para contribuir a la conservación de este ecosistema tan valioso.

Palabras clave: amenazas, biodiversidad, bosque de niebla, conservación, manejo sustentable.

ABSTRACT

Cloud forests (CFs) shelter an extraordinary biodiversity, play a key role in the regulation of water and nutrient cycles, and are the most threatened terrestrial ecosystems in México. Although all CFs are important, it is necessary to identify the areas where the actions directed at their sustainable management, conservation and restoration are more urgent. An initiative by the National Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity is presented, to develop a diagnosis of the CFs in México in terms of their quality, main threats to their permanence and quality, as well as the opportunities present for their maintenance, recovery and social characteristics of their owners and users. Fifteen sub-regions of critical priority were identified, 17 of high, nine of medium and four were pending due to the lack of information. The main recommendations to contribute to the conservation of this very valuable ecosystem are presented.

Keywords: threats, biodiversity, cloud forest, conservation, sustainable management.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp: 10-13.

Recibido: octubre, 2016. **Aceptado:** diciembre, 2016.

INTRODUCCIÓN

El bosque mesófilo de montaña (BMM), también conocido como bosque de niebla, es un ecosistema prioritario para la conservación y el manejo sustentable a escala global, debido a sus altas concentraciones de biodiversidad, a los servicios ambientales que ofrece y a que se encuentra severamente amenazado (Kapelle 1996, Foster 2001, Scatena *et al.*, 2010, Feeley *et al.*, 2013). Su distribución naturalmente reducida y fragmentada, y su lenta capacidad para recuperarse de la perturbación, convierten al bosque de niebla en un sistema particularmente frágil (Challenger 1998, Bruijnzeel y Hamilton 2000). En México se calculó que para 2002 la superficie original del bosque de niebla de 3.1 millones de hectáreas se había reducido a solo 28% de cobertura original y de ese porcentaje la cobertura de bosque que se considera como conservada representa apenas 47.6% y el resto corresponde a vegetación secundaria (Challenger *et al.* 2009). Contar con un diagnóstico de las principales amenazas y oportunidades para la conservación y el manejo sustentable de estos bosques puede jugar un papel central en su mantenimiento y es crucial para el desarrollo de políticas ambientales. Un factor elemental en el proceso de toma de decisiones es la disponibilidad de información adecuada. En México ha habido numerosos estudios e iniciativas que han generado información muy valiosa sobre el bosque de niebla. Sin embargo, en muchos casos esta no está disponible para los tomadores de decisiones o es de calidad o relevancia insuficiente para apoyar las decisiones en materia de política ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Identificación de bosques de niebla prioritarios

Si bien todos los bosques de niebla son importantes, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) propuso realizar un análisis para identificar aquellas regiones en las cuales los planes y acciones dirigidos a su conservación, manejo sustentable y restauración deben ser implementadas de manera más urgente y otras donde dichas acciones pueden llevarse a cabo en el mediano y largo plazos. Considerando que su conservación depende en gran medida de la disponibilidad de información sobre su condición actual, así como sobre los factores que afectan su mantenimiento o pérdida. Fueron convocados 40 especialistas en BMM a participar en dos talleres para realizar un diagnóstico del estado de estos bosques en el país. Para ello se utilizaron cuatro criterios: **la calidad de los bos-**

ques, las amenazas a su permanencia y a su calidad, y oportunidades para su conservación. Las características socioeconómicas de las comunidades locales también fueron revisadas para complementar el perfil de las regiones estudiadas. Para lograrlo se definieron una serie de indicadores que permitieran calificar a los criterios utilizados para la priorización, como se muestran en la Figura 1.

Amenazas al bosque de niebla

A partir de los talleres, las causas principales de pérdida o transformación del bosque de niebla que se reconocieron en el país fueron: cambio climático global, ganadería, tala ilegal y expansión urbana y, en menor medida, agricultura de roza-tumba y quema, incendios forestales, sequía, conflictos por la propiedad de la tierra, y cultivos ilícitos. La pérdida de cobertura de BMM por su conversión a potreros es una causa común de deforestación en el país, y la tala ilegal de madera es una de las prácticas más ampliamente difundidas. Estos procesos aunados a la presión por la densidad poblacional y de caminos aumentan los riesgos de deforestación, en particular cuando existe una falta de ordenamiento territorial y de planes de manejo de los recursos del bosque. Las amenazas a la integridad del bosque que se consideraron de mayor importancia son la tala selectiva ilegal, también conocida como "tala hormiga" y la sobreexplotación de productos forestales no maderables, que son aquellos productos extraídos de plantas para usos medicinal, ornamental, comestible y artesanal, entre otros.

Oportunidades para la conservación del bosque de niebla

Si bien el bosque de niebla es un ecosistema severamente amenazado, existen áreas de fortaleza y oportunidad que pueden servir de sustento para su conservación. Entre las oportunidades más importantes se reconoció al esquema de pago por servicios ambientales, seguido por la participación de las comunidades locales, el conocimiento biológico y social de los bosques y sus habitantes, y las áreas protegidas. La cafecultura bajo árboles de sombra, se considera como oportunidad, ya que puede funcionar como refugio para diversas especies de plantas y animales nativos del bosque de niebla, esto particularmente cuando los árboles son nativos del bosque de niebla. Se reconoció el potencial para el eco-turismo o turismo responsable para los bosques de niebla en el país, aunque desafortunadamente esta actividad no ha recibido los apoyos necesarios para tener una contribución importante a la diversificación en los

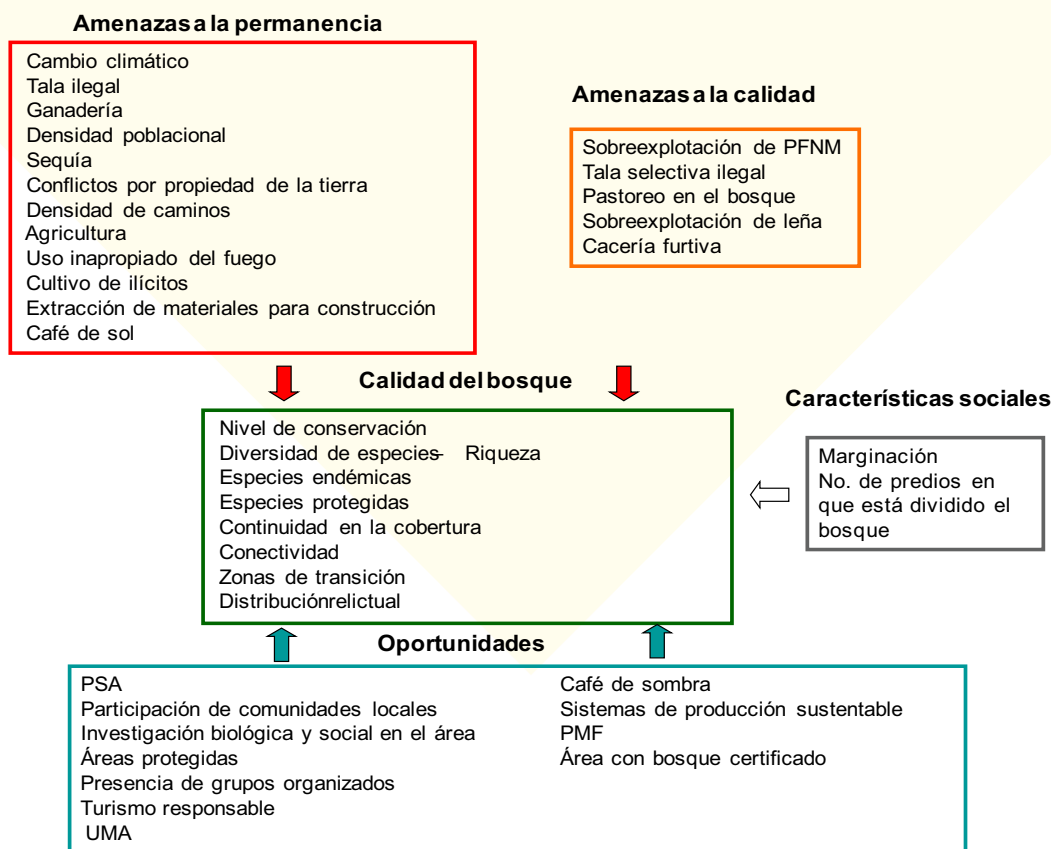


Figura 1. Criterios e indicadores utilizados para el análisis de priorización del bosque mesófilo de montaña en México. PFM=Productos Forestales No Maderables, PSA=Pago por Servicios Ambientales, PMF=Programa de Manejo Forestal, UMA=Unidad de Manejo para la conservación de la vida silvestre.

usos del bosque, como ocurre en otros países como Costa Rica.

Regiones prioritarias de bosque mesófilo de montaña

A partir del análisis de los criterios de calidad, amenazas y oportunidades se identificaron un total de 45 subregiones a escala nacional: 15 subregiones de prioridad crítica, 17 de prioridad alta, nueve de prioridad media y cuatro quedaron pendientes debido a la falta de información (Figura 2). Los vacíos de información más relevantes que se identificaron para el análisis fueron las especies endémicas y en riesgo para evaluar la calidad del BMM; para las amenazas a la permanencia del bosque sobresalen el cambio climático, la tala ilegal y los conflictos por la propiedad de la tierra; de las amenazas a la calidad del bosque, la sobreexplotación de productos forestales no-maderables y la tala selectiva ilegal o tala hormiga; como oportunidades las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), el turismo responsable y la participación de comunidades. A partir del análisis de las problemáticas

existentes en cada región y las oportunidades para la conservación del BMM se elaboraron recomendaciones para tomadores de decisiones, grupos e individuos interesados en el manejo y conservación del BMM en los rubros: **Legislación, Educación y comunicación, Conservación, restauración, Manejo sustentable, e Investigación básica y aplicada.**

CONCLUSIONES

Análisis previos han reportado que las principales causas de conversión de bosque de niebla son: agricultura, ganadería, tala ilegal y fuegos descontrolados. Detrás de esta problemática se identificaron tres principales causas: (1) los incentivos para prácticas, como la ganadería o la agricultura, que han promovido la transformación del bosque de niebla en otros usos del suelo; (2) la falta de información para el aprovechamiento adecuado del bosque de niebla; y (3) la falta de apoyos para poner en marcha el manejo sostenible de estos sistemas. Existe necesidad de integrar programas gubernamentales para evitar incentivos contradictorios en contra de las áreas forestales y es

necesario expandir las oportunidades de acceso a fondos y apoyos que apoyen proyectos productivos en estos bosques. En este sentido es importante identificar los recursos con mayor potencial para el manejo sustentable y promover la organización de comunidades con una clara orientación hacia actividades productivas. Aquí, la articulación de los programas gubernamentales y en colaboración con académicos, propietarios y usuarios es esencial para encontrar soluciones efectivas.

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); y a todos los participantes en los talleres de priorización de bosque mesófilo de montaña y a quienes contribuyeron con sus comentarios e información para el análisis: S. Anta, K. Babb, M. Blanco y Correa, P. Bubb, A. Challenger, A. Cruz, R.F. del Castillo, P. Díaz, F. Escobar, M.L. Cuevas, R. Contreras, C. Galindo, P. Gerez, D. Golicher, R.E. González, M. González, A.L. Guzmán, L. Hernández, I. Íñiguez, E. Jardel, M. Jiménez, R. Jiménez, P. Koleff, L. León y Paniagua, I. Luna, C. Macías, I. March, A. Martínez, M.A. Martínez, J. Meave, F. Medrano, N. Moreno, H. Moya, M.A. Muñiz, J.A. Navarrete, E. Pachepsky, N. Ramírez, F. Ramírez, P. Rodríguez, D. Tejero, O. Téllez, R. Vega, A. Victoria, R.M. Vidal, G. Williams y C. Zermeño. El departamento de Sistemas de Información Geográfica de la CONABIO realizó todos los análisis espaciales y elaboro los mapas.

LITERATURA CITADA

Bruijnzeel L.A. Hamilton L.S. 2000. Decision Time for Cloud Forest. IHP Humid Tropics Programme Series No. 13. Paris. UNESCO Division of Water Sciences.

Challenger A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México, Pasado, Presente y Futuro. CONABIO. México.

Challenger A. Dirzo R. López J.C. Mendoza E. Lira-Noriega A. Cruz I. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. Capital Natural de México, 2, pp. 37-73.

CONABIO. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo

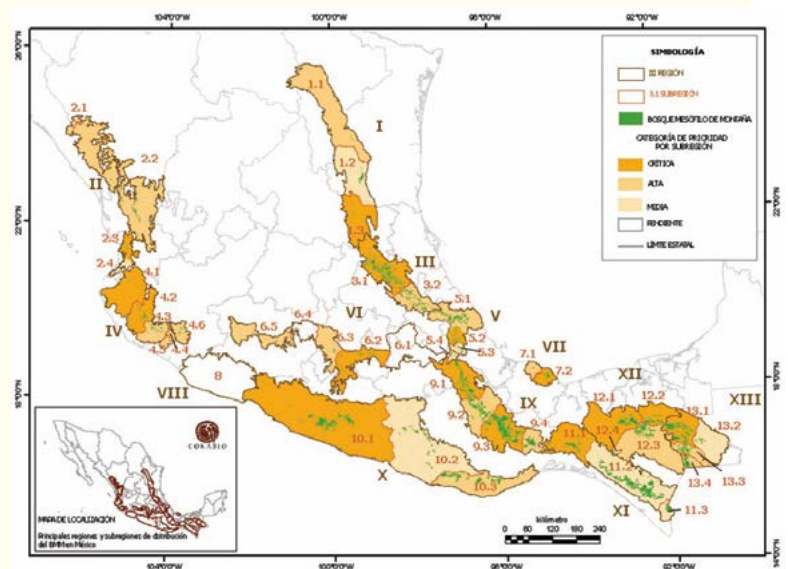


Figura 2. Categorías de prioridad para la conservación del bosque mesófilo de montaña en México basadas en su calidad, amenazas a la permanencia y calidad del bosque, y oportunidades para la conservación. (1.1) Cañadas de Nuevo León y Tamaulipas, (1.2) El Cielo, (1.3) Vestigios de San Luis Potosí, (2.1) Sierra Las Ventanas, (2.2) Mesófilos de Huajicori, El Nayar y Sierra San Pedro, (2.3) Sierra San Juan, (3.1) Mesófilos del NE de Hidalgo a Huayacocotla, (3.2) Mesófilos de San Bartolo Tutotepec a Cuetzalan, (4.1) San Sebastián-Talpa-Mascota, (4.2) Sierra de Cacoma, (4.3) Sierra de Manantlán, (4.4) Sierra de Manantlán, subsistema Cerro Grande, (4.5) Sierra del Mamey, (4.6) Nevado de Colima, (5.1) Sierra Norte-Chiconquiaco, (5.2) Cuenca de la Antigua, (5.3) Huatusco-Coscomatepec, (5.4) Orizaba, (6.1) Cuenca alta del río Atoyac, (6.2) Cuenca alta del río Amacuzac, (6.3) Cuenca alta del río Cutzamala, subsistema Tuxpan-Bejucos, (6.4) Cuenca alta del río Cutzamala, subsistema Milcumbres, (6.5) Cuenca del río Marques, (7.1) Volcán de San Martín, (7.2) Sierra de Santa Marta, (9.1) Huautla-Zongolica, (9.2) Ixtlán, (9.3) Sierra Mixe, (9.4) Guevea de Humboldt, (10.1) Guerrero, (10.2) Putla de Guerrero, (10.3) Pluma Hidalgo, (11.1) Sur de Chimalapas, (11.2) Parte Aguas Sierra Madre del Sur, (11.3) Tacaná, (12.1) Archipiélago Selva Negra, (12.2) Montañas de los Choles, (12.3) Archipiélago de Los Altos, (12.4) Cerro Brujo, (13.1) Cañadas tzeltales, (13.2) Lagunas Lacandonas, (13.3) Cañadas Tojolabales, (13.4) Montebello y periferias.

Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 99 pp. México. http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pdf/BMM_parte%201.pdf

Feeley KJ. Hurtado J. Saatchi S. Silman MR. Clark DB. 2013. Compositional shifts in Costa Rican forests due to climate-driven species migrations. *Global Change Biology* 19: 3472-3480.

Hamilton L.S. 1995. Mountain Cloud Forest Conservation and Research: A Sinopsis. *Mountain Research and Development* 15: 259-266.



SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN MÉXICO (SI-BMM): RECOPIACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN

INFORMATION SYSTEM OF THE MOUNTAIN MESOPHYLL FOREST IN MÉXICO (IS-MMF): COMPILATION AND SYSTEMATIZATION OF DATA AND INFORMATION

Gual-Díaz, M.; Rendón-Correa, A.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). Av. Liga Periférico-Insurgentes Sur No. 4903 Col. Parques del Pedregal, Delegación Tlalpan, México, D. F. C.P. 14010.

Autor de correspondencia: mgual@conabio.gob.mx

RESUMEN

La información sobre biodiversidad en diferentes campos del conocimiento y la fuerte demanda de integrar, sintetizar y visualizar esta información para diferentes propósitos y tipos de usuarios, permite el desarrollo de un nuevo campo de investigación, que puede ser nombrado informática de la biodiversidad o bioinformática. Este campo representa la conjunción del uso y manejo de información biológica con herramientas informáticas para su análisis y entendimiento efectivo. El sistema de información del bosque mesófilo de montaña (SI-BMM) de México está basado en información contenida en publicaciones científicas; es la fuente actual más completa de datos e información primaria, sobre el conocimiento de las plantas vasculares y organismos vertebrados terrestres que habitan esta formación vegetal. Tiene la capacidad de proporcionar información necesaria para apoyar la toma de decisiones en programas encaminados a la conservación (protección, sustentabilidad, restauración, reforestación, entre otros); sus componentes básicos son: una base de datos de referencias bibliográficas, una base de datos taxonómica-biogeográfica y su biblioteca.

Palabras clave: Bosque de neblina, bioinformática, biodiversidad.

ABSTRACT

The information about biodiversity in different fields of knowledge and the strong demand for integrating, synthesizing and visualizing this information for different purposes and types of users allows the development of a new field of research, which can be named biodiversity informatics or bioinformatics. This field represents the conjunction of the use and management of biological information with information tools for their effective analysis and understanding. The information system of the mountain mesophyll forest (IS-MMF) in México is based on information contained in scientific publications; currently, it is the most complete source of primary data and information, of knowledge about vascular plants and vertebrate land organisms that inhabit this plant formation. It has the capacity of providing information necessary to support decision making in programs directed at conservation (protection, sustainability, restoration, reforestation, among others); their basic components are: a data base of bibliographic references, a taxonomic-biogeographical database and its library.

Keywords: cloud forest, bioinformatics, biodiversity.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp: 14-18.

Recibido: octubre, 2016. **Aceptado:** diciembre, 2016.

INTRODUCCIÓN

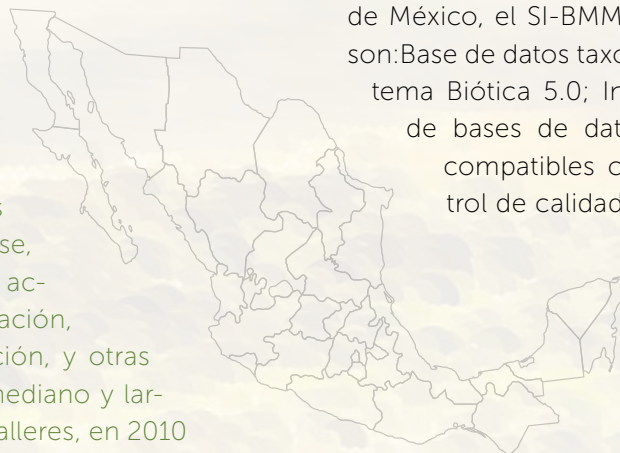
Una de las instituciones encargadas de fortalecer el conocimiento sobre la biodiversidad mexicana es la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). En materia de información, la Conabio tiene como objetivo central la generación, compilación, manejo, análisis y divulgación de información sobre la diversidad biológica de México, además de facilitar el acceso al conocimiento. Constituye un punto de enlace entre el sector académico (generador de la información), los tomadores de decisiones y el público en general (usuarios de la información). El Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), creado por la Conabio hace más de dos décadas, es un sistema de compilación, integración y distribución de información taxonómica-biogeográfica-especímenes resguardados en colecciones biológicas científicas (nacionales y extranjeras), que apoya a investigadores y especialistas. Puede ser considerado como uno de los resultados más tangibles del esfuerzo nacional de los últimos 20 años en torno al conocimiento de la biodiversidad de México (Gual-Díaz, 2014). En octubre de 2006 la Conabio inició el proyecto Sistema de Información del Bosque Mesófilo de Montaña de México (SI-BMM), que forma parte integral de una planeación estratégica desarrollado para este tipo de vegetación, y que apoya la toma de decisiones en materia de protección, conservación, uso sustentable, restauración, reforestación, entre otros, del bosque mesófilo de montaña de México. Como parte de la mencionada planificación estratégica, en noviembre de 2007 y junio de 2008 la Conabio convocó a varios especialistas en diferentes áreas del conocimiento de este tipo de bosques a participar en dos talleres en los que se llevaría a cabo un diagnóstico de su estado de conservación y conocimiento. El objetivo de estos talleres fue identificar las áreas en las que deberían implementarse, de manera urgente, planes y acciones dirigidas a su conservación, manejo sostenible y restauración, y otras donde pudieran realizarse a mediano y largo plazos. Producto de estos talleres, en 2010 se publicó el libro *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*, una de cuyas aporta-

ciones relevantes fue la delimitación de 13 regiones prioritarias para la conservación del BMM en México. Ambas actividades fueron financiadas por la Conabio y por Microsoft Research, ya que estaban inmersas en un programa piloto para Latinoamérica (participaron Costa Rica, Colombia y México), conocido como ARK 2010, cuyo principal objetivo fue identificar acciones prioritarias para la conservación y restauración de los bosques de niebla (Gual-Díaz, 2014).

MATERIALES Y METODOS

Construcción del SI-BMM

El SI-BMM se desarrolló como prototipo, basado en ejemplares reportados en literatura científica referente al BMM. Utilizando publicaciones disponibles en formato digital o impreso se siguió un procedimiento para manejar los datos y la información, controlar la toma de decisiones para el análisis y selección de la misma, y así poder utilizarla e incorporarla en la base de datos taxonómica-biogeográfica. También se siguió un procedimiento para el control de publicaciones en la base de datos de Referencias. La información editorial de publicaciones seleccionadas que contenían al menos: tipo de vegetación (BMM o algún ecotono con BMM), estado, localidad, sitio o coordenadas, y nombres (especie o infraespecie-forma, subespecie o variedad) fue incorporada al sistema de información Biótica 5.0, diseñado por la Conabio para el manejo de datos curatoriales, nomenclaturales, geográficos, bibliográficos y de parámetros ecológicos. Para la construcción de este sistema se siguió un riguroso protocolo de control de calidad en la entrada de la información (Gual-Díaz, 2014) (Figura 1). El producto final es un sistema de información sobre el conocimiento taxonómico-biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de México, el SI-BMM. Los componentes del Sistema son: Base de datos taxonómica-biogeográfica en el sistema Biótica 5.0; Instructivo para la conformación de bases de datos taxonómicas-biogeográficas compatibles con el SNIB; Protocolo de control de calidad de información; Procedimiento para sistematizar información en el SI-BMM; Base de datos de referencias en el sistema Reference Manager 12; Procedimiento para sistematizar información en el SI-BMM; Biblioteca de BMM; y Procedimiento para sistematizar información en el SI-BMM.



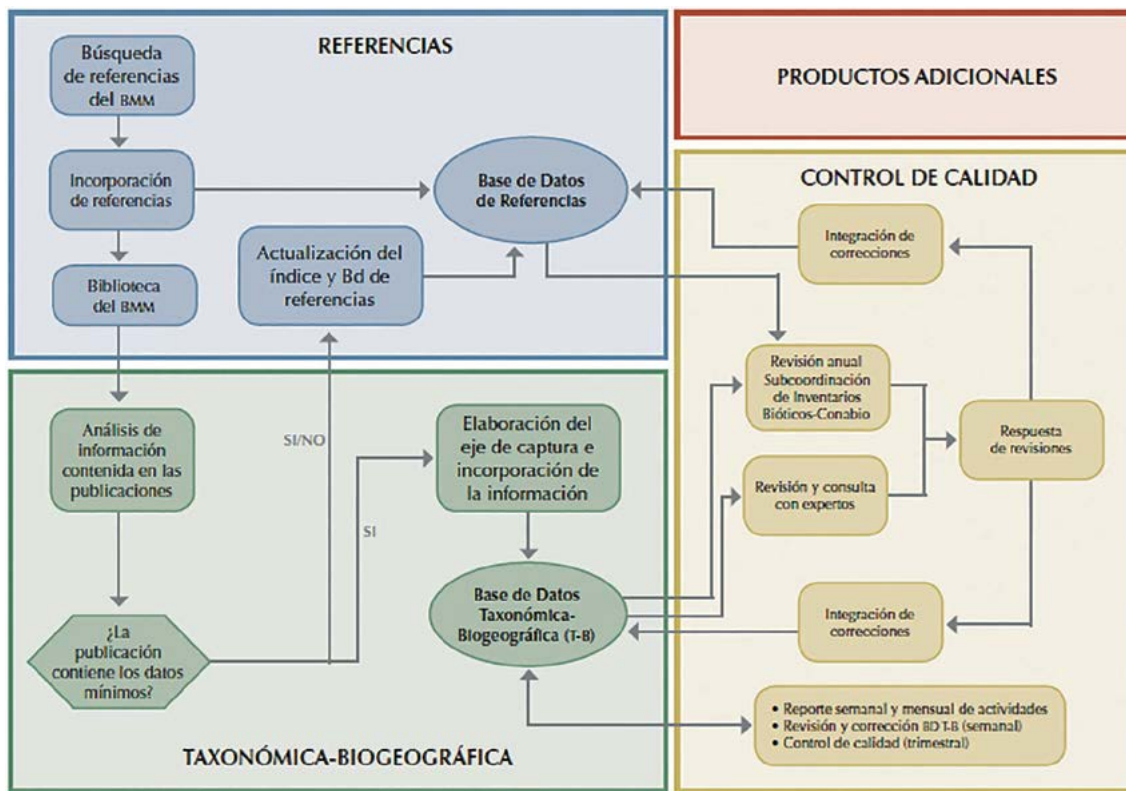


Figura 1. Método para la construcción del SI-BMM.

La búsqueda de referencias bibliográficas se realizó a través de Internet y en bibliotecas especializadas de universidades, instituciones y centros académicos mexicanos. Cada una de ellas se incorporó en el programa Reference Manager 12, un software diseñado para manejar bases de datos de referencias bibliográficas. Paralelamente a la conformación de esta base de datos, y producto de la obtención de las publicaciones impresas y digitales, se conformó la biblioteca del BMM de México (Gual-Díaz, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Base de datos de referencias bibliográficas. Cuenta con 3317 referencias (87% tiene disponible su publicación, ya sea en formato digital o impreso) sobre diversos temas y grupos de organismos estudiados en esta formación vegetal del país (no está restringido al grupo de plantas vasculares o vertebrados terrestres); incluye un pequeño porcentaje de referencias que correspon-

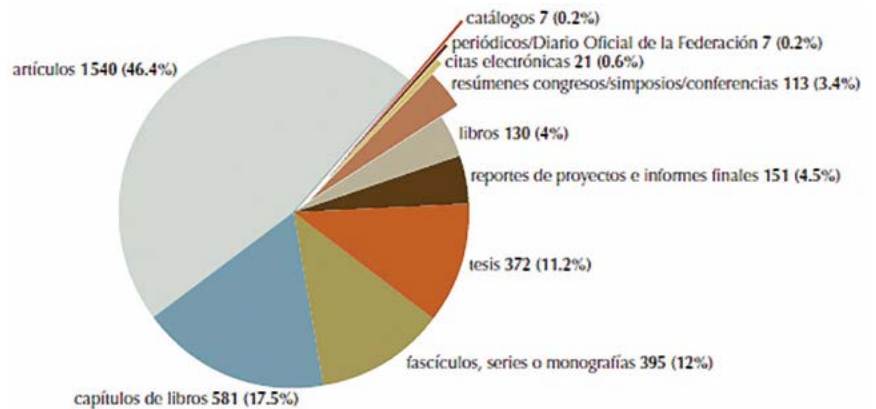


Figura 2. Tipo de publicaciones compiladas en la base de datos.

den a países centroamericanos, africanos y asiáticos (Gual-Díaz, 2014) (Figura 2).

Base de datos Taxonómica-Biogeográfica. Comprende un total de 7403 especies, de las cuales 1240 corresponden a vertebrados terrestres (anfibios, aves, mamíferos y reptiles) (Cuadro 1); y 6163 a plantas vasculares (plantas con flores, lycopodios y helechos) (Cuadro 2). Estas más de siete mil especies están representadas por un total de 46781 ejemplares, de los cuales 12626 corresponden a vertebrados terrestres (Cuadro 1) y 34 155 a plantas

Cuadro 1. Especies y ejemplares de vertebrados terrestres en el SI-BMM.

Clase	Especies	Ejemplares
Amphibia	183	1106
Aves	551	7192
Mammalia	257	2205
Reptilia	249	2123
Total	1240	12626

Cuadro 2. Especies y ejemplares de plantas vasculares en el SI-BMM.

División	Especies	Ejemplares
Lycopodiophyta	42	305
Magnoliophyta	5479	29391
Pinophyta	54	647
Polypodiophyta	588	3812
Total	6163	34155

vasculares (Cuadro 2). Como se indicó antes y de igual manera que la base de datos de Referencias, toda la información que la integra ha sido rigurosamente validada (Gual-Díaz, 2014).

Respecto a la información geográfica se tiene un total de 2136 sitios (coordenadas) y 1914 localidades de recolecta (las diferencias entre los totales de sitios y localidades se debe a la existencia de sitios tipo línea o polígonos), ubicados en 21 estados del país (Figura 3). Podría anexarse el estado de Tabasco pues, aunque no existen trabajos respecto a su riqueza florística o faunística, hay un pequeño fragmento de BMM en el municipio de Huimanguillo, de acuerdo con Almeida

(2008) y Castillo-Acosta (com. pers., 2012).

Usos potenciales del SI-BMM

Algunos de los beneficios de la construcción del SI-BMM son:

- Rescatar y aprovechar investigaciones publicadas en todo el país y que habían estado almacenadas durante años en las bibliotecas.
- Permitir a los tomadores de decisiones formular mejores políticas con base en mejor información relacionada con el manejo sustentable de los recursos.
- Proveer mejor documentación sobre las especies que se distribuyen en el BMM en México.
- Proporcionar acceso rápido y li-

bre a la información sistematizada para la construcción de soluciones.

- Mejorar la comunicación y colaboración global para la suma de esfuerzos.
- Facilitar nuevas comparaciones y asociaciones entre datos biológicos y de otros tipos.

El Sistema de Información del BMM de México proporciona información de calidad para ser analizada y convertida en conocimiento relevante para la toma de decisiones estratégicas; por ejemplo, para proyectos encaminados a la conservación y protección, restauración, aprovechamiento sustentable de los recursos, conocimiento de la diversidad biológica, conocimiento y análisis de su distribución en México y de sus afinidades biogeográficas, conocimiento tradicional, desarrollo de su legislación y regulación, educación ambiental, monitoreo de especies, elaboración de planes de desarrollo sustentable regional, identificación y categorización de especies amenazadas, evaluación de impactos del cambio climático, control de especies invasoras, evaluaciones de impacto ambiental, entre otros. Asimismo, responde a la necesidad de identificar vacíos de información, con lo cual se priorizará la generación de nuevos conocimientos. El SI-BMM aminora la dificultad existente para acceder, difundir y usar la información, con

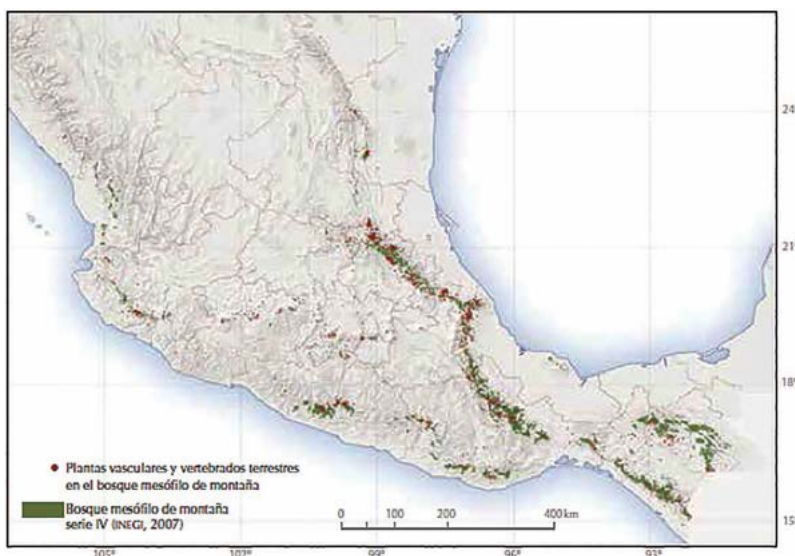


Figura 3. Sitios de recolecta de plantas vasculares y vertebrados terrestres en el BMM de México.



lo que puede fortalecer la capacidad de colaboración entre diferentes usuarios (Conabio, 2006).

CONCLUSIONES

El nivel de conocimiento que cada país tenga sobre su diversidad biológica resulta de gran valor para planificar el desarrollo y diseñar políticas compatibles con el uso sostenible y conservación de los recursos naturales. Por esta razón, es posible afirmar que el bienestar de una nación está asociado con el grado de conocimiento que tenga de los distintos componentes que integran la biodiversidad contenida en su territorio.

LITERATURA CITADA

- Almeida C. C. M. 2008. Distribución espacial de la comunidad de orquídeas epífitas en la selva alta perennifolia y bosque mesófilo de montaña, en el ejido Villa Guadalupe, Huimanguillo, Tabasco, México. Tesis licenciatura en Ecología. Universidad de Juárez Autónoma de Tabasco. 99 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 71 p.
- Gual-Díaz M. 2014. Sistema de información del bosque mesófilo de montaña en México: recopilación y sistematización de datos e información. En: Gual-Díaz, M. & Rendón-Correa, A. (Comps.). Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). México. 351 p.
- INEGI. 2007. Carta de uso de suelo y vegetación. Serie IV, escala 1: 250 000. México.



EL BOSQUE HÚMEDO DE MONTAÑA EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

MOUNTAIN HUMID FOREST IN THE STATE OF VERACRUZ, MÉXICO

Villaseñor, J.L.^{1*}; Ortiz, E.¹

¹Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado Postal 70-233. C. P. 04510 México, D. F. Tel. 5622-9120.

*Autor de correspondencia: vrios@ib.unam.mx

RESUMEN

Es importante definir conceptualmente los diferentes tipos de vegetación, sobre todo si se quiere conocer adecuadamente su riqueza florística; un caso particular es el Bosque de Niebla, comúnmente confundido u homologado con el Bosque Caducifolio o el Bosque Mesófilo de Montaña. Considerando a estos tres tipos de vegetación como parte de una unidad más inclusiva, llamada, Bioma Húmedo de Montaña (Bosque Húmedo de Montaña, BHM), es posible lograr el objetivo de conocer su riqueza, tema de este trabajo. Al combinar los datos recopilados para los tres tipos de vegetación reconocidos en el estado de Veracruz para este bioma, se identificó una riqueza de 4,922 especies nativas de plantas vasculares, repartidas en 1,406 géneros y 242 familias. Tales cifras ubican a Veracruz como el tercer estado con mayor riqueza florística en el BHM, solo inferior a Oaxaca y Chiapas. Se discuten detalles acerca de la distribución geográfica de esta riqueza en el estado, especialmente el endemismo y las especies restringidas al bioma.

Palabras clave: Bioma húmedo de montaña, endemismo, riqueza florística.

ABSTRACT

It is important to define conceptually the different types of vegetation, particularly if there is an interest in understanding adequately their floristic wealth; a particular case is the Cloud Forest, commonly confused with or made equivalent to the Deciduous Forest or the Mountain Mesophyll Forest. Considering these three types of vegetation as part of a more inclusive unit, called Mountain Humid Biome (Mountain Humid Forest, MHF), it is possible to achieve the objective of understanding its richness, subject of this study. When combining the data gathered for the three types of vegetation recognized in the state of Veracruz for this biome, a richness of 4,922 native species of vascular plants was identified, divided in 1,406 genera and 242 families. These figures place Veracruz as the third state with highest floristic richness in the MHF, only after Oaxaca and Chiapas. Details about the geographic distribution of this richness in the state are discussed, especially endemism and species restricted to the biome.

Keywords: mountain humid biome, endemism, floristic wealth.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp: 19-23.

Recibido: octubre, 2016. **Aceptado:** diciembre, 2016.

INTRODUCCIÓN

Aunque México tiene larga tradición en estudios de vegetación (Miranda y Hernández-X., 1963; Gómez-Pompa, 1965; Rzedowski, 1978; INEGI, 2007), es sorprendente que hasta la fecha se carezca de datos confiables de la riqueza florística de los diferentes tipos de vegetación reconocidos. Una posible explicación es la dificultad para identificar fisonómicamente y estructuralmente las diferentes comunidades vegetales y asignarlas adecuadamente en su tipo de vegetación respectivo. El Bosque de Niebla es uno de esos casos que todos reconocemos mentalmente, pero que en la práctica es difícil caracterizarlo y distinguirlo de otros que ocupan ambientes parecidos, tales como el Bosque Caducifolio, el Bosque de Liquidambar o el Bosque Mesófilo de Montaña, por mencionar unos cuantos. Prueba de ello es un ejercicio de revisión de unos 80666 registros de especímenes vegetales recolectados en el estado de Veracruz, México, resguardados en el Herbario Nacional (MEXU) del Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). De ellos, 49134 tienen reportado algún tipo de vegetación, correspondiendo 162 de ellos al Bosque de Niebla o Neblina, 3236 al Bosque Mesófilo de Montaña y 4123 al Bosque Caducifolio. Tales datos indican supuestamente que el Bosque de Neblina está pobremente representado en el estado de Veracruz, pero ¿cuánta de su extensión corresponde a registros que documenta los otros dos tipos de vegetación? Es difícil contestar esta pregunta cuando no están claros los límites entre los distintos tipos de vegetación. Por ejemplo, los intervalos altitudinales donde se ubican estos tres tipos de vegetación en Veracruz no ayudan a distinguir cuáles sitios corresponden claramente a uno y otro (Figura 1). Prácticamente el Bosque Caducifolio y el Bosque Mesófilo de Montaña ocupan el mismo intervalo altitudinal, con los registros del Bosque de Niebla ocupando un estrato altitudinal ligeramente superior, pero dentro de los límites de variación de los dos anteriores.

Diversos estudios plantean que el clima, el substrato y la diversidad florística se combinan para generar a gran

escala patrones complejos de comunidades vegetales llamados biomas o formaciones vegetales (Krebs, 1978; Gurevitch *et al.*, 2002). Los biomas son regiones biogeográficas que difieren entre sí por la estructura de su vegetación y en sus especies vegetales dominantes o características (Clements, 1916, citado en Gurevitch *et al.*, 2002). En la actualidad, el uso de este concepto nos ha permitido identificar más fácilmente la riqueza florística, al combinar rasgos de la vegetación con el clima o el substrato donde se establecen los distintos biomas (Villaseñor, 2010; López-Mata *et al.*, 2012; Villaseñor y Ortiz, 2014). A nivel mundial se reconocen alrededor de 18 o 19 biomas (Krebs, 1978; Gurevitch *et al.*, 2002; <http://worldwildlife.org/biomes>). A nivel nacional se han identificado cinco de ellos como los más importantes (Villaseñor y Ortiz, 2014). Cada bioma incluye diferentes tipos de vegetación (Villaseñor, 2010 para el caso particular del Bosque Húmedo de Montaña, o Villaseñor y Ortiz, 2014 para los otros cuatro biomas). El bioma reconocido como Bosque Húmedo de Montaña engloba los tres tipos de vegetación mencionados líneas atrás (Bosque Caducifolio, Bosque Mesófilo de Montaña y Bosque de Niebla), lo cual, al combinar los datos obtenidos de distintas fuentes, permite consensuar su información y llegar a conclusiones más acertadas que manejando cada una de esas comunidades vegetales por separado.

El Bosque Húmedo de Montaña en Veracruz

El bioma reconocido como Bosque Húmedo de Montaña (BHM) puede caracterizarse como aquel conjunto de comunidades vegetales, dominadas por árboles y encontradas en un intervalo altitudinal propio de regiones montañosas, preferentemente entre 1500 y 2500 m, que muestran estructura y composición florística adaptada a condiciones de mo-

derada a alta concentración de humedad, tanto en forma de precipitación como de neblina. La Figura 2 muestra la distribución conocida del bioma en el estado de Veracruz, obtenido combinando la información de los diferentes tipos de vegetación considerados por Villaseñor (2010) como sinónimos del BHM; para la generación del mapa se utilizó la cobertura registrada en el mapa

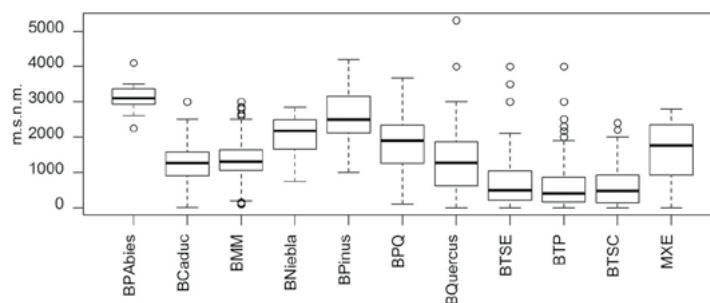


Figura 1. Variación en la altitud donde se encuentran algunos de los principales tipos de vegetación de Veracruz. Datos tomados de registros de especímenes de herbario depositados en el Herbario Nacional de México (MEXU).

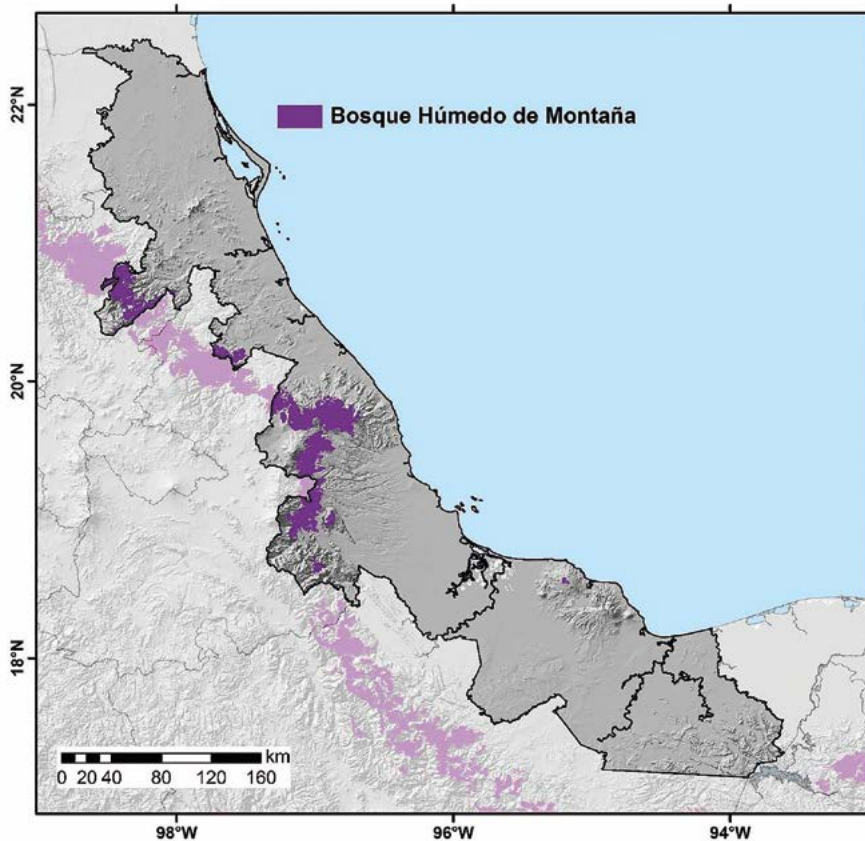


Figura 2. Distribución del Bosque Húmedo de Montaña en el estado de Veracruz, México.

1406 géneros y 242 familias. El Cuadro 1 presenta la distribución taxonómica de la riqueza de especies en los cuatro principales grupos de plantas vasculares reconocidos en diferentes propuestas de clasificación (helechos y plantas afines, Gimnospermas, Monocotiledóneas y Dicotiledóneas). La riqueza del BHM en Veracruz es de gran importancia, pues allí se registra 96% de las especies de helechos y plantas afines registradas en todo el BHM a nivel nacional (Villaseñor, 2010); 73% de las Gimnospermas; 68% de las Monocotiledóneas; y 62% de las Dicotiledóneas. De manera general, en el estado se documenta 72% de toda la diversidad vegetal nativa reportada por Villaseñor (2010) en el BHM de México. Las cifras discutidas para el estado no incluyen 311 especies exóticas (introducidas), muchas de ellas naturalizadas y formando ya parte del paisaje natural.

Principales formas de crecimiento en el Bosque Húmedo de Montaña de Veracruz

La diversidad en formas de crecimiento o biotipos es una peculiaridad de la notable riqueza florística de México (Rzedowski, 1978, 1991). Dichas formas de crecimiento se han usado como evidencia para caracterizar al BHM; por ejemplo, por su alta proporción de especies epífitas y de helechos y plantas afines, sobre todo helechos arborescentes. Mickel y Smith (2004) reportan la

de vegetación potencial de INEGI (2007). De esta manera, el territorio que ocupa el BHM en Veracruz es de 2850.4 km², que corresponde a 4% de la superficie total del estado. La generación del inventario florístico del BHM en Veracruz se llevó a cabo, por una parte, considerando los 7,821 registros de herbario depositados en el MEXU que, como se indicó anteriormente, reportan como tipos de vegetación alguno de los tres más importantes que forman parte del BHM mencionados previamente. Todos estos ejemplares están identificados hasta el rango de especie, por lo que posteriormente a su selección se revisó la información sobre la especie a que correspondía el espécimen para verificar que el nombre científico asignado coincidiera con la nomenclatura aceptada en el inventario del BHM a nivel nacional (Villaseñor, 2010).

Otra fuente de información fueron los diferentes inventarios florísticos realizados en sitios con BHM en Veracruz (Vargas, 1982; Nárave, 1985; Luna *et al.*, 1988; Martínez, 1988; Gutiérrez, 1993; Castillo, 2013).

El estudio de la información obtenida de las bases de datos e inventarios florísticos permitió generar el inventario florístico del BHM de Veracruz (Cuadro 1). A la fecha se registran 4922 especies nativas de plantas vasculares, distribuidas en

Cuadro 1. Riqueza de especies en el Bosque Húmedo de Montaña de Veracruz, México y su distribución por categoría taxonómica.

Grupo	Familias	Géneros	Especies
Helechos y plantas afines	37	108	507
Gimnospermas	5	11	38
Monocotiledóneas	32	286	988
Dicotiledóneas	168	1001	3389
Total	242	1406	4922

existencia de 15 especies de helechos arborescentes en México, todos ellos formando parte de la flora del BHM; sin embargo, 12 de ellas también se encuentran registradas en el bosque tropical húmedo (BTHU), siete en el bosque templado (BTEM) e inclusive dos se reportan del bosque estacionalmente seco (BTSE). Es importante determinar cuántas y cuáles de esas especies caracterizan realmente al BHM, pues únicamente las cifras, no ayudan a diferenciar los distintos biomas. Tal vez la diversidad de helechos (considerando todos sus biotipos) sea un rasgo importante para caracterizar al BHM. En Veracruz, el bioma registra 507 especies, en tanto que el BTHU solamente 365 especies, una cantidad equivalente a la registrada en el BTEM (324), pero superior al número conocido para el BTSE (133). De manera general, una evaluación de la proporción de los principales biotipos por bioma en Veracruz se presenta en el Cuadro 2, indicando similitud en la repartición de biotipos entre el BHM y el BTHU, lo que evidencia una vez más la difi-

cultad de caracterizar ambos biomas de manera clara, tomando en cuenta solamente la composición florística y algunos de sus atributos, como es la forma de crecimiento. Al parecer, en el BHM de Veracruz se reporta un porcentaje ligeramente mayor de hierbas trepadoras y bejucos, pero la proporción de epífitas prácticamente está balanceado entre ambos biomas. Las diferencias se observan en las proporciones de las hierbas y los árboles, predominando un mayor porcentaje de las primeras en el BHM y del segundo en el BTHU.

raceae), *Mollinedia orizabae* Perkins (Monimiaceae), *Palicourea perotensis* (Cast.-Campos) Borh. (Rubiaceae) o *Rubus alnifolius* Rydb. (Rosaceae). En total se tienen registradas unas 28 especies endémicas del estado de Veracruz y al parecer restringidas al BHM. La posición intermedia del BHM, ubicado principalmente entre los bosques tropicales de tierras bajas (BTHU, BTSE) y los bosques templados de las zonas montañosas (BTEM), ocasiona que muchas especies de los biomas característicos de esas regiones, que toleran los ambientes méxicos característicos del BHM, alcancen sus límites altitudinales en el bioma bajo estudio. De esta manera, cerca de 580 especies del BHM de Veracruz son compartidas entre el BHM y el BTEM, en tanto que 920 solamente se conocen creciendo en el BHM y el BTHU. Otro número importante de 490 especies, se indican como más tolerantes a variaciones climáticas, y se registran en todo el gradiente altitudinal, desde los bosques tropicales de tierras bajas hasta los templados, superando la franja de BHM.

Cuadro 2. Porcentaje de especies por forma de crecimiento registrada en los principales biomas del estado de Veracruz, México.

Forma de crecimiento	BHM	BTEM	BTHU	BTSE	MXE
Hierbas anuales o perennes	62.3	72.0	50.1	60.4	72.1
Arbustos	35.3	31.9	40.6	41.9	34.5
Árboles	29.8	19.2	39.1	28.5	14.8
Epífitas	15.1	8.6	14.6	5.3	1.9
Hierbas trepadoras o bejucos	10.5	7.2	15.7	15.7	5.6

Similitudes florísticas del BHM de Veracruz con otros estados con BHM

Poco más de 3000 especies (65.7%) registradas en el BHM de Veracruz se conocen solamente en uno o dos biomas adicionales. Utilizando para efectos de comparación a tales especies, al parecer menos generalistas

ambientalmente hablando, fue posible determinar los porcentajes de similitud entre los BHM de Veracruz y otros estados de México. Dicha comparación revela que el mayor porcentaje de especies compartidas es con Oaxaca (53.2%) y Chiapas (48.2%). Entre otros estados vecinos con Veracruz, el mayor porcentaje de especies compartidas se observó con Puebla (31.9%) e Hidalgo (29.6%), y porcentajes más bajos con San Luis Potosí (23.6 %) y Tamaulipas (15.4%). De hecho, con estados más alejados Veracruz comparte porcentajes más altos de especies, como por ejemplo Guerrero (27.5%), Jalisco (23.4%) o Querétaro (21.1%). Los porcentajes de especies compartidas entre Veracruz y otros estados del país revelan la particularidad de la flora del BHM, pues muchas de sus especies características (conocidas del bioma y/o biomas vecinos) son de distribución geográfica restringida. La rareza geográfica de la flora del BHM ya había sido documentada previamente por Rzedowski (1996) al considerar que alrededor de 2500 especies se conocen exclusiva o casi exclusivamente en este bioma ("Bosque

Mesófilo de Montaña”). Villaseñor (2010) reporta cifras ligeramente superiores con 2822 especies, además de que la mitad de ese elemento restringido tiene la peculiaridad de ser endémico de México. De manera particular, Veracruz contiene un alto porcentaje de dicho elemento restringido (Villaseñor, 2010), por lo que su papel en la conservación del bioma y de su biodiversidad debería ser una prioridad, especialmente por el impacto negativo que las actividades humanas le han causado desde hace mucho tiempo.

CONCLUSIONES

Es indudable que conceptualizar al Bosque de Neblina, Bosque Caducifolio o Bosque Mesófilo de Montaña como comunidades del bioma Bosque Húmedo de Montaña, ha facilitado la integración de un recuento de su riqueza florística. Manejar dichas comunidades por separado dificulta mucho cumplir con este objetivo de inventario, especialmente cuando la información no está claramente especificada, como lo testifican los registros de herbario o inclusive diversas publicaciones que manejan diferentes conceptos para una misma comunidad. La tarea de sintetizar la información del BHM revela que, después de Chiapas y Oaxaca, Veracruz es el estado con mayor riqueza de especies del bioma, incluyendo un importante número de especies restringidas y endémicas, inclusive algunas solamente conocidas del estado. La información recopilada de esta manera permitirá ahora, y en un futuro cercano, caracterizar a las diferentes comunidades vegetales que lo constituyen, por ejemplo el Bosque de Neblina o Caducifolio, determinar los rasgos ambientales que los distinguen, así como los componentes bióticos representativos de cada uno de ellos.

AGRADECIMIENTOS

Algunos colegas han colaborado en el proyecto orientado a determinar la distribución y riqueza del Bosque Húmedo de Montaña en México, por lo que expresamos nuestro reconocimiento: Joselin Cadena, Gustavo Cruz, Lauro López-Mata, Guadalupe Segura, entre otros. La CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) y el Instituto de Biología, UNAM, han proporcionado recursos, tanto económicos como logísticos, para el desarrollo de este proyecto.

LITERATURA CITADA

- Castillo H. L. A. 2013. Inventario florístico del bosque mesófilo de montaña de la Reserva Bicentenario, Zongolica, Veracruz. Tesis, Biólogo. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Gómez-Pompa A. 1965. La vegetación de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 29: 76-120.
- Gurevitch J., Scheiner S.M., Fox G. A. 2002. The ecology of plants. Sinauer. Sunderland, Massachusetts.
- Gutiérrez B. C. 1993. Listado florístico de la Sierra de Chiconquiaco, Ver. Textos Universitarios. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2007. Carta de uso de suelo y Vegetación, Serie IV. Escala 1:250,000. México.
- Krebs C.J. 1978. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. Second Edition. Harper & Row. New York.
- López-Mata L., Villaseñor J.L., Cruz-Cárdenas G., Ortiz E., Ortiz-Solorio C. 2012. Predictores ambientales de la riqueza de especies de plantas del bosque húmedo de montaña de México. Botanical Sciences 90: 27-36.
- Luna I., Almeida L., Villers L., Lorenzo L. 1988. Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de Teocelo, Veracruz. Boletín de la Sociedad Botánica de México 48: 35-63.
- Martínez P.J.L. 1988. La vegetación de la zona noreste del Pico de Orizaba, Veracruz, México. Tesis, Biólogo. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz.
- Mickel J.T., Smith A.R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Memoirs of The New York Botanical Garden 88. The New York Botanical Garden, Bronx, New York, USA.
- Miranda F., Hernández-X.E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28: 29-179.
- Nárave F.H. 1985. La vegetación del Cofre de Perote, Veracruz, México. Biótica 10: 35-64.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México.
- Rzedowski J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botanica Mexicana 14: 3-21.
- Rzedowski J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. Acta Botanica Mexicana 35: 25-44.
- Vargas A.Y. A. 1982. Análisis florístico y fitogeográfico de un bosque mesófilo de montaña en Huayacocotla, Veracruz. Tesis, Biólogo. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- 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.
- Villaseñor J.L., Ortiz E. 2014. Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad S85: S134-S142.
- Zolá M.G. 1987. La vegetación de Xalapa, Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz.

MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL BOSQUE HÚMEDO DE MONTAÑA EN MÉXICO

MODELLING THE POTENTIAL DISTRIBUTION OF THE MOUNTAIN HUMID FOREST IN MÉXICO

Ortiz, E.^{1*}; Villaseñor, J.L.¹

¹Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado Postal 70-233. C.P. 04510 México, D. F. Tel. 5622-9120.

*Autor de correspondencia: eortiz@ib.unam.mx

RESUMEN

Se evalúan las diferentes denominaciones del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) comparándolas con el concepto de Bosque Húmedo de Montaña (BHM) como un bioma. Esta evaluación se hace tanto en el espacio geográfico como en el ambiental. Las comparaciones se hacen con un modelo de distribución potencial del BHM e información proveniente de ejemplares de herbario para el estado de Veracruz, México y con mapas de vegetación del BMM. Se evalúa el impacto del cambio climático mediante la modelación de la distribución potencial de dos especies endémicas de ese bioma. El BHM abarca, geográfica y ambientalmente a las denominaciones del BMM. El cambio climático podría afectar de manera radical al BHM, pues las dos especies endémicas modeladas podrían perder más del 95% de su superficie.

Palabras clave: Bosque mesófilo de montaña, Bioma, Veracruz, México.

ABSTRACT

The different names for Mountain Mesophyll Forest (MMF) are evaluated, comparing them to the concept of Mountain Humid Forest (MHF) as a biome. This evaluation is made both in the geographic space and in the environmental one. The comparisons are made with a model of potential distribution of the MHF and information from specimens in the plant collection for the state of Veracruz, México, and with vegetation maps of the MMF. The impact of climate change is evaluated through modelling of the potential distribution of two endemic species of this biome. The MHF covers, geographically and environmentally, the MMF names. Climate change could affect in a radical way the MHF, since the two endemic species modelled could lose more than 95 % of their surface.

Keywords: mountain mesophyll forest, biome, Veracruz, México.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp: 24-28.

Recibido: octubre, 2016. **Aceptado:** diciembre, 2016.

INTRODUCCIÓN

Comprender cómo y por qué las especies se distribuyen en el espacio es un principio central de la investigación biogeográfica y ecológica. Los modelos de distribución potencial permiten cuantificar la correlación entre los factores ambientales y la distribución de las especies. El perfil ambiental que se obtiene de los organismos se puede emplear para describir y medir la importancia de los factores ambientales específicos y predecir la distribución de las especies a través de áreas no muestreadas, así como para examinar los cambios ambientales y sus consecuencias ecológicas (Franklin, 2010; Peterson *et al.*, 2011). Con toda probabilidad, el modelado de la distribución potencial es actualmente el método más adecuado que existe para estimar la distribución geográfica real y potencial de las especies (Guisan y Thuiller, 2005); sin embargo, uno de los retos de este método implica el modelado de comunidades (Baselga y Araújo, 2009; Steinmann *et al.*, 2009; Madon *et al.*, 2013; Clark *et al.*, 2014; Henderson *et al.*, 2014). Bajo esta óptica, Cruz-Cárdenas *et al.* (2012) modelaron la distribución potencial del Bosque Húmedo de Montaña en México (Villaseñor, 2010), empleando 78 especies restringidas a este bioma y 56 variables ambientales. El resultado de ese estudio fue un polígono que delimitaba la distribución del Bosque Húmedo de Montaña (BHM) con una superficie de 7% del territorio nacional; la modelación de la distribución potencial de este bioma continúa en evaluación (Villaseñor *et al.*, 2015) y la presente contribución tiene el objetivo de valorar la precisión del modelo del BHM para el estado de Veracruz, México, contrastado con datos de herbario y cartográficos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr esta evaluación se hizo una búsqueda de los registros depositados en el Herbario Nacional de México, a través del portal de la UNIBIO (<http://unibio.unam.mx/>), correspondientes a los tipos de vegetación asociados al Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) para el estado de Veracruz. De los registros obtenidos fueron seleccionados aquellos que tuvieran coordenadas geográficas, con el propósito de poder emplearlos en un sistema de información geográfica (SIG). El modelo del BHM fue convertido a puntos equidistantes 1 km; para estos puntos y los registros de herbario georreferenciados, se extrajeron los datos de altitud (Hijmans *et al.*, 2005) y de promedio de días de niebla. El mapa de niebla fue creado por los autores, empleando la base de datos ERIC III versión 3.2 (IMTA, 2013) e interpolando los datos

de las estaciones a través del método 'Inverso de la distancia ponderada' (*IDW* por sus siglas en inglés) (Watson y Philip, 1985). Con los datos de altitud y promedio de días de niebla se realizó un gráfico de dispersión con el propósito de evaluar la superposición, en un espacio ambiental, del BHM y los tipos de vegetación asociados al BMM. Por otro lado, el modelo del BHM se comparó con los polígonos del BMM, de los mapas de Vegetación Potencial (Rzedowski, 1990) y Vegetación, Serie IV (INEGI, 2009), mediante el estadístico Kappa (Fielding y Bell, 1997) para estimar la capacidad predictora del modelo. Finalmente, se modeló la distribución potencial de dos especies de encinos (*Quercus hirtifolia* M.L. Vázquez, S. Valencia & Nixon y *Q. pinnativenuosa* C.H. Müll.) endémicos del BHM en la Sierra Madre Oriental y se evaluó el impacto del cambio climático para 2050 y 2080. Se empleó el programa Maxent y los registros de presencia de las especies se dividieron en 75% para entrenar el modelo y 25% para validarlo, además de las 19 variables bioclimáticas de WorldClim (Hijmans *et al.*, 2005). El algoritmo se calibró para la Sierra Madre Oriental, en tanto que para la proyección a futuro se empleó el modelo de circulación general NIES 99, bajo un escenario severo (A2A), el cual estima una gran emisión de contaminantes a la atmósfera, un rápido incremento de la temperatura global y una acelerada tasa de crecimiento poblacional (IPCC, 2000). Los modelos de Maxent resultantes fueron convertidos a mapas de presencia/ausencia, empleando el umbral Maximum training sensitivity plus specificity (Liu *et al.*, 2013).

RESULTADOS

La búsqueda de información relativa al BMM en Veracruz y presente en la base de datos de la UNIBIO generó 18 denominaciones diferentes. Estas denominaciones incluyeron 7696 registros, de los cuales 3881 poseían coordenadas geográficas. La Figura 1 muestra la distribución geográfica de esos sitios, junto con el modelo del BHM. Los sitios duplicados fueron eliminados, quedando información disponible para emplear en el SIG solo para 12 de esos tipos de vegetación. La distribución de las diferentes denominaciones del BMM coincidió fielmente con la distribución geográfica del BHM. Los datos de altitud y promedio de días de niebla para estos 844 sitios únicos, junto con los de 11912 puntos del BHM, se muestran en el gráfico de dispersión de la Figura 2. Es destacable que, además de la coincidencia en un espacio geográfico de los sitios, mostrada en la Figura 1, el BHM abarca el espacio ambiental de las diferentes denominaciones del BMM en Veracruz.

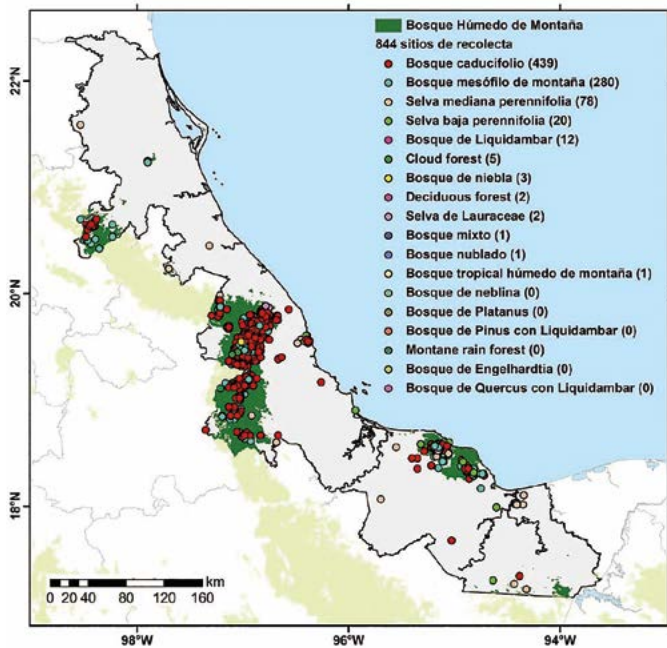


Figura 1. Distribución geográfica de los tipos de vegetación asociados al Bosque Mesófilo de Montaña en Veracruz, México. Se indica el número de sitios, además del modelo de distribución potencial del Bosque Húmedo de Montaña.

La superficie del BHM en el estado de Veracruz es de 9626.2 km², en tanto que la del BMM de Rzedowski (1990) es 3993.4 km² y del BMM de INEGI (2009), de 2850.4 km²; la Figura 3 muestra su distribución en Veracruz. El análisis de superposición del modelo del BHM con respecto a las dos propuestas de BMM mostró alta concordancia. De los 11912 puntos del BHM empleados en el estadístico Kappa, la precisión de clasificar el BMM como BHM fue elevada (90%), y la tasa de clasificación errónea de un sitio de BMM como no perteneciente al

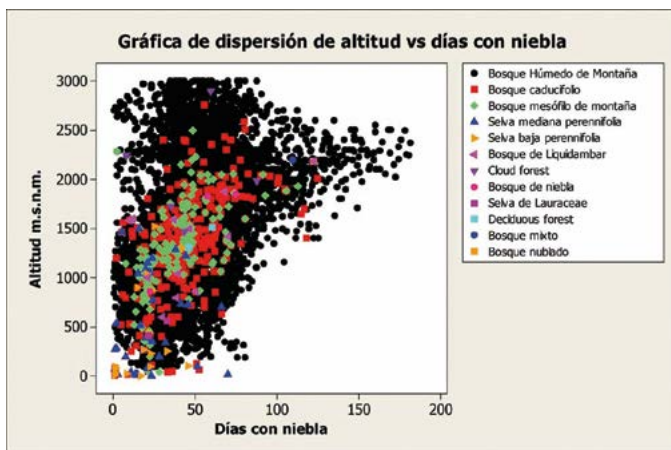


Figura 2. Dispersión de altitud contra promedio de días de niebla, para los tipos de vegetación asociados al Bosque Mesófilo de Montaña, contrastados con el Bosque Húmedo de Montaña.

BHM fue baja (10%) (Cuadro 1). Según INEGI (2009), se obtuvieron resultados similares en la comparación del BMM con una precisión de 89% en la correcta asignación de los sitios de BMM como pertenecientes al BHM y una tasa de clasificación errónea de 11%. Estos valores hacen que la sensibilidad (capacidad de predecir correctamente las presencias verdaderas) y la especificidad (capacidad de predecir correctamente las ausencias verdaderas) sean altas también.

La modelación de la distribución potencial de las dos especies de encino (*Quercus hirtifolia* y *Q. pinnativenulosa*) en el tiempo presente muestra una superposición muy parecida al BHM (Figura 4 a-b), en tanto que la distribución potencial bajo escenarios de cambio climático mostraron reducciones en su superficie, permaneciendo de 16% a 36% para 2050 y de 2.8% a 3.5% de la superficie actual para 2080. Otros estudios revelan también un impacto negativo sobre las comunidades montañas (Rojas-Soto *et al.*, 2009; Ponce-Reyes *et al.*, 2012; Estrada-Contreras *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

La comparación del modelo de distribución potencial del Bosque Húmedo de Montaña (BHM) con las diferentes denominaciones del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) en el estado de Veracruz mostró que

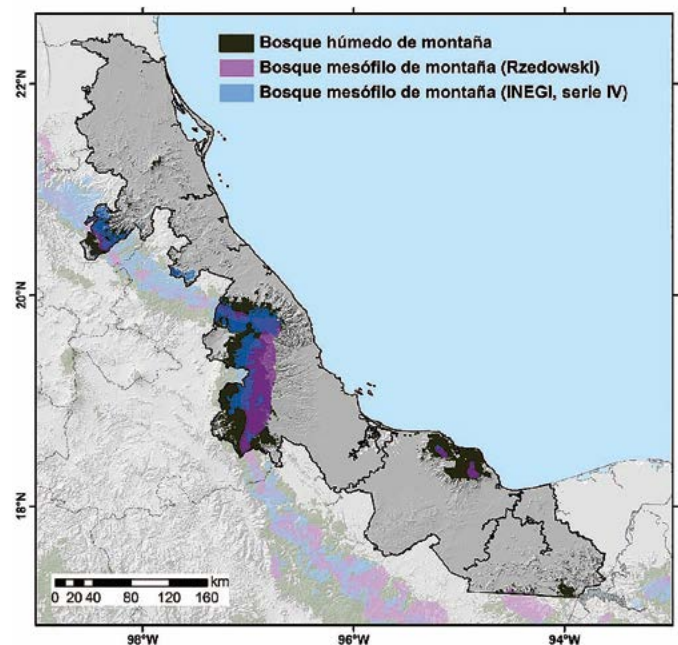


Figura 3. Distribución en el estado de Veracruz, México, del Bosque Húmedo de Montaña (Cruz-Cárdenas *et al.*, 2012), el Bosque Mesófilo de Montaña *sensu* Rzedowski (1990) y el Bosque Mesófilo de Montaña *sensu* INEGI (2009).

Cuadro 1. Resultado del análisis mediante el estadístico Kappa, del Bosque Húmedo de Montaña comparado con el Bosque Mesófilo de Montaña *sensu* Rzedowski (1990) e INEGI (2009).

Bosque Húmedo de Montaña	Precisión	Tasa de clasificación errónea	Sensibilidad	Especificidad
Bosque Mesófilo de Montaña (Rzedowski, 1990)	0.90	0.1	0.90	0.90
Bosque Mesófilo de Montaña (INEGI, 2009)	0.89	0.11	0.89	0.89

el BHM es un concepto útil para la caracterización uniforme de estas comunidades vegetales. El empleo del modelo del BHM permitirá hacer inferencias generales que no se podrían hacer con una variedad de términos relativos al BMM. Una de esas inferencias generales que se pueden hacer es prever los cambios en la distribución y, por ende, en la conservación del BHM ante el cambio climático.

AGRADECIMIENTOS

Algunos colegas han colaborado en el proyecto orientado a determinar la distribución y riqueza del Bosque Húmedo de Montaña en México, por lo que expresamos nuestro reconocimiento: Joselin Cadena, Gustavo Cruz-Cárdenas, Lauro López-Mata, Guadalupe Segura, Susana Valencia, entre otros. A través del Proyecto JM013, la CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) y el Instituto de Biología, UNAM, han proporcionado recursos tanto económicos como logísticos para el desarrollo de este proyecto.

LITERATURA CITADA

Baselga A., Araújo M.B. 2009. Individualistic vs community modelling of species distribution under climatic change. *Ecography* 32: 55-65

Clark J.S., Gelfand A.E., Woodall Ch.W., Zhu K. 2014. More than the sum of the parts: forest climate response from joint species distribution models. *Ecological Applications* 24: 990-999.

Cruz-Cárdenas G., Villaseñor J.L., López-Mata L., Ortiz E. 2012. Potential distribution of humid mountain forest in Mexico. *Botanical Sciences* 90: 331-340.

Estrada-Contreras I., Equihua M., Castillo-Campos G., Rojas-Soto O. 2015. Climate change and effects on vegetation in Veracruz, Mexico: an approach using ecological niche modelling. *Acta Botanica Mexicana* 112: 73-93.

Fielding A.H., Bell J. F. 1997. A review of methods for the assessment of predictive errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation* 24: 38-49.

Franklin J. 2010. *Mapping species distributions: spatial inference and prediction*. Cambridge: Cambridge University Press.

Guisan A., Thuiller W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8: 993-1009.

Henderson E.B., Ohmann J.L., Gregory M.J., Roberts H.M., Zald H. 2014. Species distribution modelling for plant communities: stacked single species or multivariate modelling approaches? *Applied Vegetation Science* 17: 516-527.

Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.

IMTA. 2013. ERIC III versión 3.2. Extractor Rápido de Información Climatológica. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos, México.

INEGI. 2009. *Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie IV, escala: 1:250 000*. Dirección General de Geografía. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Aguascalientes, Aguascalientes., México.

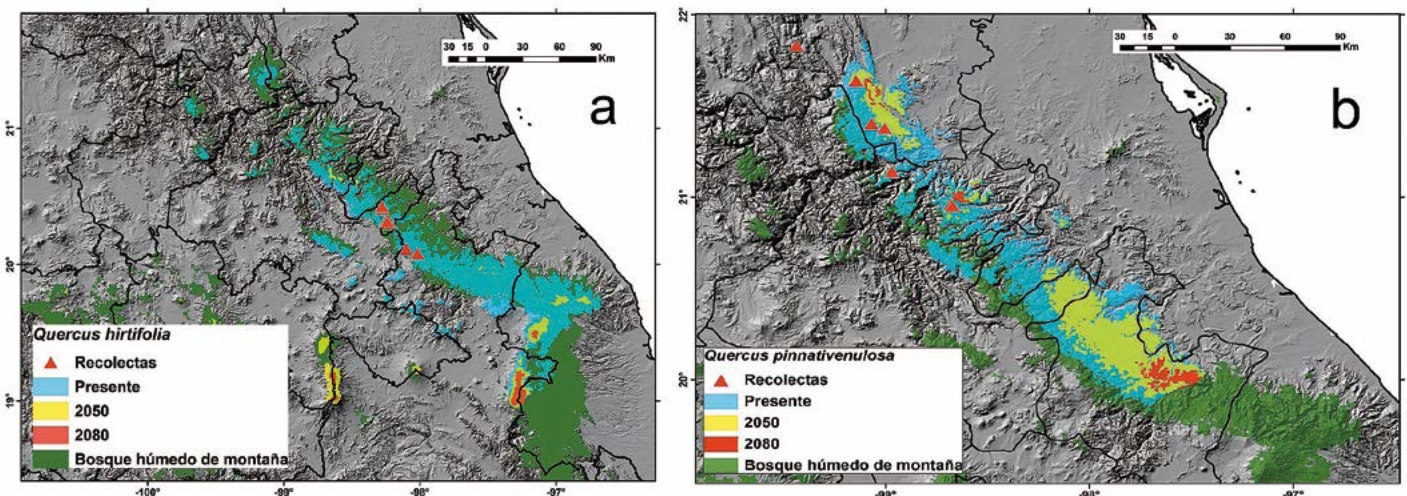


Figura 4. Distribución potencial bajo escenarios de cambio climático de: a) *Quercus hirtifolia* y b) *Quercus pinnatifidulosa*.

- IPCC 2000. *Intergovernmental Panel of Climate Change. Emission scenarios*. IPCC Special report. IPCC, Geneva, Switzerland.
- Liu C., White M., Newell G. 2013. Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. *Journal of Biogeography* 40: 778-789.
- Madon B., Warton D.I., Araujo M.B. 2013. Community-level vs species-specific approaches to model selection. *Ecography* 36: 1291-1298.
- Peterson A.T., Soberón J., Pearson R.G., Anderson R.P., Martínez-Meyer E., Nakamura M., Araujo M.B. 2011. *Ecological Niches and Geographic Distributions*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.
- Phillips S., Anderson R., Schapire R. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- Phillips S.J., Dudik M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31: 161-175.
- Ponce-Reyes R., Reynoso-Rosales V.H., Watson J.E.M., VanDerWal J., Fuller R.A., Pressey R.L., Possingham H.P. 2012. Vulnerability of cloud forest reserves in Mexico to climate change. *Nature Climate Change* 2: 448-452.
- Rojas-Soto O.R., Sosa V., Ornelas J.F. 2012. Forecasting cloud forest in eastern and southern Mexico: conservation insights under future climate change scenarios. *Biodiversity and Conservation* 21: 2671-2690.
- Rzedowski J. 1990. *Vegetación Potencial. IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4000000*. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Steinmann K., Linder H.P., Zimmermann N.E. 2009. Modelling plant species richness using functional groups. *Ecological Modelling* 220: 962-967.
- 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.
- Villaseñor J.L., López-Mata L., Cruz-Cárdenas G., Ortiz E., Cadena-Rodríguez J. 2015. *Modelación de la riqueza y distribución potencial del bosque húmedo de montaña*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. JM013. México D. F.
- Watson D.F., Philip G.M. 1985. A Refinement of Inverse Distance Weighted Interpolation. *Geoprocessing* 2: 315-327.



RESTAURACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA CON UN ENFOQUE DE PAISAJE

CLOUD FOREST RESTORATION WITH A LANDSCAPE APPROACH

López-Barrera, F.^{1*}; Bonilla-Moheno, M.²; Toledo-Aceves, T.¹

¹Red de Ecología Funcional. Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), Carretera Antigua a Coatepec No. 351, El Haya, Xalapa, Veracruz 91070, México. Instituto de Ecología, A.C. (fabiola.lopez@inecol.mx y tarin.toledo@inecol.mx). ²Red de Ambiente y Sustentabilidad. Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), Carretera Antigua a Coatepec No. 351, El Haya, Xalapa, Veracruz 91070, México (martha.bonilla@inecol.mx).

*Autor de correspondencia: fabiola.lopez@inecol.mx

RESUMEN

Ante la degradación, fragmentación y pérdida de los bosques a nivel global, existe la meta de la comunidad internacional de restaurar 150 millones de hectáreas de tierras degradadas y deforestadas para el año 2020. México ha manifestado su compromiso de iniciar la restauración en 8.5 millones de hectáreas para el año 2020, lo que supone enormes esfuerzos económicos, sociales y científicos. En este documento se presenta una síntesis del concepto de restauración y de las técnicas utilizadas particularmente en la restauración del bosque de niebla, un ecosistema altamente fragmentado y de restringida distribución. Se discuten las estrategias de la restauración ecológica considerando las particularidades de los paisajes del bosque de niebla y los retos para establecer prácticas viables que promuevan la mayor fidelidad ecológica. La meta final será crear mosaicos forestales con integridad ecológica y socialmente viables.

Palabras clave: Bosque mesófilo de montaña, degradación forestal, mosaicos forestales.

ABSTRACT

In the face of global degradation and fragmentation and loss of forests, the goal of restoring 150 million ha of degraded and deforested land by the year 2020 has been established. Mexico has committed to undertake the restoration of 8.5 million ha for completion by 2020, a target that will require an enormous economic, social and scientific effort. This article is a short summary of the restoration concept and the particular techniques utilized in cloud forest restoration. Cloud forest is a highly fragmented ecosystem of very restricted distribution. Strategies for ecological restoration are discussed, considering the particular characteristics of cloud forest landscapes and the challenges of establishing viable practices in order to promote greater ecological fidelity. The ultimate goal is to create forest mosaics featuring both ecological integrity and social viability.

Keywords: Cloud forest, forest degradation, forest mosaics.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp. 29-36.

Recibido: octubre, 2016. **Aceptado:** diciembre, 2016.

INTRODUCCIÓN

¿Qué es la restauración ecológica de bosques?

Se ha estimado que entre 2000

y 2012 el mundo ha perdido cada día el equivalente a 68000 campos de fútbol en todo tipo de ecosistemas forestales (50 campos de fútbol por minuto; Hansen et al., 2013). Ante los efectos negativos en cascada que produce la pérdida de bosques nativos, han surgido políticas de reforestación internacionales, nacionales y regionales, y como consecuencia de ello, la superficie de bosques plantados aumenta y actualmente representa 7% (264 millones de ha) del área total de cobertura forestal a nivel mundial (FAO, 2010). Si bien las estadísticas pueden ser alentadoras, la realidad es que la reforestación no es sinónimo de restauración. Sin planeación, seguimiento y el establecimiento de técnicas complementarias, la reforestación no asegurará la recuperación integral de los ecosistemas boscosos. Por ello, la restauración ecológica ha surgido como un proceso más integral y se ha definido como el proceso de “ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido” (Society for Ecological Restoration, 2004). La restauración se ha convertido en una actividad urgente en la mayoría de los ecosistemas forestales; a nivel mundial existe la meta de restaurar 150 millones de hectáreas de tierras degradadas y deforestadas para el año 2020 (Bonn Challenge). La meta general de la restauración consiste en recuperar procesos ecológicos que permitan a los ecosistemas ser resistentes y autosuficientes, con la mayor fidelidad ecológica en cuanto a su estructura (fisonomía, tamaño de los individuos, estratos de vegetación entre otros), función (productividad, flujo de energía, captura de carbono, ciclos de nutrientes) y diversidad (composición de especies). Sin embargo, la meta particular depende de varios factores, tales como el estado de degradación del sitio, así como la magnitud, frecuencia, duración y tipo de factores que han dañado o destruido el ecosistema. Todos estos factores determinan qué tan realista es establecer como meta el regresar un ecosistema a las condiciones previas a la perturbación. Esto también define los conceptos alternos a la restauración, tales como la rehabilitación, creación y reemplazo. La Figura 1, muestra el esquema llamado “escalera de la restauración” donde se ordenan los conceptos respecto a gradientes de deterioro del sitio al iniciar el proyecto, gradientes de

recuperación de la biodiversidad, servicios del ecosistema, tiempo y costos que lleva realizar cada proceso (Modificado de Chazdon, 2008).

Restauración ecológica del bosque de niebla

Las experiencias tanto de estudios como de prácticas de restauración del bosque de niebla han aumentado considerablemente en las últimas décadas. En una revisión sobre trabajos del bosque de niebla en México, Williams-Linera (2015) documentó que de 138 artículos publicados en los últimos 20 años, 13% correspondieron a estudios de restauración, principalmente realizados en el estado de Veracruz y publicados en los últimos 10 años. En general, podemos dividir las técnicas de restauración contemporáneas en dos grandes rubros: **restauración pasiva y restauración activa**. El primero es un tanto inapropiado, pues este proceso es activo ya

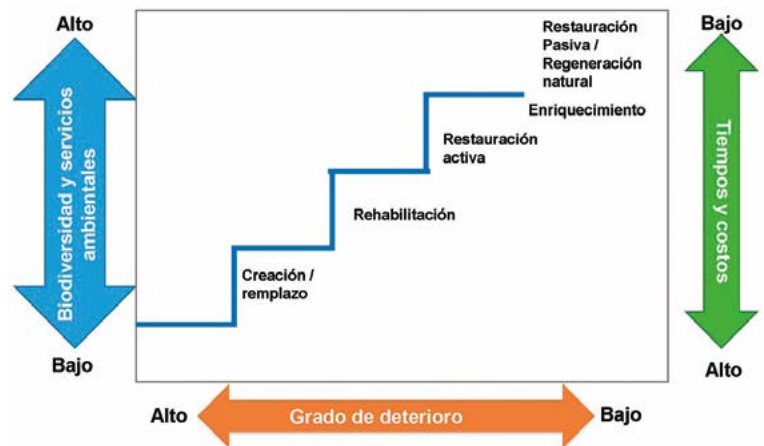


Figura 1. Esquema llamado “la escalera de la restauración”. Modificado de Chazdon (2008).

que se basa en la protección del sitio contra los principales factores de estrés o alteración y en permitir que ocurran los procesos de sucesión y colonización natural; en la mayoría de los casos, contemplan un plan de monitoreo de la trayectoria de recuperación. En el caso de los ecosistemas boscosos, la regeneración natural o restauración pasiva se da al excluir la perturbación o disturbio de los sitios para protegerlos (i.e. cercas que excluyen al ganado) o abandonarlos (se saca completamente el ganado dentro del sitio y de los alrededores y se abandona). En el bosque de niebla los estudios sobre regeneración natural o sucesión secundaria después del disturbio son la base para la restauración pasiva (Santiago-Pérez y Jardel 1993; González-Espinosa et al., 2006; Muñoz et al., 2012), y existen estudios en marcha comparando la eficiencia de esta última contra la

restauración activa (Williams-Linera *et al.*, 2015; López-Barrera *et al.*, 2016). Un ejemplo de estas prácticas se encuentra en la servidumbre ecológica Las Cañadas, en Huatusco, Veracruz. En 1995 se excluyó al ganado en 101 ha, permitiendo su regeneración natural (Figura 2), y en otras 60 ha se sembraron árboles de especies nativas y se realizaron limpiezas para reducir la competencia con pastos. Actualmente está en marcha una evaluación de la eficiencia de ambas prácticas en la recuperación del bosque de niebla (Trujillo-Miranda *en prep.*). En cuanto a la "restauración activa" existe una gran diversidad de técnicas, como las plantaciones mixtas en sitios abiertos, la eliminación de especies exóticas, el enriquecimiento de bosques secundarios o de plantaciones, el establecimiento de plantaciones mixtas en sitios abiertos, la nucleación, translocación de suelos, establecimiento de perchas para atraer dispersores, creación de refugios de fauna para atraer biodiversidad, y siembra directa dentro de bosques secundarios o en sitios abiertos, entre otras. La elección de la técnica dependerá de la meta buscada. A continuación se mencionan las que se han probado o recientemente implementado en el bosque de niebla.

Plantaciones mixtas de especies nativas

La plantación de especies nativas es la técnica más comúnmente probada. Algunos estudios han evaluado plantaciones de una sola especie con importancia para la conservación (Montes-Hernández y López-Barrera 2013), otras, dos especies (Ortega-Pieck *et al.*, 2011), la mayoría entre tres y cinco especies (Pedraza y Williams-Linera 2003; Aquino *et al.*, 2004; Williams-Linera *et al.*, 2015), y pocos son los estudios que abordan mayor diversidad en una sola plantación (Quintana-Ascencio *et al.*, 2004; Ramírez-Marcial *et al.*, 2006; varios estudios en proceso en el centro de Veracruz). En su conjunto, estos estudios han proporcionado valiosa información acerca de la importancia del efecto del micro-sitio en la supervivencia y el crecimiento diferencial de las especies nativas. Estos, han identificado un conjunto de géneros y especies con potencial para restaurar sitios totalmente expuestos (p.ej. *Alnus acuminata*, *Carpinus caroliniana*, *Clethra* spp., *Liquidambar* spp, *Trema micrantha*, *Dendropanax arboreus*, *Meliosma dentata*, *Platanus mexicana*, *Quercus* spp). Es de resaltar la práctica de restauración llevada a cabo en un área privada de conservación del bosque de niebla de los Tuxtlas, utilizando 55 especies



Figura 2. Restauración pasiva del bosque de Niebla en el centro de Veracruz. Fuente: Servidumbre ecológica "Las Cañadas", Huatusco, Veracruz, México. www.bosquedeniebla.com.mx

nativas en un área de 83 ha (<http://laotraopcion.com/reforestacion.html>). Actualmente en dicha área se evalúa el éxito de la restauración, utilizando a los anfibios como grupo indicador del avance de la recuperación (Díaz-García, 2016).

Eliminación de especies exóticas

La velocidad y la trayectoria de recuperación de un bosque, están determinadas por factores relacionados con la historia de uso del suelo, la vegetación inicial y matriz del paisaje en que se encuentran inmersos los sitios (López-Barrera *et al.*, 2016). En etapas tempranas de la sucesión, algunas especies de pastos, arbustos y helechos pueden inhibir la regeneración arbórea y competir con plántulas y juveniles tanto por luz como por agua y nutrientes. En algunos casos la restauración puede consistir en la extracción única o periódica de estas especies para favorecer a otras, y reactivar el proceso sucesional. En paisajes de bosques de niebla se ha identificado a las especies exóticas *Pteridium arachnoideum* (helecho) y *Cynodon plectostachyus* (pasto) como barreras para la regeneración de las especies leñosas, por lo que se han establecido distintas estrategias para reducir su dominancia (Ortega-Pieck *et al.*, 2011; Aguilar-Dorantes *et al.*, 2014; Muñiz-Castro *et al.*, 2015).

Enriquecimiento en bosques secundarios y bajo plantaciones

No todos los bosques secundarios tienen altos niveles de biodiversidad; en muchos de ellos el constante disturbio o la extracción selectiva ha provocado la pérdida de especies. En estos casos, la introducción de especies claves puede ser muy útil, de alto valor de con-

servación (Figura 3), y beneficiosos para los dueños de los bosques, para ayudar a los procesos de regeneración natural, sin la eliminación de los individuos valiosos ya presentes en el bosque. En bosques de niebla secundarios donde se han introducido especies arbóreas han presentado mayor supervivencia bajo el dosel que en zonas abiertas (Álvarez-Aquino *et al.*, 2004, Quintana-Ascencio *et al.*, 2004, Muñiz-Castro *et al.*, 2015). Sin embargo, es importante resaltar que las tasas de crecimiento son generalmente mayores en zonas más expuestas. Una notable excepción son las especies del género *Quercus*, las cuales en general tienden a mostrar un alto porcentaje de supervivencia en gran variedad de ambientes y, por ello, se han reconocido como un género que puede ser la guía de la restauración en el bosque de niebla (González-Espinosa *et al.*, 2007; Muñiz Castro *et al.*, 2014). Otros estudios han evaluado introducir especies nativas de sucesión intermedia y tardía por ejemplo: *Juglans pyriformis*, *Magnolia dealbata*, *Oreomunnea mexicana*, bajo plantaciones de distintas especies nativas y no nativas (*Pinus* spp., *Alnus acuminata*, *Trema micrantha*, *Liquidambar macrophylla*), mostrando que su establecimiento temprano es factible (Avendaño-Yáñez *et al.*, 2014; Avendaño-Yáñez *et al.*, 2016, Ramírez-Bamonde *et al.*, 2005).

Nucleación de árboles, arbustos y semillas

La nucleación en el contexto de la restauración ecológica se ha definido como un conjunto de técnicas que tienen como objetivo la formación de micro-hábitats en las que una o varias especies forman centros de

establecimiento o núcleos para el subsecuente crecimiento de otras plantas colonizadoras (Bechara *et al.*, 2016). Una de las estrategias exitosas de siembra de árboles con diferentes tasas de crecimiento es en forma de densos núcleos que generan un dosel continuo que inhibe el crecimiento de pastos (Figura 4A). Existen otras técnicas de más bajo costo que podrían clasificarse como nucleación de semillas, la cual consiste en remover el pasto exótico (*Cynodon plectostachyus*) en varias áreas dispersas de 1-2 m² (Figura 4 B y C), con el fin de estimular la germinación y emergencia de especies existentes en el banco de semillas y, a mediano plazo, convertirse en núcleos de regeneración en todo el sitio (Williams-Linear *et al.*, 2015, Williams-Linera *et al.*, 2016). Existen experiencias valiosas en la creación de núcleos con grupos de árboles de diferentes tasas de crecimiento; estas últimas iniciaron en 2008

y han involucrado el uso de hasta 76 especies de árboles en diferentes áreas del centro de Veracruz (Lucio-Palacios *et al.*, 2016).

Siembra directa de semillas en bosques secundarios

Una manera de acelerar la sucesión es la introducción de semillas de especies arbóreas, lo cual presenta la ventaja de tener un bajo costo, pero la desventaja de que la sobrevivencia de las semillas y su germinación pueden ser bajas debido a la desecación, arrastre o depredación de las semillas o plántulas recién germinadas. Los estudios de siembra directa en bosques de niebla son escasos (Williams-Linera y Pedraza 2005; Atondo-Bueno *et al.*, 2016) y la aplicación de esta práctica a gran escala



Figura 3. Actividades de enriquecimiento en nueve fragmentos de bosque de niebla degradado en la subcuenca de Pixquiac. Se han introducido 13 especies nativas incluidas en alguna categoría de amenaza y con alto valor maderable para los pobladores locales (Landerolozada, en prep.). A) *Magnolia dealbata* B) *Meliosma alba* y C) actividades de siembra dentro de los bosques. Fotos: Constanza Pinto (A, C), Tarín Toledo (B).



Figura 4. A: Establecimiento de una plantación núcleo con 182 individuos de ocho especies nativas, con una separación de 1.5 m entre plantas en un potrero abandonado en el centro de Veracruz, México. B: Núcleo (1x1 m) en el que se removió el pasto periódicamente y C: Área control donde no se removió el pasto. Fotos: F. López-Barrera.

está limitada por la falta de conocimiento de las respuestas a nivel de especie (Figura 5).

Perchas para atraer dispersores y el papel de las aves en la restauración pasiva

La dispersión de semillas por vertebrados es uno de los principales mecanismos a través de los cuales los propágulos de especies de bosque logran llegar a sitios degradados (López *et al.*, 2016). Por ello, la utilización de perchas artificiales hechas con materiales naturales con el fin de atraer aves y semillas que transportan, ha sido utilizada en algunos proyectos en el bosque de

niebla en el centro de Veracruz (Lucio-Palacio *et al.*, 2016), aunque su efectividad aún no ha sido evaluada. Sin embargo, se ha demostrado la importancia de las aves residentes y migratorias en la dispersión de semillas de árboles y arbustos pioneros en áreas muy degradadas de este ecosistema (Hernández-Ladrón de Guevara *et al.*, 2012; Baltazar Hernández, 2014).

Hacia una restauración del bosque de niebla con un enfoque de paisaje

A escala de paisaje, la restauración de bosques implica el manejo integral de todas sus funciones en áreas degradadas o deforestadas, con el objetivo de fortalecer su resiliencia e integridad ecológica (Elliot *et al.*, 2013). Los paisajes del bosque de niebla son altamente heterogéneos ya que este tipo de bosque es naturalmente discontinuo y sus remanentes están rodeados de una matriz de otras formaciones vegetales y usos del suelo (CONABIO 2010; González-Espinosa *et al.*, 2012). Los ecosistemas de referencia para la restauración presentan una alta incidencia de especies endémicas y un gran recambio de especies entre fragmentos, incluso muy cercanos (Williams-Linera *et al.*, 2013). En este contexto para definir la meta de la restauración se deberá realizar una evaluación de las características del paisaje, considerando los remanentes más cercanos a los sitios de restauración y el mayor número de bosques posibles, los cuales permitirán tener variación en la estructura y función que se pretende recuperar. En estos paisajes es también crucial saber dónde y cuándo es factible, ecológica y socialmente, utilizar la diversidad de técnicas disponibles para la restauración. Como lo indican Ramírez-Marcial y González-

Espinosa (2016), se debe implementar un marco de colaboración para construir conjuntamente modelos o esquemas de restauración de bosques a diferentes escalas, desde el nivel de cada propietario hasta el del paisaje. La Figura 6 muestra las técnicas que se pueden utilizar en áreas relativamente más pequeñas y con diferente aporte a la biodiversidad. Las plantaciones densas de especies nativas incrementan la biodiversidad y se podrían realizar en áreas relativamente pequeñas, pero dispersas en el paisaje para fomentar la nucleación. Estrategias para áreas intermedias puede ser la restauración pasiva, el enriquecimiento de bosques degradados o las plantaciones mixtas de especies de rápido crecimiento. Otras estrategias para áreas grandes son el establecimiento de cercas vivas o árboles aislados



Figura 5. A: Introducción directa de semillas pre-hidratadas de *Oreomunnea mexicana* a nivel experimental en un bosque secundario. B: Experimento de introducción de semillas de tres especies del género *Quercus*, donde se prueba la germinación y remoción de semillas protegidas contra las no protegidas de la depredación de ardillas en un bosque degradado. Fotos: F. López-Barrera.

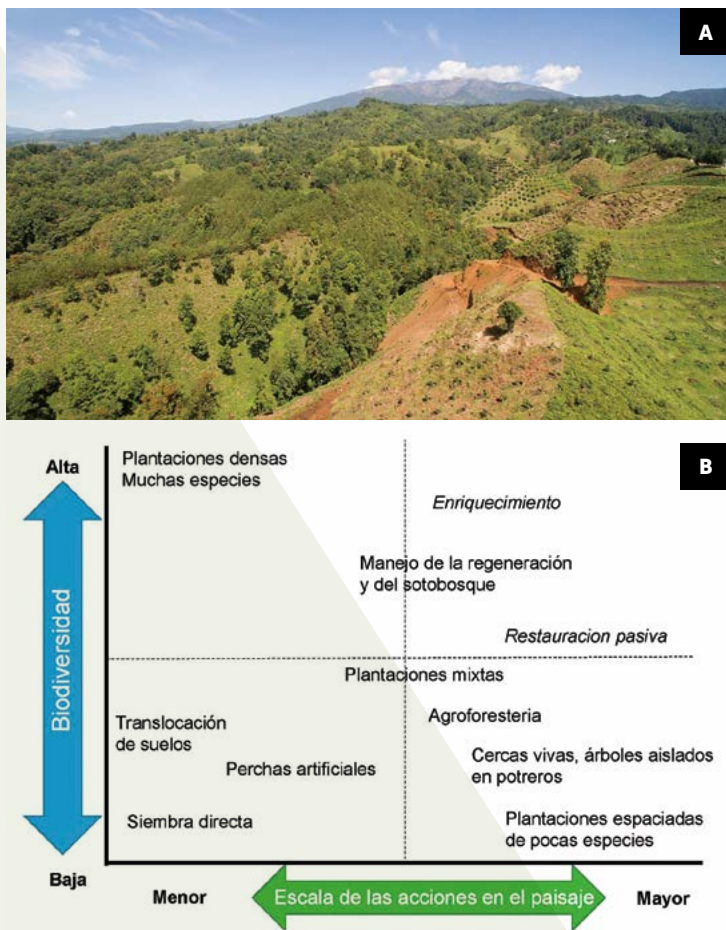


Figura 6. A: Paisaje del bosque de niebla en el centro de Veracruz, México, que muestra el mosaico de usos de suelo. Foto de T. Morales Vera. B: Esquema de actividades de restauración de bosques que podrían realizarse en los mosaicos del bosque de niebla, considerando un gradiente de recuperación de biodiversidad y en diferentes escalas de las acciones. Modificado de Lamb (2007).

en zonas deforestadas que formen corredores o “peldaños”, que permitan el incremento de la biodiversidad y el mantenimiento de áreas productivas. El incremento de la diversidad local en los cultivos agroforestales, tales como en los cafetales, y el establecimiento de sistemas silvopastoriles, son cruciales en la restauración a escala de paisaje. Si en los paisajes ya existen plantaciones mono-específicas, como las especies de pino, pueden buscarse estrategias para enriquecerlas y aumentar su valor. Aunque debe ser considerado como un marco general, esto muestra la diversidad de técnicas que podrían utilizarse a escala de paisaje y no solo implementar recetas de reforestación masiva, uniforme y con pocas especies.

Retos de la ecología del bosque de niebla

Se ha documentado que más de 60% de las 762 especies incluidas en una evaluación de árboles del bosque

de niebla en México se encuentran bajo alguna categoría de amenaza (González-Espinosa *et al.*, 2011). Desde la ecología de la restauración, se necesita generar información sobre fenología, germinación, y establecimiento temprano y de genética de las poblaciones existentes para una gran cantidad de especies, con el fin de rescatarlas, y a los organismos asociados a éstas. Agrupar a las especies de árboles en diferentes gremios funcionales con base en su comportamiento puede ser útil para establecer propuestas de restauración apropiadas para diferentes sitios, y esto generará información valiosa y extrapolable a otras regiones del bosque de niebla. La evaluación del éxito de los proyectos de restauración ecológica del bosque de niebla se ha realizado en estudios de corto plazo y son escasas las evaluaciones del éxito a largo plazo (Williams-Linera *et al.*, 2016). Faltan estudios en las áreas deforestadas de bosque que evalúen la efectividad de las técnicas de nucleación a largo plazo, la translocación de suelos y bancos de semillas, efectividad de las perchas para aves y refugios para fauna, el rol diferencial de aves y mamíferos (murciélagos) en la restauración pasiva, y las implicaciones genéticas de la introducción de especies amenazadas. Cuando las diferentes áreas inician un proceso de restauración, las técnicas implementadas deberán ser acordes con las condiciones del sitio y del paisaje.

La restauración ecológica es una actividad muy costosa y de largo plazo. Es muy importante generar criterios que permitan determinar cuándo la restauración activa es necesaria y qué técnicas son prioritarias (López-Barrera *et al.*, 2016). Estos criterios de factibilidad deben evaluarse dentro de los contextos socioeconómicos y culturales particulares. Es necesario establecer un plan nacional de restauración de bosques y una estrategia particular para el bosque de niebla que considere las peculiaridades del ecosistema, su enorme biodiversidad en riesgo y su contexto paisajístico. La restauración en mosaicos forestales debe lograr incrementar la integridad ecológica y simultáneamente brindar los servicios ambientales a los habitantes que dependen de estos bosques. Todas estas acciones deben acompañarse de incentivos económicos para detonar los procesos, metas localmente diseñadas y formación de capacidades, y así asegurar la continuidad de los procesos de restauración.

AGRADECIMIENTOS

A las organizadoras del simposio y al proyecto CONACYT Ciencia Básica 2014/01 (Referencia 238831) bajo el cual se han realizado muchas de las actividades de restauración que se muestran en este documento.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Dorantes K., Mehltreter K., Vibrans H., Mata-Rosas M., Esqueda-Esquivel V.A. 2014. Repeated selective cutting controls Neotropical bracken (*Pteridium arachnoideum*) and restores abandoned pastures. *Invasive Plant Science and Management* 7:580-589.
- Atondo-Bueno E.J., López-Barrera, F., Bonilla-Moheno, M., Williams-Linera, G., Ramírez-Marcial, N. 2016. Direct seeding of *Oreomunnea mexicana*, a threatened tree species from Southeastern Mexico. *New Forests*, 47: 845–860.
- Alvarez-Aquino C., Williams-Linera G., Newton A.C. 2004. Experimental Native Tree Seedling Establishment for the Restoration of a Mexican Cloud Forest. *Restoration Ecology* 12:412–418.
- Bechara F.C., Dickens, S.J., Farrer, E.C., Larios, L., Spotswood, E.N., Mariotte, P., Suding, K.N. 2016. Neotropical rainforest restoration: comparing passive, plantation and nucleation approaches. *Biodiversity and Conservation*, 25(11), 2021-2034.
- Avendaño-Yáñez M.L., Sánchez-Velásquez L.R., Meave J.A., Pineda-López M.R. 2014. Is facilitation a promising strategy for cloud forest restoration? *Forest Ecology and Management* 329: 328–333.
- Avendaño-Yáñez M.L., Sánchez-Velásquez L.R., Meave J.A., Pineda-López M. R. 2016 Can Pinus plantations facilitate reintroduction of endangered cloud forest species? *Landscape and Ecological Engineering* 12: 99-104.
- Baltazar-Hernández S. 2014. La importancia de la dispersión de semillas en la recuperación del bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz. Tesis de Maestría, Posgrado Instituto de Ecología, A.C. Pp.107.
- Elliott S., Blakesley D., Hardwick K. 2013. *Restoring Tropical Forests: A Practical Guide*. Royal Botanic Gardens, Kew. Pp. 344
- Chazdon R.L. 2008. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science* 320(5882): 1458-1460.
- Díaz-García J.M. 2016. Diversidad funcional y de especies de anfibios en un Bosque Mesófilo de Montaña en restauración. Tesis de Maestría, Posgrado Instituto de Ecología, A.C.
- FAO. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Estudio completo, Roma.
- González-Espinosa M., Ramírez-Marcial N., Galindo-Jaimes L. 2006. Secondary succession in montane pine-oak forests of Chiapas, Mexico. En: *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests*, 209-221. Springer Berlin Heidelberg.
- González-Espinosa M., Ramírez-Marcial N., Camacho-Cruz A., Holz S., Rey-Benayas J., M., Parra-Vázquez M. R. 2007. Restauración de bosques en territorios indígenas de Chiapas: modelos ecológicos y estrategias de acción. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 80: 11-23.
- 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* 21:36-54.
- Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Kommareddy A. 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342(6160): 850-853.
- Hernández-Ladrón de Guevara I., Rojas-Soto O.R., López-Barrera F., Puebla-Olivares F., Díaz-Castelazo C. 2012. Dispersión de semillas por aves en un paisaje de bosque mesófilo en el centro de Veracruz, México: su papel en la restauración pasiva. *Revista Chilena de Historia Natural* 85(1): 89-100.
- Landero-Lozada S.S. en prep. Plantaciones de enriquecimiento multispecíficas en un gradiente altitudinal en bosque mesófilo de montaña degradado, Veracruz, México. Tesis de maestría, Instituto de Ecología A.C.
- Lamb D. 2007. Identifying site-level options (pp 71-82) en *Reitbergen-McCracken J. Maginnis S. y Sarre R. (eds.). The Forest Landscape Restoration Handbook*. Earthscan. London.
- López-Barrera F., García-Franco J.G., Mehltreter K., Rojas-Soto O., Aguirre A., Landgrave R., Ortega-Pieck A., Montes-Hernández B., Aguilar-Dorantes K., Díaz-Sánchez A.A., Vázquez-Carrasco G., Rojas Santiago B.B. 2016. Ecología de la restauración del bosque nublado en el centro de Veracruz. Pp: 103-129. En *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. Eliane Ceccon y Cristina Martínez-Garza (eds.). CONABIO-CRIM-UNAM. México.
- Lucio-Palacio C.R., Ramírez Soto A.F., Villa Bonilla B., Sheseña Hernández I., Trujillo Santos O., Rodríguez Mesa R., Landa Libreros L., Gutiérrez Sosa G., Najib Farhat F., García Álvarez M. 2016. Alternativas para la restauración ecológica de los bosques nublados de México: capitalizando la experiencia para un mayor impacto. Pp: 153-176. En *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. Eliane Ceccon y Cristina Martínez-Garza (eds.). CONABIO-CRIM-UNAM. México.
- Montes-Hernández B., López-Barrera F. 2013. Seedling establishment of *Quercus insignis*: A critically endangered oak tree species in southern Mexico. *Forest Ecology and Management* 310: 927–934.
- Muñiz-Castro M.A., Williams-Linera G., Martínez-Ramos M. 2012. Dispersal mode, shade tolerance, and phytogeographical affinity of tree species during secondary succession in tropical montane cloud forest. *Plant Ecology* 213: 339-353.
- Muñiz-Castro M.A., Williams-Linera G., Benítez-Malvido J. 2015. Restoring montane cloud forest: establishment of three Fagaceae species in the old fields of central Veracruz, Mexico. *Restoration Ecology* 23:26–33.
- Pedraza R.A., Williams-Linera G. 2003. Evaluation of native tree species for the rehabilitation of deforested areas in a Mexican cloud forest. *New forests* 26: 83-99.
- Quintana-Ascencio P.F., Ramírez-Marcial N., González-Espinosa M., Martínez-Icó M. 2004. Sapling survival and growth of coniferous and broad-leaved trees in successional highland habitats in Mexico. *Applied Vegetation Science* 7: 81-88.
- Ramírez-Marcial N., Camacho-Cruz A., González-Espinosa M., López-Barrera F. 2006. Establishment, survival and growth of tree seedlings under successional montane oak forests in Chiapas, Mexico. En: *Kappelle, M. Ed. Ecology and Conservation of Neotropical Oak Forests*, 177-189, *Ecological Studies* No. 185, Springer, Berlín, Alemania.
- Ramírez-Marcial N., González-Espinosa M. 2016. Contextos socioambientales y opciones para la restauración del bosque nublado en Chiapas. Pp: 131-151. En *Experiencias mexicanas*

- en la restauración de los ecosistemas. Eliane Ceccon y Cristina Martínez-Garza (eds.). CONABIO-CRIM-UNAM. México.
- Ramírez-Bamonde E.S., Sánchez-Velásquez L.R., Andrade-Torres A. 2005 Seedling survival and growth of three species of mountain cloud forest in Mexico, under different canopy treatments. *New Forests* 30: 95-101.
- Williams-Linera G., Toledo-Garibaldi M., Hernández C. G. 2013. How heterogeneous are the cloud forest communities in the mountains of central Veracruz, Mexico? *Plant Ecology* 214: 685-701.
- Williams-Linera G. 2015. El bosque mesófilo de montaña, veinte años de investigación ecológica ¿qué hemos hecho y hacia dónde vamos? *Madera y Bosques* 21: 51-61.
- Williams Linera G., Pedraza Pérez R. A. 2005. Microhabitat conditions for germination and establishment of two tree species in the Mexican Montane cloud forest. *Agrociencia* 39:1405-3195.
- Williams-Linera G., López-Barrera F., Bonilla-Moheno M. 2015. Estableciendo la línea de base para la restauración del bosque de niebla en un paisaje periurbano. *Madera y Bosques* 21:89-101.
- Williams-Linera G., Bonilla-Moheno M., López-Barrera F. 2016. Tropical cloud forest recovery: the role of seed banks in pastures dominated by an exotic grass. *New Forests* 47:481-496.
- Williams-Linera G., Álvarez-Aquino C., Muñiz-Castro M. A., Pedraza R. A. 2016 Evaluación del éxito de la restauración del bosque nublado en la región de Xalapa, Veracruz. Pp: 81-101. En *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. Eliane Ceccon y Cristina Martínez-Garza (eds.). CONABIO-CRIM-UNAM. México.



PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SUELOS EN CLIMAS HÚMEDOS

CONSERVATION AND RESTORATION PRACTICES IN HUMID CLIMATES

Tejeda-Sartorius, D.¹

¹Comisión Nacional Forestal. Periférico Poniente No. 4360, Col San Juan de Ocotán, Zapopan, Jalisco, México. C.P 45019. Tel 3337777000.

*Autor de correspondencia: dtejeda@conafor.gob.mx

RESUMEN

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en México, proporciona apoyos para la conservación y restauración en materia forestal, participando en la formulación de planes y programas, aplicando la política de desarrollo forestal sustentable. Las prácticas de conservación y restauración de suelos son acciones que contribuyen a disminuir su degradación, principalmente la erosión, e incrementar la captación de agua, y promueven, además, el pago de jornales en las comunidades donde se realizan los trabajos. El bosque mesófilo de montaña (BMM), es un ecosistema que presenta 19.2% de degradación (con al menos algún tipo de degradación). La CONAFOR también apoya a la realización de prácticas para recuperar la cobertura arbórea. Así, durante el periodo 2013 a 2015, se ejecutaron un total de 417 proyectos en una superficie de 5,746 hectáreas en BMM de México.

Palabras clave: Restauración ecológica, bosques, CONAFOR.

ABSTRACT

The National Forest Commission (Comisión Nacional Forestal, CONAFOR) in México provides backing for conservation and restoration in forest matters, participating in the formulation of plans and programs, applying the sustainable forest development policy. The conservation and restoration practices of soils are actions that contribute to decreasing their degradation, primarily erosion, and to increasing water capture, and promote, in addition, payment of workdays in the communities where the studies are performed. The mountain mesophyll forest (MMF) is an ecosystem that presents 19.2 % of degradation (with at least some type of degradation). The CONAFOR also supports carrying out practices to recover the tree cover. Thus, during the period of 2013 to 2015, a total of 417 projects were performed on a surface of 5,746 hectares in México.

Keywords: ecological restoration, forests, CONAFOR.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp: 37-43.

Recibido: octubre, 2016. **Aceptado:** diciembre, 2016.



INTRODUCCIÓN

La pérdida y reducción de la cubierta forestal están ligadas a la pérdida de suelo y disminución de servicios ambientales, lo cual se debe principalmente a la realización de malas prácticas de las actividades humanas en las zonas forestales (cambio de uso de suelo). Además, existen causas que promueven la deforestación, tales como los incendios, presencia de plagas (incluye enfermedades) y tala ilegal, entre otros. Como una de las consecuencias de la pérdida de la cubierta vegetal se presenta el proceso de degradación del suelo, el cual es definido como la disminución antropogénica o natural de la capacidad presente o futura del suelo para sustentar vida vegetal, animal y humana, y se clasifica de acuerdo a su tipo en erosión hídrica, erosión eólica, degradación química y degradación física (Figura 1). En diversos estudios se han realizado mediciones sobre degradación en México; el más reciente mostró que 44.9% (alrededor de 85.7 millones de hectáreas) de los suelos de México registran algún tipo de degradación en diferente nivel, que va de ligera a extrema, mientras que 55.1% (105.2 millones de hectáreas) del territorio nacional cuenta con suelos sin degradación aparente.

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es un ecosistema que, de acuerdo con información extraída de la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (serie 4), abarca menos de 1% de la superficie nacional con 1.8 millones



Figura 2. El bosque mesófilo de montaña en México. Modificado de la Serie IV, INEGI (2010).

de hectáreas (Figura 2), de las cuales 19.2% presentan algún tipo de degradación, destacando el tipo de degradación Qd (declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica) y Hs (Erosión hídrica con pérdida de suelo superficial), con 11.8% y 5.21%, respectivamente (Cuadro 1).

Los programas de CONAFOR

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, que desarrolla, favorece e impulsa las actividades de conservación y restauración en materia

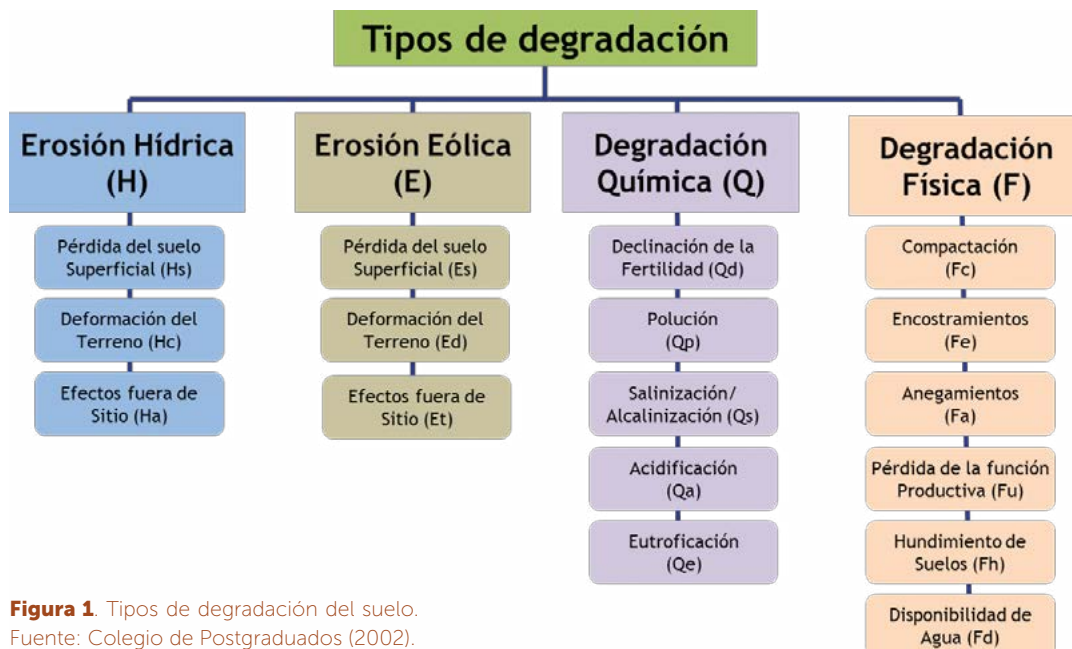


Figura 1. Tipos de degradación del suelo. Fuente: Colegio de Postgraduados (2002).

Cuadro 1. Tipos de degradación del suelo en el bosque mesófilo de montaña.

Tipo de degradación	Símbolo	Superficie (hectáreas)	(%)
Estable bajo condiciones naturales	SN	1,444,047	78.16
Estable bajo la influencia humana	SH	7,083	0.38
Tierras sin uso	UN	40,551	2.19
Declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Qd	218,096	11.80
Erosión hídrica con pérdida de suelo superficial	Hs	96,238	5.21
Erosión hídrica con deformación del terreno	Hc	3,360	0.18
Compactación	Fc	37,552	2.03
Pérdida de la función productiva	Fu	46	0.00
Pérdida de suelo superficial por acción del viento	Es	621	0.03
Otros	Cg	22	0.00
Total		1,847,616	100

forestal. Asimismo, proporciona apoyos para el bosque mesófilo de montaña para la realización de diversas prácticas de conservación y restauración de suelos. Para la ejecución de sus diferentes programas, la CONAFOR cuenta con las Gerencias Estatales, ubicadas normalmente en la capital de los 31 estados y en la Ciudad de México, en cada una de las cuales se cuenta con personal técnico para darle seguimiento a cada programa o concepto de apoyo (<http://www.conafor.gob.mx/web/nosotros/oficinas-estatales/>).

Esquema de operación

Dentro de la CONAFOR, la Gerencia de Restauración Forestal es la encargada de la realización de prácticas de conservación y restauración en los ecosistemas forestales degradados, y para cumplir con dicho objetivo se cuenta con los programas: **Restauración Forestal y Reversión Productiva** (incluido en el Programa Nacional Forestal, el cual se rige bajo reglas de operación publicadas anualmente), y **Compensación Ambiental por Cambio de Uso de Suelo** (establecido en los criterios de operación del programa de compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales). A través de los programas anteriores se proporcionan apoyos económicos a los dueños y poseedores de terrenos forestales para la realización de prácticas de conservación y restauración de suelos, las cuales se hacen con el fin de rehabilitar ecosistemas forestales deteriorados, o de controlar o evitar los procesos de degra-

dación de los mismos. Dichas acciones las realizan, en la mayoría de los casos, los ejidatarios, comuneros o trabajadores de campo, asesorados por técnicos externos (parte del apoyo económico proporcionado es para el pago de la asesoría técnica), donde se ejecutan tecnologías de fácil realización y económicas, para las cuales se emplea mano de obra local y materiales disponibles en la comunidad, generando una retribución económica a las personas participantes, a través del apoyo proporcionado. Dentro de cada programa se debe cumplir con los requisitos que se establezcan en los documentos que los rigen para poder acceder a los apoyos. Los que destacan como más importantes son: acreditar la legal propiedad del predio, cumplir con los requisitos de cobertura de copa, y el área o polígono deben estar en áreas elegibles; y con respecto a éste último requisito, la CONAFOR publica e las áreas elegibles (Figura 3), dentro de las cuales se ubica el BMM con 933,876 hec-

Figura 3 Áreas elegibles de apoyo por la CONAFOR. Fuente: CONAFOR (2016).



táreas como áreas elegibles (50.6% de su superficie total). El estado de Veracruz cuenta con 129,121 hectáreas de BMM, de las cuales 110,209 hectáreas (85.3%) se encuentran en área elegible, lo cual refleja la prioridad que se le da al ecosistema, y oportunidades de conservación que deberían aprovecharse, mismos que proporcionan beneficios a los ejidatarios asentados en BMM. Previo a la asignación de apoyos, cada año la CONAFOR inicia con la difusión y promoción de los programas, para lo cual se llevan a cabo acciones conjuntas con los municipios involucrados, realizando reuniones con los interesados y dando a conocer las características del programa para que posteriormente sean ingresadas las solicitudes. Una vez recibidas las solicitudes, el personal técnico de la CONAFOR dictamina la viabilidad de estas; los proyectos revisados se asignan con base en una prelación fundamentada en la información proporcionada en las solicitudes y/o en la supervisión de campo. Las solicitudes son sometidas ante el respectivo Comité, órgano colegiado que tiene la atribución de asignar los recursos económicos a las solicitudes con dictamen viable. Posteriormente, los resultados de las solicitudes aprobadas se publican en la página de la CONAFOR y la persona que recibe un apoyo deja de ser solicitante y se le denomina persona beneficiaria.

Para dar a conocer los derechos y las obligaciones, a las personas beneficiarias se les convoca a participar en un taller, en el cual se firma el convenio de concertación con la CONAFOR, formalizando el compromiso para iniciar los trabajos de conservación y restauración. En ambos programas se cuenta con diferentes actividades y periodos para

realizarlas (1, 3 y hasta 5 años), aplicando para las primeras fases del proyecto 60% o 70% del presupuesto. Para realizar el pago final de cada actividad, la persona beneficiaria tiene como obligación entregar un informe de término de obra o finiquito, el cual será elaborado por su asesor técnico. Con base en este informe, personal técnico de la CONAFOR deberá validar dicha información en campo y, si la información es correcta, será procedente el pago y así sucesivamente hasta terminar con las diferentes actividades durante el tiempo estipulado.

Estrategia de trabajo

Para la ejecución de las prácticas, se sigue el criterio de cuenca (Figura 4), que se enfoca inicialmente en contrarrestar la pérdida del suelo en las zonas de ladera, comenzando en las partes altas; después, las actividades se dirigen hacia las partes bajas mediante prácticas en curvas a nivel. Posteriormente se continúa por controlar la erosión hídrica en las cárcavas.

Dado que la superficie de apoyo oscila entre 2, 100 y hasta 500 hectáreas (para el caso de compensación ambiental pueden ser mayor, según se establezca en el documento de proyecto); en los casos en que la superficie de apoyo sea pequeña, igualmente se deberá empezar en la parte alta del predio, considerando su área de escurrimiento hacia la parte más baja. El asesor técnico y la persona beneficiaria deben realizar recorridos de campo, auxiliándose de un sistema de posicionamiento global (GPS) para obtener información necesaria para el planteamiento adecuado de las prácticas y acciones que requiere el predio, con el objetivo de contar con indicadores de la situación actual del predio que sirvan de base para la medición del proceso de restauración. Para ello se deberá delimitar el área a trabajar con base en el nivel de degradación del suelo y de los porcentajes de cobertura de copa. Además, se deben registrar datos en diversos puntos del predio

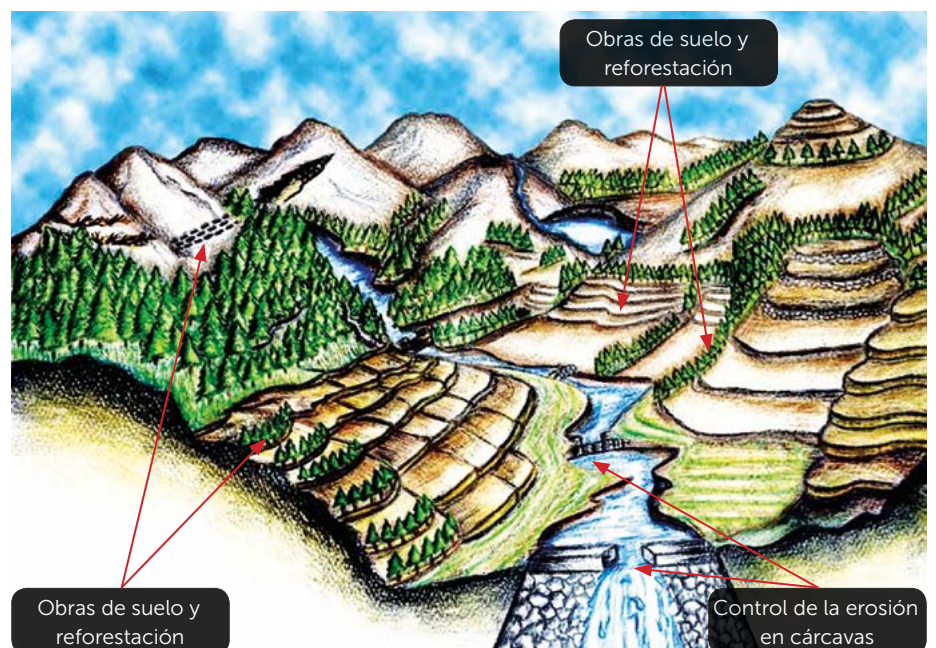


Figura 4. La cuenca como unidad de planificación de actividades de restauración de suelos. Fuente: CONAFOR (2016).

referentes a topografía, pendiente, porcentaje de pedregosidad, profundidad y clase textural de suelo, vegetación existente y cuantificar los posibles materiales disponibles para realizar las prácticas, tales como especies para estacar, especies para barreras vivas, rocas y madera muerta. Una vez organizada esta información, se hace un planteamiento para seleccionar las prácticas de suelo y las especies para reforestación más acordes a cada predio.

Previo a la ejecución de las prácticas, el asesor técnico debe brindar una capacitación dirigida a las personas encargadas de realizarlas, y después se inician formalmente los trabajos. Cada proyecto planteado inicia con el cercado del área que será trabajada (en caso de que lo necesite), posteriormente se realizan las prácticas de suelos (Cuadro 2), las cuales se dividen en prácticas para control de la erosión laminar y prácticas para el control de la erosión en cárcavas.

Cuadro 2. Prácticas de suelo para zonas con bosque mesófilo de montaña.

Prácticas para control de erosión laminar	Prácticas para control de erosión en cárcavas
Sistemas agroforestales	Presas de morillos
Barreras vivas	Presa de ramas
Cercos vivos	Presa de piedra acomodada
Terrazas de formación sucesiva	
Roturación	
Acomodo de material vegetal muerto en curvas a nivel	
Barreras de piedra en curvas a nivel	
Terrazas individuales	

Las prácticas de suelo (Figura 5) deberán ser construidas preferentemente antes de la temporada de lluvias, con el objetivo de que la reforestación se realice en suelo húmedo y las obras de suelo hayan captado suficiente agua.

Después se procede a realizar la protección contra incendios (procurando que se lleve a cabo al finalizar la temporada de lluvias). La base para el buen funcionamiento de las prácticas para el control de la erosión laminar es que se realicen de acuerdo con las dimensiones

previamente establecidas y se tracen sobre curvas a nivel, para su trazo correcto se utilizan instrumentos rústicos como el aparato A ("triángulo chino"), el nivel de manguera o el nivel de hilo (Figura 6). Las prácticas se realizan de manera manual, sin embargo, puede usarse maquinaria en lugares accesibles por su topografía. La reforestación debe realizarse preferentemente con especies nativas; las plantas a reforestar son proporcionadas por la CONAFOR o se pueden comprar, pero deberá



Figura 5. Prácticas de conservación y restauración de suelos.



Figura 6. Aparato A (triángulo chino), nivel de manguera e hilo para trazar curvas a nivel.

procurarse que se desarrollen cerca del área a restaurar y cumplan con los requisitos de altura, grosor de tallo entre otros. El año siguiente deberá realizarse el mantenimiento de las acciones anteriores, principalmente de la reforestación, esto con el fin de que la supervivencia sea de por lo menos 80%.

Acciones realizadas

La CONAFOR, a nivel nacional, ha realizado diferentes prácticas de suelos en más de un millón de hectáreas en el periodo 2002-2012, y durante 2013-2015 se han intervenido 581,665 hectáreas con acciones de conservación y restauración de suelos (prácticas de suelo y reforestaciones de manera conjunta), de las cuales 5,746 hectáreas corresponden a las realizadas en bosque mesófilo de montaña, distribuidas en 417 proyectos que se concentran en los estados de Chiapas, Hidalgo, Puebla y Veracruz. En el estado de Veracruz se cuenta con 1,631 hectáreas intervenidas en los municipios de Las Minas, Mixtla de Altamirano, Tatatila, Tequila, Zacualpan y Zongolica. A la fecha, se registran proyectos exitosos a nivel nacional donde ejidos y comunidades han participado. La base del éxito ha sido la organización al interior de los grupos, la capacitación, concientización de los participantes y correcta asesoría técnica, ya que una vez terminados los

proyectos son las personas beneficiarias quienes se dedican al cuidado de esa superficie intervenida. Algunos casos exitosos son ejido Catedral, en Chihuahua; Ejido 16 de Septiembre, en Durango; comunidad San Nicolás Coatepec y el ejido Palizada, ambos en el Estado de México; bienes comunales la Encarnación, en Hidalgo; Santiago Tilantongo, Oaxaca; comunidad indígena de Cherán, en Michoacán; y ejido Acolihua en Puebla (Figura 7), entre otros más.



Figura 7. Ejido Acolihua, Puebla, México, antes y después de la realización de prácticas.

Durante las evaluaciones externas que se realizan anualmente a la CONAFOR, se han obtenido indicadores ambientales relativos a la retención de sedimentos, captación de agua de lluvia y carbono retenido. Derivado de ello, la evaluación 2015 indicó que con las prácticas de conservación y restauración de suelos se estima una retención de 13.09 t ha⁻¹ anualmente año y en dichos sedimentos retenidos se almacenan 0.155 ton/ha/año de carbono orgánico, así también se captan 3,015.902 m³/ha/año de agua.

CONCLUSIONES

La CONAFOR apoya la realización de prácticas de conservación y restauración de suelos en todo el país, incluyendo zonas de bosque mesófilo de montaña. Dichas prácticas han probado ser efectivas para mejorar la condición de ecosistemas degradados, disminuyendo

la erosión del suelo y el azolve de cuerpos de agua, e incrementando la infiltración y la calidad del agua. Sin embargo, es necesario conciliar la conservación de los recursos naturales con otro tipo de incentivos o iniciativas para poder sostener dichos beneficios a largo plazo, a pesar de que con los apoyos proporcionados se genera empleo e ingreso en comunidades rurales.

LITERATURA CITADA

- Comisión Nacional Forestal. 2016. Programa Anual de Trabajo. 2016. Gerencia de Restauración Forestal. Zapopan, Jalisco. Documento Interno. 45 p.
- Comisión Nacional Forestal. 2015. Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales. Manual de Obras y Prácticas. Zapopan, Jalisco. 285 p.
- Comisión Nacional Forestal. Compensación Ambiental. 2015. <http://www.conafor.gob.mx/web/temas-forestales/compensacion-ambiental/> Fecha de consulta: abril 29, 2016.
- Comisión Nacional Forestal. Suelos Forestales. 2015. <http://www.conafor.gob.mx/web/temas-forestales/suelos-forestales/> Fecha de consulta: abril 29, 2016.
- Comisión Nacional Forestal. 2012. Programa de Restauración Forestal en Cuencas Hidrográficas Prioritarias. 85 p.
- Colegio de Postgraduados. 2002. Evaluación de la Degradación del Suelo Causada por el Hombre en la República Mexicana. Escala 1:250,000. Memoria Nacional. 2001 2002.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México. 358 p.



EL PAPEL DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN LOS PROGRAMAS “PAGOS POR SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS” EN MÉXICO

THE ROLE OF THE MOUNTAIN MESOPHYLL FOREST IN THE “PAYMENT FOR HYDROLOGIC ENVIRONMENTAL SERVICES” PROGRAMS IN MÉXICO

Robert H. Manson¹

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

*Autor de correspondencia: robert.manson@inecol.mx

RESUMEN

Se revisaron los argumentos y contexto nacional que motivaron la creación de varios tipos de programas de pago por servicios hidrológicos (PSAH) en México, así como su desempeño. Se describe el papel que ha jugado el bosque de mesófilo de montaña (BMM) en estos programas, resaltando varios estudios de importancia sobre el clima local, determinando la capacidad del BMM para contribuir al gasto anual en cuencas con PSAH. En particular, se anota que en las cuencas del centro de Veracruz no existen condiciones aptas para el BMM como fuente de agua importante a escalas anuales. Sin embargo, hay evidencia de su importancia en la regulación de flujo base y calidad del agua. Se indica cómo estos beneficios podrían interesar a varias instancias de gobierno que aún no están financiando estos programas, resaltando un llamado para apoyar más estudios hidrológicos y monitoreo constante en las cuencas con PSAH.

Palabras clave: Bosque mesófilo, agua, cuencas, Veracruz.

ABSTRACT

The arguments and national context that motivated the creation of several types of hydrological services payment programs (programas de pago por servicios hidrológicos, PSAH) in México were reviewed, as well as their performance. The role that the mountain mesophyll forest (MMF) has played in these programs is described, highlighting several important studies about the local climate, determining the capacity of the MMF to contribute to the annual expenditure in basins with PSAHs. In particular, it is noted that in the basins of central Veracruz there are not apt conditions for the MMF as an important source of water at annual scales. However, there is evidence of its importance in the regulation of the base flow and water quality. The way in which these benefits could interest many government instances, which are yet to finance these programs, is shown, highlighting a call to support more hydrological studies and constant monitoring of the basins with PSAHs.

Keywords: mesophyll forest, water, basins, Veracruz.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp: 44-49.

Recibido: octubre, 2016. **Aceptado:** diciembre, 2016.

INTRODUCCIÓN

Los servicios ambientales o ecosistémicos son aquellos procesos e interacciones de ecosistemas, así como las especies que los comprenden y que ayuden a mantener el bienestar humano (Daily, 1997). Existe cada vez más interés en la cuantificación y valoración de estos servicios debido al deterioro de los ecosistemas, a su capacidad de brindar estos servicios, y por los costos económicos enormes asociados con su restauración o reemplazo a nivel mundial (MEA, 2005). De particular preocupación son los servicios hidrológicos, dado que los seres humanos ya están aprovechando más de la mitad del agua dulce de la Tierra y lo que queda, está en zonas muy poco accesibles y requería mejor manejo (Postel, 2000); y el crecimiento poblacional y la reconversión acelerada de ecosistemas naturales para fines productivos, así como el cambio climático global, complican aún más el manejo de los recursos hídricos para el futuro (Vitousek *et al.*, 1997; Bonan, 2008; Heathwaite, 2010). Los servicios hidrológicos pueden ser clasificados en cinco grandes rubros, incluyendo la regulación del agua extraída para uso humano, mejoramiento de agua para el aprovechamiento *in situ*, la mitigación de daños relacionados con el agua, los servicios culturales y los servicios de apoyo relacionados con el agua (Brauman *et al.*, 2007). Los ecosistemas boscosos juegan un papel sobresaliente en el mantenimiento de los procesos ecohidrológicos importantes para la generación de estos servicios (Calder, 2002; Lele, 2009). Por ejemplo, debido a su compleja estructura, los múltiples estratos de vegetación de los bosques y selvas interceptan el agua de lluvia de manera muy eficiente, canalizándola lentamente por sus hojas, ramas y troncos hacia el suelo. Una vez llegando al suelo de estos ecosistemas, la densa hojarasca, hierbas y arbustos ayudan a detener el escurrimiento pluvial, mientras que sus suelos y raíces generan un alto porcentaje de porosidad y materia orgánica, actuando como una esponja para el agua de lluvia y facilitando su infiltración hacia el subsuelo y la recarga de los mantos acuíferos (Figura 1) (Neary *et al.*, 2009). Menos es-

currimiento pluvial también es importante en mitigar los problemas de erosión de suelos y azolvamiento de los ríos, particularmente en cuencas con pendientes pronunciadas y suelos susceptibles (Zuazo y Pleguezuelo, 2008).

La remoción de bosques, particularmente en las partes altas de la cuenca, y su reemplazo por cultivos, plantaciones de árboles o potreros mal manejados (sobrecarga de animales), puede aumentar la compactación de los suelos y el escurrimiento pluvial y reducir la recarga de los mantos acuíferos (Figura 1) (Morgan, 1995; Greenwood y McKenzie, 2001; Little *et al.*, 2009). Estas condiciones provocan aumentos en el gasto anual de los ríos y ciclos de inundaciones y sequías. En la época de lluvias, un mayor escurrimiento pluvial resulta en mayor rapidez a la cual se eleva el nivel de los ríos, justo después de una tormenta (flujos pico), lo cual contribuye de manera importante al riesgo de inundaciones (Bradshaw *et al.*, 2007). Menos infiltración y recarga de mantos acuíferos en la época de lluvias a su vez, puede traducirse en menos gasto en la época de secas, lo cual deja las comunidades aledañas expuesta a problemas de escasez de agua. La vegetación natural en zonas ribereñas puede ser además, una barrera importante capaz de filtrar y detener una proporción importante de fertilizantes, excretas de animales domésticos y otros contaminantes, antes de que lleguen al río (Anbumozhi *et al.*, 2005). La vegetación ribereña, en general, y los bosques de galería, en particular, también pueden ser importantes en la estabilización de los bordes de los ríos y el mantenimiento de condiciones micro-climáticas

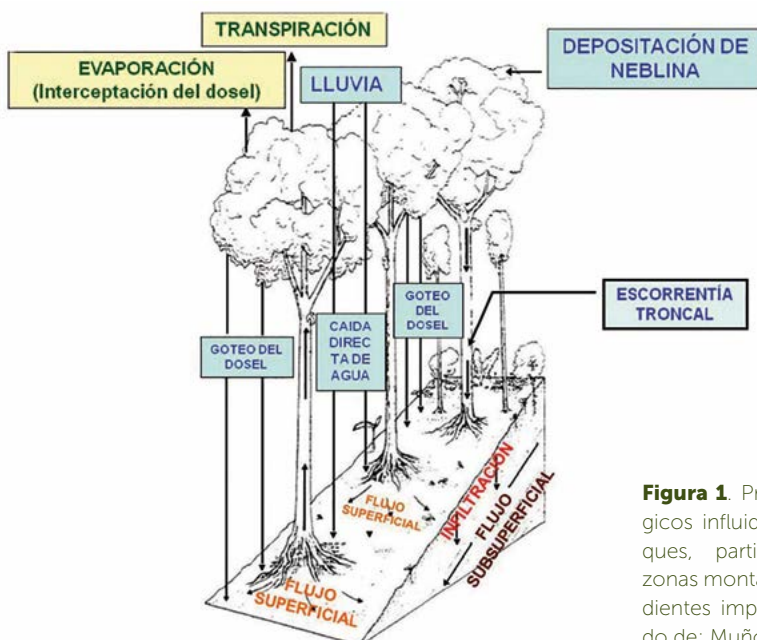


Figura 1. Procesos hidrológicos influenciados por los bosques, particularmente en zonas montañosas con pendientes importantes (Tomado de: Muñoz-Villers, 2008).

(menos sol, sólidos en suspensión y temperaturas altas) que permiten la auto-recuperación de ríos contaminados (Sweeney *et al.*, 2004). Finalmente, ya que diferentes ecosistemas tienen diferentes tasas de evapotranspiración, albedo y estructuras verticales, cambios de uso de suelo a grandes escalas, pueden afectar la cantidad de energía solar capturada, los patrones de corrientes de aire, su carga de humedad y, eventualmente, los patrones de formación de nubes y precipitación que se experimenta a nivel regional, particularmente en zonas montañosas (Figura 1) (Lawton *et al.*, 2001; Bonan, 2008). Estudios realizados en Costa Rica, han demostrado cómo la deforestación en la zona costera está impactando los patrones de formación de nubes y la precipitación en la zona montañosa (Lawton *et al.*, 2001). Para detener la degradación de los servicios ecosistémicos en general, y los servicios hidrológicos en particular, proporcionados por ecosistemas, es necesario fomentar su cuantificación y valoración (Kremen y Ostfeld 2005; Brauman *et al.*, 2007). Muchos de los bienes generados por los ecosistemas tienen mercados, y por eso es posible calcular su valor directamente. Sin embargo, esto no es posible para los servicios hidrológicos proporcionados por los bosques, y por eso su valor está subestimado en la toma de decisiones y análisis de costos y beneficios de diferentes alternativas de desarrollo. Para atender este problema y eliminar muchas de las externalidades en las transacciones económicas que están provocando el deterioro de los ecosistemas boscosos, existe cada vez más interés en el desarrollo de programas de pago por servicios hidrológicos (PSAH) capaces

de crear incentivos económicos para la conservación y restauración de los bosques, proporcionando estos servicios (Engel *et al.*, 2008; Brouwer *et al.*, 2011; Wunder *et al.*, 2013). A continuación se describen los esfuerzos de crear y fortalecer programas de PSAH en México. Asimismo, se examinan las justificaciones para el fuerte enfoque de estos programas en el bosque mesófilo de montaña y su éxito hasta la fecha en conservar éstos, y otros tipos de bosque en el país. Finalmente, se concluye con una recomendación de cómo mejorar el desempeño de estos programas para que sigan promoviendo la conservación y el uso sustentable del bosque mesófilo de montaña en el futuro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desarrollo: antecedentes y logros

Un conjunto de factores contribuyeron a la creación de programas de PSAH en México, siendo quizá los más importantes el deterioro de los recursos forestales, sus servicios hidrológicos y los recursos hídricos del país (Manson, 2004). Durante una gran parte del siglo pasado, México tuvo una de las tasas de deforestación más elevadas en América Latina. Cifras de la CONAFOR (2012) muestran que desde la década de los noventa, las tasas anuales de transformación de bosques empezaron a disminuir: 1990 a 2000 (0.5%), 2000 a 2005 (0.3%), y 2005 a 2010 (0.2%). Sin embargo, durante este mismo período México perdió un promedio de 0.39% de su cobertura cada año; es decir, 5.489 millones de hectáreas en total. Por otro lado, el país enfrenta múltiples retos en el manejo de los recursos hídricos, incluyendo 64% menos agua disponible per cápita comparado a mediados del siglo pasado,

debido al crecimiento poblacional, 140 acuíferos sobreexplotados que surten agua a 40 millones de mexicanos, y modelos climáticos prediciendo que la situación solo empeorará en términos de sequías y tormentas tropicales (CONAGUA, 2002; 2006; Emanuel, 2005; Wehner *et al.*, 2011). Con base en esta problemática, y pérdidas anuales del orden de 5% a 8% del PIB, debido al deterioro y la degradación ambiental (INEGI, 2016), México decidió lanzar el programa nacional de PSAH en 2003 (Manson, 2004). Este programa fue creado a través de la transferencia de 2.5% de las cobros por concesiones del agua desde CONAGUA al Fondo Forestal Mexicano, un fideicomiso creado y operado por la CONAFOR. En sus primeros diez años de operación (2003 a 2013), y con contratos de cinco años, este programa logró realizar unos \$8585 mil millones de pesos en pagos a unos 7351 beneficiarios, protegiendo así 4.27 millones de ha de bosques en el país (Figura 2). En 2008, la CONAFOR creó otro tipo de programa de PSAH, basado en aportaciones concurrentes y dando más libertad a los actores locales en el diseño y operación de sus programas (Manson *et al.*, 2013). Durante el periodo de 2008 a 2013 se logró establecer 83 de estos programas, protegiendo y restaurando 350 mil ha de bosque con pagos, alcanzando \$972 millones de pesos.

El papel del bosque de niebla

Desde el arranque de los programas de PSAH en México hubo mucho interés en el bosque de niebla o mesófilo de montaña (BMM) como un proveedor importante de servicios hidrológicos. Uno de los retos iniciales en la creación del programa nacional fue determinar

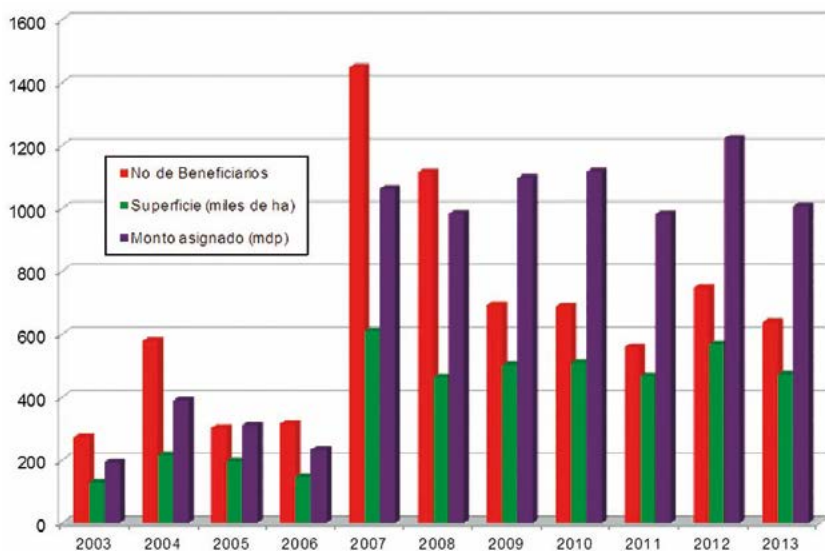


Figura 2. Desarrollo del programa nacional de PSAH en México en términos del número de personas o grupos beneficiados, y el total de recursos recibidos y de superficie boscosa conservada.

el monto a pagar a los propietarios, cuyos bosques se encuentran dentro de las zonas elegibles para recibir estos estímulos económicos. Después de mucho debate, reuniones con expertos y encuestas de campo, se decidió establecer un monto fijo de \$450.00 ha⁻¹ (pesos mexicanos) para predios con BMM y \$350.00 para otros tipos de bosque templado basado en el método de costos de oportunidad (Muñoz-Piña *et al.*, 2008). Esta decisión se basó en el conocimiento de expertos y la observación de que, por estar en condiciones de niebla, el BMM tenía la doble virtud de una baja tasa de evapotranspiración y una masa de epífitas que aumentó mucho su superficie y por eso la captura de la precipitación horizontal en la forma de condensación (Figura 1) (Hamilton, 1995; Manson, 2004; Muñoz-Piña *et al.*, 2008). Sin embargo, aunque sigue el interés en la conservación y restauración de este tipo de bosque por los múltiples servicios ecosistémicos que proporciona (Toledo-Aceves *et al.*, 2011), parece que el papel del BMM en procesos hidrológicos es más complicado y variable que como se contempló originalmente (Bruijnzeel *et al.*, 2011). Evidencia de nuevos estudios sugiere que el valor hidrológico del BMM no es constante (Scatena *et al.*, 2010), sino que depende de cambios geográficos en clima y los patrones de neblina y viento (Jarvis y Mulligan, 2011). Por ejemplo, la contribución observada del BMM con la captura de la precipitación horizontal puede variar entre 22 mm a 1990 mm o de 5% a 75% de la precipitación total anual modelado en una cuenca particular; igualmente, rangos de evapotranspiración pueden más que duplicar de 550 mm a 1280 mm, dependiendo del contexto climático local (Bruijnzeel *et al.*, 2011). Estudios realizados en cuencas en el centro de Veracruz, considerado un laboratorio para la creación de programas de PSAH, muestran que los remanentes de BMM tienden a no ser muy importantes en capturar más agua (precipitación horizontal <2% del total anual y evapotranspiración de 1325 mm al año (Holwerda *et al.*, 2010; Muñoz-Villers *et al.*, 2012; Alvarado-Barrientos *et al.*, 2014) y resaltan el peligro de supuestos de que bosques del mismo tipo tengan un comportamiento constante en la provisión de servicios ecosistémicos.

Estos resultados resaltan la urgencia de más estudios realizados *en situ* para cuantificar la provisión de servicios, el monitoreo de largo plazo de los programas de PSAH para asegurar que estén teniendo los efectos deseados, así como un manejo más creativo del concepto de servicios hidrológicos, más allá que la provisión anual del agua (Brouwer *et al.*, 2011; Manson *et al.*, 2013); por ejemplo, los mismos estudios citados en el centro del estado de Veracruz muestran que mientras los remanentes de BMM no aportan mucho en términos de gasto anual, puedan ser muy importantes comparados con otros usos de suelo en asegurar un flujo base durante la época de secas (35% a 75% más alto en cuencas dominadas por bosques comparadas con pastizales (Muñoz-Villers y McDonnell, 2013). Otro estudio realizado por Mokondoko Delgadillo *et al.* (2016) en la misma zona resaltan cómo las franjas de BMM ubicadas en zonas ribereñas regulan la calidad del agua y cantidad de enfermedades gastrointestinales en comunidades aledañas, con un valor económico similar a lo utilizado en los programas de PSAH (Figura 3).

Estos resultados y la desagregación del concepto de servicios hidrológicos podrían ser utilizados para gestionar aún más recursos para los programas de PSAH, operando en zonas de BMM de instancias gubernamentales como la Secretaría de Salud Pública (contaminación bacteriológica), la SAGARPA y la SENER (sólidos totales en suspensión y sus implicaciones para la fertilidad de suelos y vida productiva de presas hidroeléctricas) y la Secretaría de Protección Civil (flujo base y flujo pico durante épocas de lluvias y secas, respectivamente (Manson *et al.*,

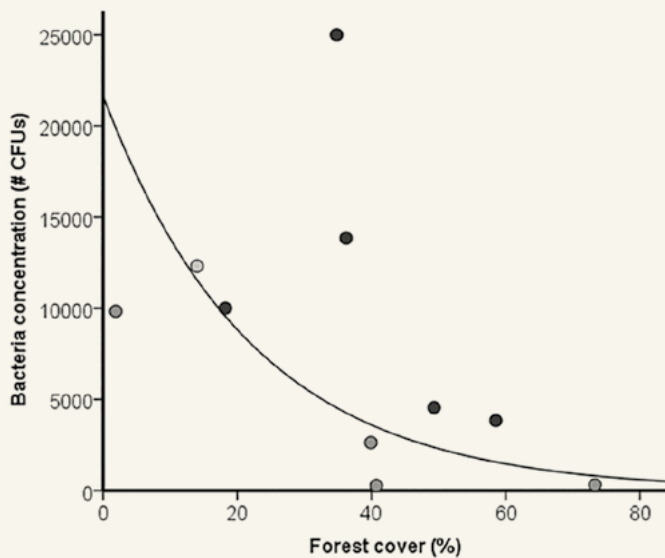


Figura 3. La relación entre la cobertura de BMM bien conservada en zonas ribereñas de 50-100 m de ancho y las concentraciones de bacterias (*Escherichia coli*) detectadas en muestras mensuales del agua en ríos y arroyos en la cuenca del Río Antigua con alta (puntos negros) o baja (puntos grises) incidencia de cólera.

2013). Recientes cambios en los términos de referencia para los programas locales de PSAH, y un aumento en el interés en el monitoreo comunitario de cuencas (Flores-Díaz et al., 2013), podrían aportar recursos para un monitoreo de largo plazo en cuencas con BMM.

CONCLUSIONES

Esta revisión de los programas de PSAH en México, muestra que existe una amplia gama de justificaciones para su enfoque en los BMM. Sin embargo, los operadores de estos programas deben ser conscientes de cómo las condiciones climatológicas locales puedan afectar la capacidad de los BMM a brindar estos servicios. No apostar todo en un solo tipo de servicio hidrológico (gasto anual), sino buscar resaltar la amplia gama de servicios que este tipo de bosque pueda proporcionar. Fomentar estudios hidrológicos y el monitoreo de largo plazo en las cuencas de interés, con el fin de contar con información necesaria para evaluaciones periódicas y mejoras continuas de estos programas.

LITERATURA CITADA

- Alvarado-Barrientos M.S. Holwerda F. Asbjornsen H. Dawson T.E. y Bruijnzeel L.A. 2014. Suppression of transpiration due to cloud immersion in a seasonally dry Mexican weeping pine plantation. *Agricultural and Forest Meteorology* 186: 12-25.
- Anbumozhi V. Radhakrishnan J. Yamaji E. 2005. Impact of riparian buffer zones on water quality and associated management considerations. *Ecological Engineering* 24:517-523.
- Bonan G.B. 2008. Forests and Climate Change: Forcings, Feedbacks, and the Climate Benefits of Forests. *Science* 320:1444-1449.
- Bradshaw C.J.A. Sodhi N.S. Peh K.S.H. Brook B.W. 2007. Global evidence that deforestation amplifies flood risk and severity in the developing world. *Global Change Biology* 13:2379-2395.
- Brauman K.A. Daily G.C. Duarte T.K. Mooney H.A. 2007. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. *Annual Review of Environmental Resources* 32:67-98.
- Brouwer R. Tesfaye A. Pauw P. 2011. Meta-analysis of institutional-economic factors explaining the environmental performance of payments for watershed services. *Environmental Conservation* 38:380-392.
- Bruijnzeel L.A. Mulligan M. Scatena F.N. 2011. Hydrometeorology of tropical montane cloud forests: emerging patterns. *Hydrological Processes* 25(3):465-498.
- Calder I. R. 2002. Forests and hydrological services: reconciling public and science perceptions. *Land use and water resources research* 2(2):1-12.
- CONAFOR. 2012. Datos proporcionados por la Coordinación General de Producción y Productividad, Comisión Nacional Forestal, Guadalajara, México.
- CONAGUA. 2002. Compendio básico del agua en México: 2002. Comisión Nacional del Agua. México, D.F.
- CONAGUA. 2006. Agua en México. Subdirección General de Programación, Comisión Nacional del Agua. México, D.F.
- Daily G.C. 1997. *Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press. Nueva York.
- Emanuel K. 2005. Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature* 436:686-688.
- Engel S. Pagiola S. Wunder S. 2008. Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues. *Ecological Economics* 65:663-674.
- Flores-Díaz A. Ramos-Escobedo M. Manson R. Ruiz-Córdova S. Vidriales G. Deutsch W. y Aranda E. 2013. Monitoreo comunitario del agua: retos y aprendizaje desde la perspectiva de Global Water Watch-México. Memorias en Extenso, Mesa VIII, pp. 903-915. III Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Morelia, Michoacan. 27-30 de agosto.
- Greenwood K.L. McKenzie B.M. 2001. Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: A review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41:1231-1250.
- Hamilton L.S. 1995. Mountain cloud forest conservation and research: a synopsis. *Mountain Research and Development* 15(3):259-266.
- Heathwaite A.L. 2010. Multiple stressors on water availability at global to catchment scales: understanding human impact on nutrient cycles to protect water quality and water availability in the long term. *Freshwater Biology* 55:241-257.
- Holwerda F. Bruijnzeel L.A. Muñoz-Villers L.E. Equihua M. Asbjornsen H. 2010. Rainfall and cloud water interception in mature and secondary lower montane cloud forests of central Veracruz, Mexico. *Journal of Hydrology* 384(1):84-96.
- INEGI. 2016. Cuentas Económicas y Ecológicas de México. Consultado 8/04/16: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/ee/>
- Kremen C. Ostfeld R.S. 2005. A call to ecologists: measuring, analyzing, and managing ecosystem services. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3:540-548.

- Lawton R.O. Nair U.S. Pielke Sr. R.A. Welch R.M. 2001. Climatic impact of tropical lowland deforestation on nearby montane cloud forests. *Science* 294: 584-587.
- Lele S. 2009. Watershed services of tropical forests: from hydrology to economic valuation to integrated analysis. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 1(2):148-155.
- Little C. Lara A. McPhee J. Urrutia R. 2009. Revealing the impact of forest exotic plantations on water yield in large scale watersheds in South-Central Chile. *Journal of Hydrology* 374: 162-170.
- Manson R.H. 2004. Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México. *Madera y Bosques* 10(1):3-20.
- Manson R. Barrantes G. y Bauche Petersen P. 2013. Lecciones de Costa Rica y México para el desarrollo y fortalecimiento de programas de pago por servicios ambientales hidrológicos en América Latina. En: Lara A. Latorra P. Manson R. y Barrantes G. Eds. *Servicios ecosistémicos hídricos: estudios de caso en América Latina y el Caribe*, 143-168, Imprenta América, Valdivia, Chile.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: current state and trends*. Island Press. Washington.
- Mokondoko S.P. Manson R.H. Pérez-Maqueo O. 2016. Economic costs of changes in land cover on water quality and public health in central Veracruz, Mexico. *Ecosystem Services*. En Prensa.
- Morgan R.P.C. 1995. *Soil Erosion and Conservation*. Longman. Londres.
- Nearly D.G. Ice G.G. Jackson C.R. 2009. Linkages between forest soils and water quality and quantity. *Forest Ecology and Management*, 258(10):2269-2281.
- Muñoz-Piña, C. Guevara A. Torres J.M. Braña J. 2008. Paying for the hydrological services of Mexico's forests: Analysis, negotiations and results. *Ecological economics* 65(4):725-736.
- Muñoz-Villers, L. 2008. Efecto del cambio en el uso del suelo sobre la dinámica hidrológica y calidad de agua en el trópico húmedo del centro de Veracruz, México. Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, D.F. 93 p.
- Muñoz-Villers L.E. Holwerda F. Gómez-Cárdenas M. Equihua M. Asbjornsen H. Bruijnzeel L.A. Marín-Castro B.E. and Tobón C. 2012. Water balances of old-growth and regenerating montane cloud forests in central Veracruz, Mexico. *Journal of Hydrology* 462:53-66.
- Muñoz-Villers L.E. y McDonnell J.J. 2013. Land use change effects on runoff generation in a humid tropical montane cloud forest region. *Hydrology and Earth System Sciences* 17(9): 3543-3560.
- Postel S.L. 2000. Entering an era of water scarcity. *Ecological Applications* 10:941-948.
- Sweeney B.W. Bott T.L. Jackson J.K. Kaplan L.A. Newbold J.D. Standley L.J. Hession W.C. Horwitz R.H. 2004. Riparian deforestation, stream narrowing, and loss of stream ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Science* 101:14132-37
- Toledo-Aceves T. Meave J.A. González-Espinosa M. Ramírez-Marcial N. 2011. Tropical montane cloud forests: current threats and opportunities for their conservation and sustainable management in Mexico. *Journal of Environmental Management* 92(3): 974-981.
- Vitousek P.M. Mooney H.A. Lubchenco J. Melillo J.M. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277: 494-499.
- Wehner M. Easterling D.R. Lawrimore J.H. Heim Jr R.R. Vose R.S. Santer B.D. 2011. Projections of future drought in the Continental United States and Mexico. *Journal of Hydrometeorology* 12(6): 1359-1377.
- Wunder S. 2013. When payments for environmental services will work for conservation. *Conservation Letters* 6(4):230-237.
- Zuazo V.H.D. Pleguezuelo C.C.R. 2008. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers, a review. *Agronomy for Sustainable Development* 28:65-86.

OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA A TRAVÉS DEL MANEJO ALTERNATIVO: PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES

CLOUD FOREST CONSERVATION OPPORTUNITIES THROUGH ALTERNATIVE MANAGEMENT: COMMERCIAL FOREST PLANTATIONS

López-Upton J.

Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5. Montecillo, Texcoco, Méx. 56230.

Autor de correspondencia: uptonj@colpos.mx

RESUMEN

Una plantación forestal es un cultivo forestal creado artificialmente y ha sido utilizado para aumentar la producción forestal por todo el mundo, y obtener diferentes productos madereros y no madereros generados por el mismo, incluidos los servicios ecosistémicos asociados. Se comentan algunas consideraciones de la importancia de establecer éstas en el bosque de niebla, como enriquecedora de éstos, a través de incluir individuos de las especies más importantes en asociación con el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) o bien en pequeñas áreas de cultivo intensivo que puedan proveer productos de alta demanda y precio que ayuden a evitar la sobreexplotación del bosque natural, o su desaparición por cambio de uso de suelo por actividades más rentables económicamente. Se hace énfasis en la necesidad de incluir individuos de calidad y crecimiento superior, manejando una base genética amplia.

Palabras clave: Bosque mesófilo, conservación, diversidad genética, sustentabilidad, plantaciones comerciales.

ABSTRACT

A forest plantation is a forest crop created artificially and has been used to increase forest production throughout the world, and to obtain different timber and non-timber products generated by it, including the associated ecosystemic services. Some considerations are discussed regarding the importance of establishing them in the cloud forest, as a way to enrich it, by including individuals of the most important species in association with coffee (*Coffea arabica* L.) growing, or in small intensive cultivation areas that can provide products of high demand and price that help to avoid overexploitation of the natural forest, or their disappearance as a result of the change in land use for more financially profitable activities. Emphasis is made on the need to include individuals of higher quality and growth, managing a broad genetic basis.

Keywords: mesophyll forest, conservation, genetic diversity, sustainability, commercial plantations.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp: 50-55.

Recibido: octubre, 2016. **Aceptado:** diciembre, 2016.

INTRODUCCIÓN

Una plantación forestal se define como un cultivo forestal o rodal, creado artificialmente, ya sea por siembra directa o plantando. Por supuesto, es muy diferente crear una plantación sobre un pastizal, o bien, cuando un bosque existente es regenerado por el enriquecimiento a través de la plantación de árboles de mejor calidad que el actual, sean o no, de la misma especie. Así, se han definido términos como Aforestación cuando se planta en terrenos que no han tenido vegetación forestal por cierto tiempo (unos dice al menos 50 años); por ejemplo, áreas de pastura o plantaciones de frutales abandonadas. Reforestación se refiere a plantar esencialmente árboles donde ya había recientemente o cambiar un bosque totalmente renovando sus especies, así que puede ser, tanto remplazar un bosque por otro, cortar el bosque a matarraza y poner una plantación de una sola especie, o bien, renovar con las mismas especies que había antes de algún tipo de disturbio.

¿Por qué hacer plantaciones forestales?

El bosque natural ha sido diezmado de sus mejores individuos, reduciendo su productividad. A través de los siglos, la gente ha obtenido diferentes satisfactores del bosque, destacando la madera para cocinar alimentos, obtener material de construcción o papel. En el proceso, por efectos de rentabilidad se han eliminado los mejores individuos, dejando en pie y como árboles progenitores individuos de portes, conformación y tasas de crecimiento inferiores a lo que existía naturalmente. La selección adecuada de materiales puede ayudar a recuperar (restaurar) una situación que se tenía anteriormente, recuperando plenamente la belleza y las funciones del bosque. En estas áreas la madera es para cocinar o calentarse; además, tiene otros usos domésticos, tales como postes para construcción, cercado o empalizadas. Dependiendo del clima, el uso de la leña puede llegar hasta 2 m³ por persona anualmente (Miller *et al.*, 1986). Con los altos precios del gas licuado, y el costo de transporte para los hogares en zonas rurales, el uso de la leña para combustible ha estado en ascenso, de tal forma que mucha se recolecta para la elaboración de carbón de uso doméstico o industrial; por ejemplo, el uso de madera para el tostado de café o la fabricación de ladrillos en estas regiones. La demanda legal e ilegal por productos derivados del bosque continuará y aumentará como se incrementa la población, o bien, por su poder adquisitivo, lo que ejercerá cada vez más presión sobre la vegetación natural (Evans, 2009). Las plantaciones forestales pueden servir como almacén de carbono (Savill y Evans, 1986; Evans, 2009; y Hardcastle, 1999), aunque también hacer muebles, o bien, materiales de construcción de casa habitación como duelas, lambrín o paredes forradas de madera ayudaría a conservar almacenado ese carbono. Las plantaciones reducen la erosión eólica al proveer de barreras rompe vientos, estabilizan el suelo, reducen la pérdida del suelo rica en nutrientes y protegen las plantas jóvenes contra el viento, y pueden influir contra el cambio climático. Las plantaciones forestales protegen los recursos hidrológicos, reduciendo la erosión superficial y la sedimentación, filtrando los contaminantes del agua; aumentan la calidad del agua, regulan la escorrentía y propician las precipitaciones en zonas de alta nubosidad. Además, éstas reducen la velocidad y el caudal de las avenidas después de lluvias de alta intensidad (Hamilton y King, 1983).

Balanza comercial forestal de México

En los últimos años, en México ha existido una situación general caracterizada por el incremento constante del consumo de productos forestales, incluida la madera, combinada por una baja en la oferta nacional provocada por disminución de la producción doméstica (Fierros-González, 2012). Esto ha conducido en los últimos años a una creciente importación de productos forestales, ya que en conjunto se exportaron 1901.2 mdd (millones de dólares) y se importaron productos por un valor total de 8042.0 mdd, principalmente celulósicos, pero también madera, lo que representó un déficit de la balanza comercial forestal de -6,140.8 millones de dólares en 2014; de esos, 4,081.7 millones de dólares son por celulósicos (SEMARNAT, 2014). Esto representa un nicho de oportunidad para generar ingresos mayores que las actividades agropecuarias, si se añaden los beneficios ecológicos asociados al bosque. Las plantaciones con especies de rápido crecimiento cercanas a los centros de consumo han sido la solución para evitar que se avance en la destrucción de la vegetación natural. Por ejemplo, en México la industria forestal para madera de escuadría, celulósicos, chapa y triplay, postes, morillos (vigas), así como la dedicada a energéticos (leña y carbón) y para durmientes se abastece principalmente de la madera proveniente del bosque nativo y, en una menor proporción (cerca de 5%), de plantaciones con fines comerciales. Lo anterior es una excelente oportunidad para hacer más competitivo al sector forestal a través de la oferta o abastecimiento de materias primas de calidad y entregadas con oportunidad. Existe una excelente

oportunidad de exportación de los productos procesados a partir de las materias primas de plantaciones en un futuro, tales como muebles de madera para dormitorios, para oficina y hotelería, marcos, listones y molduras, principalmente a Europa y Asia. El producto final que se pretende con el establecimiento de las plantaciones comerciales más rentable y que puede competir con otras actividades actualmente más rentables, como la agricultura y la ganadería, es la producción de madera en rollo y su transformación a través del aserrío, sin embargo, también se generarán un conjunto de servicios ambientales que es necesario considerar dentro del esquema de beneficios, principalmente captura de carbono, servicios hidrológicos, conservación de suelo y generación de hábitat para la vida silvestre.

¿Por qué considerar plantaciones forestales en los bosques de niebla?

Muchas áreas que antes estaban cubiertas por el bosque de niebla son actualmente pastizales para producción extensiva de ganado o dedicado a cultivos de café. La regeneración natural del bosque es en ocasiones difícil, ya que no se pueden obtener las especies de valor superior con la frecuencia buscada, así que el plantar ciertas especies de importancia económica y ecológica puede "enriquecer" los bosques. Sin embargo, estableciendo plantaciones forestales manejadas intensivamente y con turnos cortos, se puede obtener mayor cantidad de madera de calidad y homogénea por unidad de superficie. Por ello, representan una alternativa de reconversión productiva, una vez que los usos tradicionales de la ganadería y agricultura han dejado de ser rentables en el corto plazo (Romo-Guzmán *et al.*, 2014). Sin embargo, las plantaciones intensivas deben manejarse adecuadamente para evitar la compactación del suelo y reducción de infiltración del agua (Hardcastle, 1999). La media nacional de producción forestal es de $1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ por año, con una silvicultura intensiva en los bosques de clima templado de México se pueden alcanzar hasta 3 m^3 , y en los estados del norte de México, hasta $30\text{-}40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ por año en los del centro, bajas elevaciones o del sur del país; esto ocurre si se plantan en sitios fértiles las especies de crecimiento más rápido, nativas o introducidas (López *et al.*, 2005; Hodge y Dvorak, 2012; Romo-Guzmán *et al.*, 2014).

La alta precipitación pluvial, sin presencia de heladas de gran magnitud, aunada a la excelente calidad de los suelos, le confiere ventaja a los bosques de niebla sobre otros ecosistemas de México. Se ha determinado que

algunas especies pueden alcanzar hasta $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ por año, o más (Romo-Guzmán *et al.*, 2014), siendo solo superado por plantaciones en lugares muy cálidos del trópico de México (sur de Veracruz y Tabasco) donde se establecen plantaciones comerciales sobre terrenos antes dedicados al pastoreo. Por otro lado, se ha criticado mucho a las plantaciones por su falta de biodiversidad, lo cual puede ser cierto en algunas plantaciones en ambientes tropicales y semitropicales (Hardcastle, 1999). Las especies introducidas han sido especialmente criticadas, sin embargo, estudios en la región de La Sabana, Oaxaca, indican que la diversidad de la flora es alta en el sotobosque de plantaciones de *Eucalyptus*, y que algunas herbáceas de la plantación son las mismas que se presentan en áreas naturales de la selva alta perennifolia (Oros-Nakamura, 2008). La reducción de la diversidad dependerá de la vegetación que había antes de establecer las plantaciones; en el caso de tierras abandonadas por la agricultura o ganadería y degradadas, las plantaciones ofrecen abrigo a muchas especies pioneras en el sotobosque (Hardcastle, 1999).

Oportunidad de apoyo gubernamental

El Programa de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN), desde su creación en 1977, programa Sectorial 1995-2000, contempla el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, como una de las opciones más viables para incrementar la productividad del sector y reducir la presión en el uso de los bosques naturales. Debido al alto porcentaje del déficit del sector forestal nacional y al escaso manejo intensivo del bosque natural, las plantaciones forestales comerciales son una opción viable para incrementar la productividad del sector (Velázquez-Martínez, 2010; Fierros-González, 2012). Además, se considera que establecer plantaciones forestales cerca de los núcleos poblacionales reducirá el costo del transporte de los productos del bosque, con los consecuentes ahorros de combustible, mantenimiento a vehículos, caminos, factores asociados al transporte. Actualmente se tiene la política de apoyar el desarrollo de proyectos de plantaciones comerciales,



proporcionando subsidios y otros incentivos fiscales a esta actividad. En algunos sitios de manejo intensivo ya no son rentables las actividades agropecuarias, ya que redujeron la fertilidad de los suelos. En algunos de estos sitios, las grandes empresas plantadoras del país se han establecido, con importantes logros productivos a nivel internacional, gracias en parte al benigno clima tropical (Velázquez-Martínez, 2010). Las plantaciones forestales comerciales en México no pueden realizarse en áreas con vegetación arbórea natural (por Ley); no se puede sustituirlas legalmente por árboles cultivados y menos por especies exóticas (Fierros-González, 2012). Sin embargo, empleando los criterios adecuados, la superficie necesaria de plantaciones forestales para cubrir la demanda de madera industrial podría ser al menos de 5% de la superficie forestal total del planeta (Sedjo y Botkin, 1997). El 50% de los productos industriales forestales de Brasil son generados en plantaciones que cubren únicamente 1% del área forestal. En Nueva Zelanda y Chile ocupan 16% del área forestal y abastecen 95% de la producción maderable (FAO, 1997).

Agroforestería y especies útiles

Los árboles para sombra de cafetales (*Coffea arabica* L.) son fuente de otros bienes como fijadoras de nitrógeno (Fabaceae), fuente de alimento humano (frutas) y animal (forraje), soporte para otras especies vegetales comestibles, de usos medicinal o decorativos, madera aserrada para consumo propio o rolliza para cercas, combustible, además de madera aserrada que puede comercializarse cuando el rendimiento de la cosecha de café no es el mejor ingreso (Beer *et al.*, 2003, Soto-Pinto *et al.*, 2007). Entre los usos de las especies arbóreas utilizadas como sombra en las fincas cafetaleras, el maderable puede ser una buena opción para generar ingresos; actualmente se están probando especies de coníferas susceptibles de ser usadas para la obtención de resina y madera, una vez que cumplan su turno técnico, por lo que en una misma superficie se pueden lograr tres productos de alta demanda en el mercado nacional.

Replantar las mismas especies con una selección de especie más adecuadas ecológica-

mente o con mejor tasa de retorno económico debe ser una prioridad en los proyectos de plantaciones. Se pueden tomar como base las recomendaciones de Benítez-Badillo *et al.* (2004) quienes reportan datos y usos de 107 especies de árboles que son nativos en el estado de Veracruz y comunes en otros estados de la República Mexicana. La alta diversidad de los Bosques de niebla da la oportunidad de utilizar muchas especies de utilidad forestal. Sin tratar de cubrir todo lo existente, existen diversos esfuerzos para identificar especies útiles, por ejemplo, *Quercus laurina* (encino rojo) y *Q. oleoides* (tezmole) cuya madera tiene usos bien reconocidos por su resistencia, dureza y durabilidad natural, y se han recomendado para pisos, postes, tonelería y muebles de alta calidad. *Trema micrantha* (ixpepel) es semejante en calidad a la madera de *Cedrela odorata* (cedro), la cual es muy apreciada en el mercado nacional (Bárceñas-Pasos y Ordonéz-Candelaria, 2008). Otras muy usadas en los B. N., como *Acrocarpus fraxinifolius*, *Melia azedarach* y *Mimosa scabrella*, tienen una resistencia mecánica baja en comparación con la de los pinos. Cuando sea posible promover el uso de especies nativas, ya que varias pueden ser aptas para fabricar muebles, cajas de embalaje o decorativas y artesanías; también pueden utilizarse como rollizos para elementos constructivos o postes para cercas. Se ha sugerido que la selección de especies de árboles en las fincas de café se haga no solo con un criterio económico o utilitario, sino también ecológico; esto es, que preferir especies nativas con diámetros grandes y que sean especies con frutos comestibles dispersados por animales (Williams-Linera y López-Gómez, 2008). Solo entre Coatepec y Huatusco, Veracruz, estas autoras reportan 83 especies arbóreas nativas y 24 no nativas útiles para usarse en combinación con el café. Por ejemplo, *Inga spuria* (*Inga vera*) es abundante y ampliamente utilizada en agroforestería, debido al potencial de fijar nitrógeno atmosférico; es una de las especies más usadas como sombra para las plantaciones de café y se reconoce que puede utilizarse la madera, como medicinal y ornamental. También la recomiendan para la producción de pulpa para papel y es utilizada para construcciones rurales, vigas y leña (Duke, 1983). Otro ejemplo de una especie abundante es *Liquidambar styraciflua* usada para madera de aserrío, como adorno y como fuente del bálsamo styrax o estoraque. La madera del árbol es compacta y tiene grano fino, utilizada en carpintería para fabricar muebles en general, gabinetes, cajas, cajones, chapas, revestimientos de paredes, puertas, acabados interiores, y mangos para herramientas. También se le da uso para pulpa de fibra y

como sustituto de la ebonita en marcos para cuadros. Es de utilidad para hacer casas rurales, como vigas, horcones, tabla para pared y, si no se moja, pisos de gran duración, delimitación de terrenos de la casa y de potreros y tarimas de carga. En la zona de Zongolica han iniciado su aprovechamiento a 10 años con 15 cm de diámetro y 15 m de altura. Los frutos se utilizan como adornos navideños y como fuente del bálsamo styrax, ampliamente utilizado en el ramo de la perfumería, como purificador y desodorizante, para darle más sabor al tabaco y como incienso.

Entre las especie de pinos útiles al clima del bosque de niebla, México cuenta con varias especies nativas de rápido crecimiento y excelente madera que han sido utilizadas internacionalmente en plantaciones comerciales; *Pinus patula*, *P. chiapensis*, *P. maximinoi*, *P. tecunumanii* y *P. greggii* var. *australis* pueden llegar a generar hasta 30-40 m³ ha⁻¹ por año (López-Upton *et al.*, 2005; Hodge y Dvorak, 2012; Romo-Guzmán *et al.*, 2014). Cada una tiene su rango altitudinal donde es más productiva, siendo la primera más efectiva en los sitios altos del Bosque de Neblina; de *P. chiapensis* hay relictos que deben protegerse y enriquecerse con el intercambio de genes entre sus pequeñas poblaciones para recobrar diversidad genética. Lastimosamente, *P. maximinoi* y *P. tecunumanii*, de gran potencial por su enorme crecimiento (Hodge y Dvorak, 2012) son poco utilizadas aún, e incluso, se desconoce su existencia por los manejadores de los recursos forestales.

Manejo intensivo pero cuidar la diversidad genética

Al iniciar un proyecto de plantaciones comerciales, ya sea de enriquecimiento del bosque, en agroforestería o comerciales mono específicas, se debe tener en cuenta que el terreno debe prepararse adecuadamente, controlar las hierbas al inicio, fertilizar en algunos casos, manejar la densidad de la plantación realizando aclareos de los árboles inferiores para obtener un producto inicial pero, sobre todo, distribuir el arbolado para obtener diámetros de mayores dimensiones al reducir la competencia intraespecífica que ellos mismos generan. Debe utilizarse germoplasma de origen local y de la mejor calidad genética posible en las plantaciones forestales (White *et al.*, 2007). Desafortunadamente en México no existe un mercado certificado de semillas forestales o material vegetativo de calidad. Un proyecto de plantaciones no debe iniciar usando plantas de los viveros nacionales, ya sean de productores o de apoyo del gobierno, porque los árboles progenitores solo son seleccionados por su

prolificidad y su fácil acceso, usualmente de individuos inferiores de calidad con baja productividad y diversidad genética. Es importante seleccionar los mejores individuos, de mejor porte y forma, fustes limpios, dependiendo de la especie, y con ramas delgadas, además de determinar su velocidad de crecimiento. Esto asegurará mayor productividad de ciclo corto y calidad superior. Sin embargo, debe iniciarse con gran cantidad de árboles seleccionados en amplias superficies forestales en la región con la finalidad de mantener la adaptación y de una alta diversidad genética, útil en la evolución de la especie y para un programa de mejoramiento genético de ser iniciado. Para esto último, los productores pueden asociarse para formar cooperativas de trabajo cuyo fin sea el de compartir recursos genéticos y apoyarse, por ejemplo, con desarrollos tecnológicos en colaboración con instituciones de investigación y educación. Actualmente CONAFOR da apoyos para el establecimiento de unidades productoras de germoplasma forestal, lo cual puede apoyar las iniciativas de las plantaciones forestales.

CONCLUSIONES

La balanza comercial forestal en México se vuelve cada vez más negativa, mientras que la extensión de los bosques se reduce por la mejor rentabilidad de las actividades agropecuarias. La industria forestal maderera y la dedicada a energéticos (leña y carbón) se abastecen principalmente del bosque nativo y escasamente de plantaciones con fines comerciales. El establecimiento de árboles de crecimiento superior, manteniendo una base genética amplia, dentro del bosque como "enriquecedor de los rodales naturales, su uso en sistemas agroforestales como lo es de sombra para café o en pequeñas superficies con o sin especies nativas, representa una oportunidad notable para elevar la producción forestal en poco espacio. Lo anterior es una excelente opción para mejorar el ingreso de los poseedores del recurso, haciendo más competitivo al sector forestal a través del abastecimiento de materias primas de calidad, con la exportación de los productos procesados a partir de las materias o procesadas.

LITERATURA CITADA

Bárceñas-Pasos G.M., Ordoñez-Candelaria V.R. 2008. Calidad de madera de los árboles de sombra. Cap. 17. In: Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S., Mehtretre K. (Eds.). Agroecosistemas Cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad Manejo y Conservación. Instituto Nacional de Ecología. Xalapa, Ver. pp: 235-246.

- Beer J., Ibrahim M., Somarriba E., Barrantes A., Leakey R. 2003. Establecimiento y manejo de árboles en sistemas agroforestales. In: Cordero J., Boshier D.H. (Eds.). Árboles de Centroamérica. OFI/CATIE. Costa Rica. pp: 197-242.
- Benítez-Badillo G., Pulido-Salas M.T., Equihua-Zamora M. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Instituto de Ecología, A.C., SIGOLFO, y CONAFOR. Xalapa, Veracruz.
- Duke A.J. 1983. Handbook of energy crops. http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Ingra_vera.html
- Evans J. 2009. Planted Forests; Uses, Impacts and Sustainability. CAB International and FAO. Oxfordshire, UK.
- Fierros-González A.M. 2012. Programa de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales; A 15 años de su Creación. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jal.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1997. State of the World's forests. FAO, Rome, Italy.
- Hamilton L.S., King P.N. 1983. Tropical forested watershed-hydrologic and soils response to major uses or conversion. Westview Press. Colorado.
- Hardcastle P.D. 1999. Plantations: potential and limitations. Estudio analítico encargado por el Banco Mundial. s.p.
- Hodge G.R., Dvorak W.S. 2012. Growth potential and genetic parameters of four Mesoamerican pines planted in the Southern Hemisphere. *Southern Forests* 74: 27-49.
- López-Upton J., Donahue J.K., Plascencia-Escalante F.O., Ramírez-Herrera C. 2005. Provenance variation in growth characters of four subtropical pine species planted in Mexico. *New Forests* 29: 1-13.
- Miller A.S., Mintzer I.M., Hoagland S.H. 1986. Growing power: bioenergy for development and industry. Study No. 5. World Resources Institute. Washington.
- Oros-Nakamura D. 2008. Diversidad vegetal en el sotobosque de plantaciones comerciales de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Texcoco, Méx. 64 p.
- Romo-Guzmán D., Navarro-Garza H., de los Santos-Posadas H.M., Hernández-Romero O., López-Upton J., 2014. Crecimiento maderable y biomasa aérea en plantaciones jóvenes de *Pinus patula* Schiede ex Schtdl. et Cham. en Zacualpan, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 5 (23): 78-90.
- Savill P.S., Evans J. 1986. Plantation silviculture in temperate regions: with special reference to the British Isles. Clarendon, Oxford.
- Sedjo R., Botkin D. 1997. Forest plantations to spare natural forests. *Environment* 39(10):15-20.
- SEMARNAT. 2014. Balanza Comercial Forestal 2014. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos- CONAFOR - Secretaría de Economía, México.
- Soto-Pinto L., Villalvazo-López V., Jiménez-Ferrer G., Ramírez-Marcial N., Montoya G., Sinclair F.L. 2007. The role of local knowledge in determining shade composition of multistrata coffee systems in Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 16: 419-436.
- Velázquez-Martínez A. 2010. Situación Actual y Perspectivas de las Plantaciones Forestales Comerciales en México. México, Comisión Nacional Forestal/Colegio de Postgraduados. Zapopan, Jal.
- White T.L., Adams T.W., Neale D.B. 2007. Forest Genetics. CAB International, Oxford.
- Williams-Linera G., López-Gómez A. 2008. Calidad de madera de los árboles de sombra. Cap. 17 In: Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S., Mehltreter K. (Eds.). Agroecosistemas Cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad Manejo y Conservación. Instituto de Ecología, A.C. e Instituto Nacional de Ecología. pp: 55-68.



OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA A TRAVÉS DE TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA CON SISTEMAS SILVOPASTORILES

CLOUD FOREST CONSERVATION OPPORTUNITIES THROUGH AGRIFOOD TECHNOLOGY WITH FOREST GRAZING SYSTEMS

Sánchez-Gómez, A.¹; Becerril-Pérez, C.M.^{2*}; Rosendo-Ponce, A.¹; Platas-Rosado, D.E.¹

¹Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Carretera Federal Xalapa-Veracruz km 88.5, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. C.P. 91690. Tel: (229) 2010770. ²Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56230.

*Autor de correspondencia: color@colpos.mx

RESUMEN

El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) de la región centro de Veracruz posee una problemática compleja, debido a que es la única en el país con asentamientos urbanos. Lo anterior conlleva al desarrollo de actividades económicas que ponen en riesgo al ecosistema; y el cambio de uso de suelo para uso ganadero ha generado su fragmentación. Los sistemas agropecuarios integrados, por medio de prácticas de diversificación e interacción entre sus componentes, propician el surgimiento de nuevas propiedades del sistema que ayudan a contrarrestar el impacto ambiental que las actividades ganaderas generan en la actualidad. Ejemplo de esto son los Sistemas Silvopastoriles, que pueden ser fuente de riqueza y desarrollo social para los habitantes del BMM, reduciendo el impacto ambiental que la actividad ganadera genera y promoviendo la regeneración del paisaje. Se plantean formas de cómo hacer su implementación.

Palabras clave: Bosque Mesófilo, ganadería, sistemas de pastoreo, recursos forrajeros.

ABSTRACT

The Mountain Mesophyll Forest (MMF) in the central region of Veracruz presents a complex problem, because it is the only one in the country with urban settlements. This entails the development of economic activities that place the ecosystem at risk; and the change in land use for livestock production which has generated its fragmentation. The integrated agricultural and livestock systems, through practices of diversification and interaction between their components, foster the emergence of new properties of the system that help to counteract the environmental impact that livestock production activities currently generate. An example of this are Forest Grazing Systems, which can be a source of wealth and social development for MMF inhabitants, reducing the environmental impact that the livestock activity generates and promoting the regeneration of the landscape. Ways to implement this are suggested.

Keywords: mesophyll forest, livestock production, grazing systems, fodder resources.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp: 56-61.

Recibido: octubre, 2016. **Aceptado:** diciembre, 2016.

INTRODUCCIÓN

El estado de Veracruz, México, posee gran riqueza de ecosistemas dentro de su territorio, y uno de los más importantes en cuanto a biodiversidad de especies animales y vegetales es el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), también conocido como Bosque de Niebla (Williams-Linera, 2012). Si bien el BMM se distribuye a lo largo de casi toda la zona de montaña de México, la Región 5, representada por la zona centro del Estado de Veracruz, se distingue por ser la única que posee asentamientos urbanos dentro de su superficie de influencia y el mayor porcentaje de superficie transformada por alguna actividad humana (CONABIO, 2010). La situación descrita sugiere generar y aplicar un plan de desarrollo regional que considere el uso y aprovechamiento integral de sus recursos naturales, mitigación del cambio climático, paisaje, actividades económicas y culturales de la población que lo habita, además de una estrategia de conservación ecológica. Esto representa un gran reto para las autoridades públicas estatales e instituciones de investigación, pero sobre todo para los habitantes de las unidades de producción agroalimentarias existentes, en quienes recae la responsabilidad directa de aprovechar y conservar su hábitat, considerado como patrimonio natural para México y el mundo (González-Espinoza *et al.*, 2012). La ganadería está presente en el BMM de esta región; sus prácticas contribuyen al deterioro ambiental transformando el paisaje y no logran contribuir económicamente al ingreso familiar de manera importante. La presente contribución expone una propuesta de manejo integral de los recursos del BMM, enfocada en la ganadería con la intención de preservar el paisaje, integrando los Sistemas Silvopastoriles (SSP) y los recursos genéticos criollos para la producción de alimentos y la generación de riqueza en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

La ganadería: actividad económica en la Región 5 del Bosque Mesófilo de Montaña

La domesticación de especies animales y su asentamiento en lugares propicios para su crianza ha permitido, entre otros factores, el desarrollo de las comunidades humanas mediante la oferta de alimentos y productos de origen animal (Provenza *et al.*, 2015). El Estado de Veracruz alberga el hato ganadero más grande del país; ocupa poco más de 50% de su superficie y destina al pastoreo cerca de 3.3 millones de hectáreas. En los municipios de Coscomatepec y Huatusco, representantes de la Subregión 5.3 del BMM (CONABIO, 2010), las actividades ganaderas ocupan 42% de su superficie equivalente a poco más de 13 mil hectáreas (INEGI, 2007).

El cambio de uso de suelo derivado de la conversión de bosques y selvas a espacios dedicados al pastoreo ha puesto en riesgo al BMM (González-Espinoza *et al.*, 2012). Sin embargo, la ganadería en el Estado de Veracruz contri-

buye con 47% del PIB agropecuario estatal y genera alrededor de 28 mil millones de pesos al año (SIAP-SAGARPA, 2015); por otra parte, para la Subregión 5.3 del BMM el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) junto con otras actividades relacionadas con la agricultura, recolección y actividades forestales no han podido reflejarse en la economía de sus habitantes, quienes tienen un alto grado de marginación (CONABIO, 2010). Existen aproximadamente 7500 unidades de producción con actividades agropecuarias o forestales en la Subregión 5.3 del BMM que generan poco más de 9500 empleos directos (INEGI, 2007). Lo anterior implica que para esta subregión las actividades ganaderas deben considerarse como fuente generadora de riqueza y bienestar para su población. De manera que, atendiendo a su situación sociopolítica y ecológica particular, reduciendo la superficie de espacios abiertos dedicados al pastoreo, diversificando y promoviendo una alta interacción entre sus componentes (suelo-planta-animal), la ganadería sea capaz de promover el desarrollo económico de la población rural y de proveer alimentos nutritivos e inocuos para

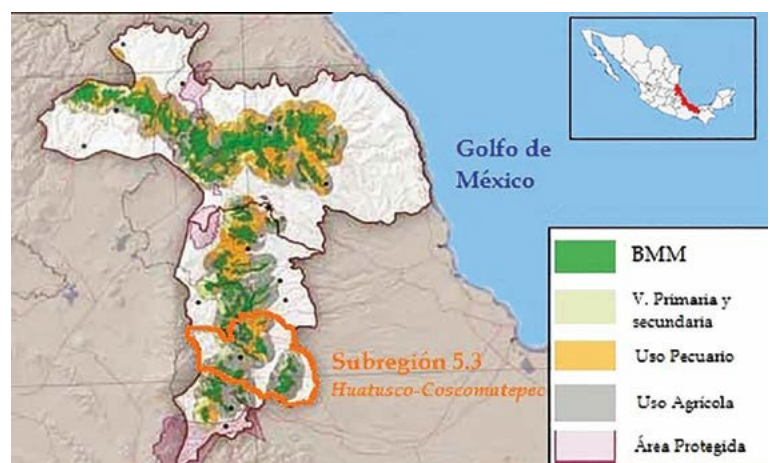


Figura 1. Uso de Suelo Región 5 del Bosque Mesófilo de Montaña (CONABIO, 2010).

la población urbana que habita en la región.

Sistemas integrados de producción agroalimentaria como una alternativa sostenible para el BMM

La necesidad de conservar las actividades ganaderas como una fuente de riqueza y oportunidad de desarrollo para los habitantes del BMM implica el rediseño en su estructura, sobre todo en la unidad productiva y parcela. Los sistemas integrados de producción agroalimentaria son unidades de producción diversificadas, donde sus elementos (cultivos y ganado) interactúan entre sí para hacer emerger nuevas propiedades a nivel sistema (Lemaire *et al.*, 2015) que pueden contrarrestar las amenazas que enfrenta el BMM. La vulnerabilidad, entendida como la susceptibilidad del sistema al impacto de un peligro; y la resiliencia, como la capacidad de regenerarse después de ese impacto negativo, son dos de las propiedades que surgen a partir de la diversificación en los componentes del sistema de producción y la maximización de la interacción ecológica entre sus componentes (Altieri *et al.*, 2015). Mantener un flujo cerrado y constante de energía y nutrientes refuerza los procesos metabólicos e inmunes del sistema, manteniendo su productividad. Una disminución en la dependencia de insumos externos (fertilizantes, medicamentos y alimentos, entre otros) es otra propiedad que emerge en estos sistemas. Lo anterior permite que la producción de biomasa dependa en su mayor parte de los procesos metabólicos e inmunes que se llevan a cabo dentro del sistema. Caso contrario, cuando por medio de medicamentos, hormonas y suplementos alimenticios que permiten

mantener la productividad del sistema refuerza los procesos inmunes y metabólicos que de manera natural deberían suceder (Bonaudo *et al.*, 2014). Los sistemas integrados de producción agroalimentaria son una propuesta para convertir la ganadería del BMM en una actividad económica viable a un costo ecológico mucho menor al actual y que enriquece biológica y ambientalmente el BMM. Un ejemplo de este tipo de sistemas son los sistemas silvopastoriles.

Los Sistemas Silvopastoriles; propuesta para la integrar la ganadería al BMM

Los Sistemas Silvopastoriles (SSP) son un arreglo agroforestal en el que se combinan, en el mismo espacio, plantas forrajeras de tipo rastrojero con arbustos y árboles destinados a diferentes usos, son una alternativa a la ganadería convencional debido a que promueven la diversificación de actividades forestales, agrícolas y ganaderas, regenerando la biodiversidad, reduciendo el riesgo de capital invertido, prestando servicios ambientales y manteniendo una producción aceptable (Murgueitio *et al.*, 2009).

Los SSP son arreglos flexibles que se adaptan a las condiciones locales y, pese a que han predominado en regiones tropicales y subtropicales de clima cálido, también están presentes en regiones de clima templado y semiárido (Insuasty *et al.*, 2011). Para que un sistema de producción agroalimentario se considere silvopastoril, no es necesario que los estratos leñosos cumplan un propósito forrajero, basta únicamente su interacción. En este sentido, los SSP se clasifican de diferente manera según su arreglo y función. Los árboles dispersos en potreros con vegetación mixta y los sistemas silvopastoriles intensivos pueden generar un papel importante en la reconversión de la ganadería del BMM.

Sistemas Silvopastoriles con árboles dispersos en potrero y vegetación mixta

Los árboles dispersos en potrero (ADP) son el segundo sistema silvopastoril más utilizado en la región tropical cálido húmeda de México (Grande *et al.*, 2009). Puede ocurrir de manera natural en vegetaciones climax o secundarias del BMM. Los árboles son retenidos en los potreros con el objetivo de evitar la erosión del suelo y proporcionar sombra, recursos maderables, leña o frutos. Favorecen el hábitat de diversas especies de mamíferos y aves; además, brindan servicios ambientales, tales como la fijación de carbono y mejora del paisaje (Martínez-Encino *et al.* 2013). Uno de los propósitos en el uso de ADP es fortalecer el ciclaje de nutrientes en el sistema. Los árboles y arbustos translocan más eficientemente los nutrientes desde la capa más profunda del suelo hacia la superficie a través de la descomposición de su hojarasca. Este proceso permite la deposición de nutrientes en formas asimilables, los cuales son aprovechados por plantas con raíces superficiales (Crespo, 2008). En este sentido, bajo prácticas de manejo adecuadas, el ganado juega un papel fundamental ya que acelera la descomposición de tejidos lignificados a través de su aparato digestivo y la deposición de heces (Borrelli y Oliva, 2001). Los ADP ofrecen una gran diversidad de especies vegetales en los potreros, sin embargo, su disponibilidad de forraje es moderada si se compara con otro tipo de SSP. Lo anterior implica que para este tipo

de sistemas se debe determinar en qué proporción deben estar presentes, de tal manera que se obtengan sus múltiples beneficios. Por una parte, los ADP ayudan a contrarrestar la fragmentación del BMM, considerado como uno de los principales problemas que enfrenta este ecosistema (Tejeda y Téllez, 2015), ya que actúan como amortiguador y corredores biológicos entre el BMM y el suelo de uso ganadero, regenerando flora y fauna (Chará y Giraldo, 2011) (Figura 2).

La reconversión de 40% de la superficie destinada al cultivo de pastos a sistemas de ADP puede regenerar poco más de 800 ha en los Municipios de Coscomatepec y Huatusco, Veracruz. Aunado a lo anterior, la diversidad de especies que el ganado puede ingerir en los ADP promueve prácticas de manejo orgánico y productos finales, como leche y carne, con características particulares (Provenza *et al.*, 2015) que permiten abrir nuevos mercados y la oportunidad de generar denominaciones de origen.

Sistemas Silvopastoriles intensivos para el BMM

Otra modalidad de SPP son los intensivos (SSPi) cuyo arreglo garantiza la disponibilidad de forrajes de alta calidad para el

ganado. Murgueitio (2009) los define como un sistema agroforestal para la producción animal que



Figura 2. Ganado criollo (*Bos taurus*) raza Lechero Tropical en un Sistema Silvopastoril de Árboles dispersos en potrero con vegetación mixta.

combina arbustos forrajeros a densidades altas (entre 7 mil y 60 mil plantas ha^{-1}) intercalados con pasturas mejoradas y árboles maderables o frutales a una densidad de 50 por ha. Este sistema adquiere el término de intensivo debido a la alta carga animal y a periodos cortos de ocupación y descanso prolongado. A pesar de que los SSPi son más comunes en regiones tropicales de clima cálido, se tiene evidencia que muestra su eficacia en regiones de



Figura 3. Sistema Silvopastoril intensivo con árboles de guaje (*Leucaena leucocephala*) a una densidad de 8500 plantas ha^{-1} asociado con pasto pangola (*Digitaria eriantha*).

clima templado (Chamorro y Rey, 2009; Sarria *et al.*, 2009; Insuasty *et al.*, 2011). Los SSPi son capaces de

incrementar la producción de leche de 13% a 21%, y de 20% a 40% las ganancias diarias de peso en animales destinados a la producción de carne (Aguilar, 2009); debido a esto deberán estar presentes en la reconversión de espacios dedicados a la ganadería en los BMM. Respecto a las especies vegetales que deben coexistir en los SSPi de bosque templado, existe poca información al respecto, sin em-

bargo, los pocos estudios señalan que dentro del estrato herbáceo se incluye al kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y ballico (*Lolium perenne*); clitoria (*Clitoria ternatea*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en el estrato arbustivo, y en el estrato arbóreo especies del género *Quercus* y Abedul (*Alnus acuminata*), entre otras (Chamorro y Rey, 2009; Sarria *et al.*, 2009; Insuasty *et al.*, 2011). No debemos olvidar que el BMM alberga gran riqueza de especies vegetales, por lo que es necesario realizar investigaciones al respecto para determinar nuevas especies, nativas y exóticas, que se adapten a estos sistemas (Figura 3).

Otra modalidad de los SSPi es la combinación de especies forrajeras mejoradas, intercalando árboles frutales, maderables y/o productos de valor comercial que se extraen de los bosques. Se ha observado que la

interacción del ganado favorece el ciclaje de nutrientes y regula el crecimiento de arvenses en plantaciones de café sin que éstos ocasionen algún daño a sus hojas o frutos (Sanginés *et al.*, 2014), por lo que resulta una opción viable para la diversificación de la ganadería en los BMM.

El componente animal de los SSP

En los SSP cada elemento desempeña una función específica que al interactuar con otros fortalece las propiedades del sistema (Altieri *et al.*, 2015). El componente animal es la parte central del sistema debido a que en ella se realiza el proceso de transformación de tejidos vegetales presentes en el sistema a productos alimenticios de alta calidad, tales como carne y leche, entre otros derivados. La diversificación de este componente genera múltiples beneficios a nivel sistema, tales como disminuir pérdidas de energía promoviendo mejor utilización del componente forrajero, fortaleciendo el sistema inmune del sistema rompiendo ciclos reproductivos de parásitos y otras enfermedades, y diversificando los productos finales permitiendo al productor resistir las variaciones del mercado (Bonaudo *et al.*, 2014). Bajo condiciones de pastoreo mixto en un SSP, Manríquez-Mendoza (2011) mostró que se obtienen mayores ganancias de peso y producción de carne por unidad de superficie cuando bovinos y ovinos pastorean simultáneamente. El arreglo y la diversidad de especies vegetales, así como la tecnología que se utiliza en un SSP, generan condiciones particulares de bienestar animal, sin embargo, también generan retos y adversidades al momento de competir con más individuos, enfrentarse a la oportunidad de seleccionar una dieta variada, caminar en espacios reducidos para conseguir alimento, entre otros. El ganado tiene la capacidad de aprender y responder a estos factores (Bailey *et al.*, 1996), por lo que la elección de especies y razas a utilizar en el sistema es muy importante. El uso de especies y razas criollas es una buena opción, debido a su capacidad adaptativa. La naturalización a través de la selección natural de 500 años, desde su llegada al continente Americano, ha permitido a las especies y razas criollas desarrollar una rusticidad reflejada en bajos requerimientos nutrimentales, capacidad de pastoreo, resistencia a parásitos, enfermedades y condiciones climáticas adversas (Salazar y Cardozo, 1981).

CONCLUSIONES

Una de las estrategias para preservar el Bosque Mesófilo de Montaña es

el fomento de actividades económicas que generen riqueza y bienestar social entre sus habitantes a partir de recursos que el propio ecosistema genera. Mediante el uso de tecnología que fomente la diversificación e interacción entre sus componentes, la ganadería puede ser una alternativa de desarrollo social de regiones con BMM. Los sistemas silvopastoriles representan una alternativa para reconvertir la ganadería de esta zona en una actividad económica competitiva, reduciendo su impacto ambiental y regenerando el paisaje. Para esto es necesario desarrollar políticas públicas que fomenten y apoyen su uso, contar con líneas de investigación que permitan el aprovechamiento de recursos locales y generar una red de talentos humanos que conozcan, gestionen y promuevan los sistemas silvopastoriles.

LITERATURA CITADA

- Altieri M.A., Nicholls C.I., Henao A., Lana M.A. 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for sustainable development*. 35(3): 869-890.
- Aguilar P.C.F. 2009. Producción y calidad de leche y carne en sistemas silvopastoriles. En: *Memorias del II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles intensivos*. México.
- Bailey D.W., Gross J.E., Laca E.A., Ritenhouse L.R., Coughenour M.B., Swift D.M., Sims P.L. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*. 49(5): 386-400.
- Bonaudo T., Burlamaqui B.A., Sabatier R., Ryschawy J., Bellon S., Leger F., Magda D., Tichit M. 2014. Agroecological principles for redesign of integrated crop-livestock systems. *European Journal of Agronomy*. 57: 43-51.
- Borrelli P., Oliva G. 2001. *Ganadería Sostenible en la Patagonia Austral*. INTA. Argentina. 260 p.
- Chamorro V.D., Rey O.A.M. 2009. El componente arbóreo como dinamizador del sistema de producción de leche en el trópico alto Colombiano: Experiencias de Corpoica-Tibaitatá. En: Murgueitio R. E., Cuartas C. C. A. y Naranjo R. J. F. (Eds). *Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo*, 349-397, Segunda Edición, Fundación CIPAV, Colombia.
- Chará J., Giraldo C. 2011. Beneficios Ambientales de los sistemas silvopastoriles. En: Chará J., Murgueitio E., Zuluaga A. Giraldo C. Eds. *Ganadería Colombiana Sostenible*, 85-101, Fundación CIPAV, Colombia.
- CONABIO. 2010. *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 197 p.
- Crespo G. 2008. Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 42(4): 329-335.
- González-Espinoza M., Meave J.A., Ramírez-Marcial N., Toledo-Aceves T., Lorea-Hernández F.G., Ibarra-Manríquez G. 2012. Los bosques de niebla en México: Conservación y restauración de su componente arbóreo. *Ecosistemas*. 21(1-2): 36-52.
- Grande D., Losada H., Cortés J., Rivera J., Maldonado M., Pérez-Gil F., Zubirán S. 2009. Los árboles dispersos en Potrerillos de la región

- Sierra de Tabasco, México. Revista Brasileña de Agroecología. 4(2): 4489-4492.
- Insuasty S.E.G., Apráez G.J.E., Navia E.J.F. 2011. Efecto del arreglo silvopastoril aliso (*Alnus acuminata*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) sobre el comportamiento productivo en novillas Holstein en el altiplano del departamento de Nariño. Agroforestería Neotropical. 1: 29-36.
- INEGI. 2007. Censo agropecuario 2007. (Fecha de consulta: Abr/18/2016). http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro//ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx
- Lemaire G., Franzluebbbers A., de Faccio C.P.C., Dedieu B. 2014. Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural Production and environmental quality. Agriculture, Ecosystems and Environment. 190: 4-8.
- Manríquez-Mendoza L.Y., López-Ortiz S., Olguín-Palacios C., Pérez-Hernández P., Díaz-Rivera P., López-Tecpoyotl Z. G. 2011. Productivity of a silvopastoral system under intensive mixed species grazing by cattle and sheep. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 13: 573-584.
- Martínez-Encino C., Villanueva-López G., Casanova-Lugo F. 2013. Densidad y composición de árboles dispersos en potreros en la Sierra de Tabasco, México. Agrociencia. 47(5): 483-496.
- Murgueitio R.E., Cuartas C.C.A., Naranjo R.J.F. 2009. Eds Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo. Segunda Edición. Fundación CIPAV. Colombia. 490 p.
- Provenza D.F., Meuret M., Gregorini P. 2015. Our landscapes, our Livestock, ourselves: Restoring broken linkages among plants, herbivores, and humans whit diets that nourish and satiate. Appetite. 95: 500-519.
- Salazar J.J., Cardozo A. 1981. Desarrollo del ganado criollo en América Latina: Resumen histórico y distribución actual. En: Müller-Haye B. y Gelman J. Recursos genéticos animales en América Latina. Ganado Criollo y especies de altura. FAO.
- Sanginés G.L., Dávila S.P., Solano L., Pérez-Gil R.F. 2014. Arvenses de cafetal: Identificación, evaluación química y comportamiento etológico de ovinos en pastoreo. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 1(3): 249-260.
- Sarria B.P.I., Builes C.A., Gómez R.C.A., Murgueitio R.E. 2009. Evaluación de la producción y calidad de Kikuyo *Pennisetum clandestinum* asociado con árboles Aliso *Alnus acuminata* en los Andes centrales, Antioquía. En: Murgueitio R. E., Cuartas C. C. A. y Naranjo R. J. F. (Eds). Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo, 399-417, Segunda Edición, Fundación CIPAV, Colombia.
- SIAP-SAGARPA. 2015. <http://www.siap.gob.mx/ganaderia/> (Fecha de consulta: Abr/18/2016).
- Tejeda S.O., Téllez V.M.A.A. 2015. El Bosque Mesófilo de Montaña y sus orquídeas. Colegio de Postgraduados. México. 63 p.
- Williams-Linera G. 2012. El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. CONABIO-Instituto de Ecología, A.C. Veracruz, México. 208 p.



OPORTUNIDADES DE CONSERVACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA A TRAVÉS DEL MANEJO ALTERNATIVO: LOS AGROECOSISTEMAS CAFETALEROS

CLOUD FOREST CONSERVATION OPPORTUNITIES THROUGH ALTERNATIVE MANAGEMENT: COFFEE PRODUCTION AGROECOSYSTEMS

Sosa-Fernández, V.^{1*}; López-Morgado, R.²; Toledo-Aceves, T.¹; Bárcenas-Pazos, G.¹

¹Instituto de Ecología, A. C. Carretera Antigua a Coatepec 351, Xalapa, Ver., C. P. 91070. Tel. 228 8421800, Fax 228 8187809. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Golfo Centro, Campo Experimental Cotaxtla, Km 34.5 Carretera Federal Veracruz-Córdoba, Medellín de Bravo, Ver. C.P. 94270.

*Autor de correspondencia: vinicio.sosa@inecol.mx

RESUMEN

En México, la distribución del bosque de niebla o bosque mesófilo de montaña (BMM) coincide con la del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) bajo sombra. En este trabajo, se discute cómo los sistemas agroforestales en café (SAF) pueden ayudar a la conservación del BMM considerándolos como reservorios de biodiversidad, servicios ambientales hacia el bosque que los SAF desplazaron fomentando el potencial de regeneración; así como fuente de diversificación productiva que incrementan el bienestar social regional y por tanto disminuyen la presión sobre los remanentes del BMM. La diversificación productiva se ejemplifica con las líneas de investigación-acción: uso de árboles nativos maderables y aprovechamiento de epífitas en viveros rústicos.

Palabras clave: bosque mesófilo, café, maderables, orquídeas, vivero rústico

ABSTRACT

In México, the distribution of cloud forest or mountain mesophyll forest (MMF) coincides with that of shade-grown coffee (*Coffea arabica* L.) production. In this study, we discuss the way in which agroforestry coffee systems (ACS) can help MMF conservation, considering them as reservoirs of biodiversity, environmental services for the forest that the ACS displaced, fostering the regeneration potential; they are also a source of productive diversification that increases regional social welfare and therefore decreases the pressure on the MMF remnants. The productive diversification is exemplified with the research-action lines: use of timber-yielding native trees and exploitation of epiphytes in rustic nurseries.

Keywords: mesophyll forest, coffee, timber-yielding trees, orchids, rustic nursery.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp: 62-67.

Recibido: octubre, 2016. **Aceptado:** diciembre, 2016.

INTRODUCCIÓN

Prácticamente ya no hay ambientes naturales que persistan sin algún tipo de intervención humana. La tendencia mundial y nacional ha sido hacia la transformación del hábitat y la conversión de los sistemas naturales en sistemas productivos (agricultura y ganadería), pero también para minería, industria, turismo y más zonas urbanas. El escenario real en el cual tienen que persistir los ecosistemas naturales y los servicios ambientales que proveen, incluyendo los diferentes tipos de vegetación, tal como lo es el bosque de niebla, y su biodiversidad asociada, es un paisaje transformado donde predominan los sistemas de producción. Según estimaciones, más de la mitad de la superficie de la corteza terrestre ha sido destinada a la práctica de la agricultura (12%), la ganadería (25%) o la plantación de bosques artificiales (15%). Entre los agroecosistemas (**definidos en forma amplia como unidad de actividad agrícola —unidad productiva— espacial y funcionalmente coherente, que incluye a componentes vivos, no vivos y a sus interacciones entre sí y con el entorno de la unidad**), los llamados sistemas agroforestales (SAF) juegan un papel muy importante para la conservación de la biodiversidad y otros servicios ambientales del planeta, ya que incluyen interacciones entre especies vegetales leñosas (árboles y arbustos), especies vegetales no leñosas (generalmente un cultivo) y animales (silvestres y domesticados). Lo que define a un sistema agroforestal es que exista un estrato arbóreo, ya sea como acompañante del cultivo principal o como el cultivo principal en sí; por ejemplo, cacao o hule. En un sentido amplio, también son sistemas agroforestales los silvopastoriles y agrosilvopastoriles. Los sistemas agroforestales son importantes opciones productivas que conservan una buena proporción de la biodiversidad y mantienen en alto grado varios de los servicios ambientales de los ecosistemas naturales que reemplazan. Esta importancia es mayor en las zonas intertropicales donde se alberga la mayor biodiversidad y donde existen varios tipos de sistemas agroforestales que combinan diversos cultivos, tales como café (*Coffea arabica* L.); cacao (*Theobroma cacao* L.); pimenta gorda (*Pimenta dioica*), plátano (*Musa* spp), Hule (*Hevea brasiliensis* Mull.), Cardamomo (*Elettaria cardamomum* Franz), Frutales mixtos, Ratán (*Calamus* spp.) etcétera con plantaciones o bosques basados en saberes campesinos (Bhagwat *et al.*, 2008). Las fincas de café de sombra constituyen sistemas agroforestales donde se combina un cultivo arbustivo perenne, el café, con uno o varios estratos arbóreos y uno o más recursos bióticos asociados. En este trabajo se discute cómo los SAF en café pueden ayudar a la conservación del bosque de niebla o bosque mesófilo de montaña (BMM; tropical montane cloud forest) a través de dos vertientes: una como reservorios de biodiversidad del bosque que los SAF desplazaron y, por tanto, del potencial de regeneración del mismo, y otra como fuente de diversificación productiva que incrementa el bienestar social regional y, por tanto, disminuyen la presión sobre los remanentes del BMM. Esta última se ejemplifica con dos líneas de investigación-acción realizadas con base en uso de árboles nativos maderables y aprovechamiento de epífitas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La biodiversidad y otros servicios ambientales de los sistemas agroforestales en café

El cafetal bajo sombra, es la modalidad de siembra más común en México, y

es uno de los agroecosistemas que más biodiversidad conserva (Moguel y Toledo, 1999). Las fincas de café que conservan más biodiversidad son aquellas manejadas rústicamente o como policultivos tradicionales con sombra superior a 40%, gran diversidad de árboles (mínimo 8-10 especies nativas), árboles de porte alto (más de 20 m), y una variedad de dimensiones en altura de árboles que crea diferentes hábitats (estratos) para una gran variedad de vida silvestre entre la que destacan los tenchos (epífitas: Bromeliaceae), orquídeas y los helechos (Manson *et al.*, 2008b). En las fincas de café de la zona central montañosa de Veracruz (ZCEV) se han estudiado 13 grupos representativos dentro de la gran variedad de organismos existentes, así como de diferentes grupos funcionales en el ecosistema. Hasta el momento se han registrado 2197 especies, pero este número es conservador ya que muchas especies todavía están siendo identificadas (Figura 1) (Manson *et al.*, 2008a). En particular, algunos cafetales conservan hasta 83% de las especies de orquídeas presentes en el BMM (García-Franco y Toledo-Aceves, 2008). En conjunto, las fincas de café de sombra en el centro de Veracruz son capaces de albergar casi toda la biodiversidad presente en estos bosques (87%); además, cada finca tiene una combinación única de especies que es importante conservar por ser complementaria de la biodiversidad regional.

Los cafetales de sombra ayudan a conservar la biodiversidad de los remanentes del bosque de niebla, creando corredores biológicos que fomentan el movimiento de individuos entre ellos y amortiguan cambios abruptos de microclima en sus bordes que podrían provocar su

deterioro y reducir el hábitat para las especies que viven en el bosque. La conservación de la biodiversidad redundará en ecosistemas más estables que proporcionan una serie de servicios ambientales a toda la sociedad, tales como el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la supresión de brotes de plagas, dispersión de semillas y polinización de cultivos, por lo tanto, incrementar la biodiversidad en las fincas de café es conveniente porque permite a los productores acceder a beneficios económicos por pago por servicios ambientales, concurso por certificaciones relacionadas con café sustentable o amigable con el medio ambiente, desarrollo de ecoturismo, o aprovechamiento

de nuevos productos como especies maderables y plantas de ornato. Debido a su ubicación en la zona media-alta de las cuencas donde quedan los últimos fragmentos del bosque de niebla, los SAF en café juegan un papel ecológico importantísimo para México; por ejemplo, en la ZCEV constituyen la masa forestal más importante y extensa, y contribuyen, entre otros beneficios, a la conservación in situ de la biodiversidad, suelo, agua, moderación de los escurrimientos infiltración del agua de lluvia, polinización de las flores del cafeto, regulación microclimática, acumulación del carbono atmosférico, producción de oxígeno, y embellecimiento del paisaje (Manson *et al.*, 2008a; Rapidel *et al.*, 2015). Esto sugiere que a nivel de política pública se debe-

ría incentivar el pago por servicios ambientales (PSA) a los productores que mantienen cafetales con sombra, ya que sus beneficios incluyen de forma indirecta a la población en general.

Diversificación productiva en cafetales

Los SAF en café son importantes como escenarios para la diversifi-

del café está constituido por árboles del género *Inga*, cuyo propósito es dar sombra al cafeto y fijar nitrógeno atmosférico, los productores fomentan o plantan otras especies para usos múltiples, tales como frutales, maderables, cercas vivas y leña (Cuadro 1). Además, pueden intercarse otras especies no arbóreas, como ornamentales, especias, medicinales, etcétera (Escamilla y Díaz, 2002). Si bien esta diversificación es resultado de técnicas tradicionales, se requiere un enfoque agroforestal tecnificado que considere un manejo mejorado y la optimización de dichas técnicas, de modo que existe gran potencial para la investigación sobre el óptimo aprovechamiento de los productos conocidos y de otros nuevos que

se cosechen o recolecten, e incluso, para la introducción selectiva de ganado menor, como el caso de los ovinos. En **Café In Red**, una asociación estratégica de varias instituciones académicas y productores para el desarrollo de tecnología e innovación para una cafecultura sustentable, se identificó como alternativa técnica para recuperar la rentabilidad de las fincas su diversificación en su componente "árboles de sombra," utilizando especies nativas que además de sus propiedades para dar un buen sombreado al cafetal tengan valor comercial por sus productos maderables. Mediante técnicas participativas en talleres regionales y encuestas sobre más de 50 fincas distribuidas en la ZCEV, se detectaron al menos 25 especies de árboles nativos maderables que

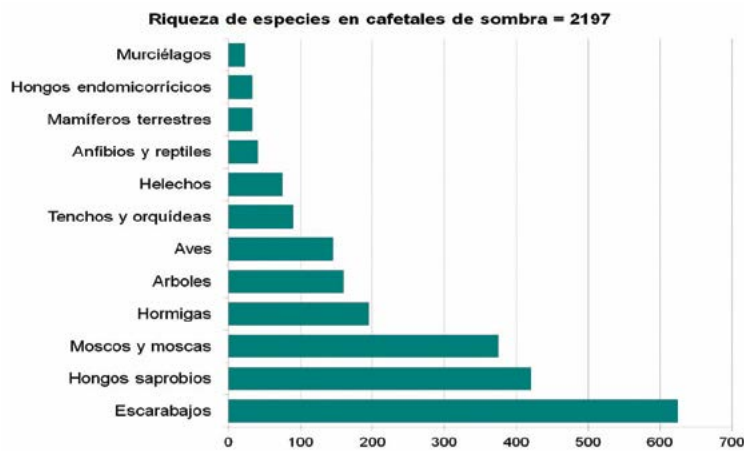


Figura 1. Biodiversidad en los cafetales de la zona central montañosa de Veracruz, México.

cación productiva. Entre otros problemas, la cafecultura mexicana enfrenta las oscilaciones del precio del café en el mercado mundial y el ataque de diversas plagas del cafeto. Colateralmente, cada vez hay menor autosuficiencia alimentaria en el sector rural de la población y mayor abandono del campo y migración hacia las grandes urbes o a los Estados Unidos. Lo anterior pone en riesgo el gran beneficio ambiental de los cafetales sombreados, debido a su probable abandono o cambio a otro uso de suelo, y hace necesario generar opciones viables de cultivo que impriman rentabilidad a la finca y eviten la amenaza de perder las bondades ecológicas de estos sistemas agroforestales. Aunque en muchas regiones de México la mayoría del sombreado

pueden establecerse en fincas en las distintas categorías de altitud-calidad para el café. Muchas de ellas incluso tienen otros usos (López-Morgado *et al.*, 2016). Las especies maderables más apreciadas fueron cedro rojo (*Cedrela odorata*), chalahuite o vainillo (*Inga vera*), ixpepe (*Trema micrantha*; Figura 2), caoba (*Swietenia macrophylla*), nogal (*Juglans peryformis*), xochicuahuitl (*Cordia alliodora*), chinini (*Persea schiedeana*), encino (*Quercus* sp.), fresno (*Fraxinus uhdei*), naranjo (*Citrus* sp.), cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*) y grevillea (*Grevillea robusta*). Además, las características ecológicas y las propiedades tecnológicas de la madera de las 40 especies más abundantes han sido recopiladas en un libro (López Morgado *et al.*, 2013), incluyendo cuatro especies con reconocido valor comercial, cuyas propiedades de la madera

fueron determinadas en el Instituto de Ecología, A.C.: nogal, xochicuahuitl, zopilote (*Ocotea puberula*) y bienvenido o cacao (*Tapirira mexicana*).

Otra línea de investigación-acción de la red ha sido buscar el aprovechamiento de plantas epífitas para ornato. Entre los organismos más diversos que encuentran refugio en los cafetales están las epífitas; es decir, aquellas plantas que, sin ser parásitas, viven generalmente sobre troncos y ramas de árboles. Si bien regionalmente las epífitas no son muy apreciadas por los dueños de las fincas de café, existe mercado para ellas como plantas de ornato. En México las epífitas son aprovechadas ampliamente con fines tanto comerciales como de uso tradicional. Particularmente, por su belleza y variedad de formas, colores y aromas, por ejemplo, las orquídeas ya tienen una posición privilegiada en el mercado mundial de plantas ornamentales. Lamentablemente la recolecta de epífitas se realiza sin ninguna medida de control que permita que sus poblaciones puedan recuperarse en el corto plazo. Periódicamente, las epífitas son derribadas de los árboles del sombreado del cafetal como una medida de manejo ("destenche"). Asimismo, los fuertes vientos de la época de "vientos del nortes" tiran gran cantidad de éstas. Posterior a esto, las que quedan en el suelo del cafetal mueren y se descomponen. El aprovechamiento consiste en recolectar solo las que se encuentran tiradas en el piso de la finca o en el monte y ubicarlas en viveros rústicos de costo muy económico para su multiplicación. Los resultados muestran que existe potencial para el aprovechamiento de epífitas en la ZCEV, ya que 1840 plantas por

Cuadro 1. Productos alternativos más comunes que se aprovechan en los cafetales de la zona centro del estado de Veracruz, México.

Nombre común	Nombre científico	Usos
Plátano, varias especies y variedades	<i>Musa</i> spp.	Fruto comestible, hoja para tamal
Chinini o pahua	<i>Persea schiedeana</i>	Fruto comestible, maderable
Naranja, limón y otros cítricos	<i>Citrus</i> spp.	Fruto comestible
Guanábana	<i>Annona muricata</i>	Fruto comestible
Zapote mamey	<i>Pouteria zapota</i>	Fruto comestible
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	Fruto comestible
Macadamia	<i>Macadamia integrifolia</i> y <i>M. tetraphylla</i>	Nuez comestible
Vainilla	<i>Vanilla planifolia</i>	Extracto para repostería
Palmilla, palma camedor, tepejilote	<i>Chamaedorea elegans</i> y <i>Ch. tepejilote</i>	Ornamental, ceremonial
Anturio	<i>Anthurium</i> spp.	Ornamental
Maicera	<i>Dracaena fragans</i>	Ornamental
Cocolmecha	<i>Smilax aristolochiaefolia</i>	Industria farmacéutica
Pimienta bola	<i>Pimienta dioica</i>	Especia
Iquimite	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Uso múltiple
Cocuite o cocoite	<i>Gliricidia sepium</i>	Uso múltiple
Pino	<i>Pinus chiapensis</i>	Maderable
Picho	<i>Schizolobium parahyba</i>	Maderable
Cedro rojo	<i>Cedrela odorata</i>	Maderable
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Maderable
Alamanca, aguacatillo*	<i>Ocotea puberula</i>	Maderable
Capulín tentepo*	<i>Prunus tetradenia</i>	Maderable, fruto comestible
Haya*	<i>Platanus mexicana</i>	Maderable
Liquidambar, ocozote*	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Maderable
Ixpepe, mataballo*	<i>Trema micrantha</i>	Maderable
Nogal*	<i>Juglans peryformis</i>	Maderable, nuez comestible
Olmo	<i>Ulmus mexicana</i>	Maderable
Ilite*	<i>Alnus jorulensis</i>	leña
Tenchos	Bromeliaceas	Ornato, ceremonial
Orquídeas	Varias especies	Ornamental

*Especies arbóreas importantes del bosque de niebla o mesófilo de montaña.

hectárea por mes pueden ser cosechadas en fincas grandes o recolectadas del piso en las pequeñas con fines comerciales. La ganancia anual promedio por venta de bromelias puede ser de hasta \$118 000.00 por ha (Toledo-Aceves *et al.* 2013).

Retos y oportunidades

Para garantizar la comercialización exitosa y sostenida de la madera y las epífitas, es necesario resolver algunos impedimentos, tales como la desintegración de las fincas como unidades productivas, largos trámites para obtener autorizaciones para Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), y falta de estudios de mercado, regionales y nacionales. Otro impedimento es que la mayoría de las especies maderables tienen edades mínimas para aprovechamiento de más de 20 años. A fin de asegurar un abasto mínimo y constante de epífitas o volumen de madera, los pequeños productores necesitan asociarse y organizarse en grupos de productores con procesos y control de calidad uniformes. Es importante señalar que la conservación y la restauración del BMM no ocurrirá si se sigue perdiendo superficie boscosa y si no se adopta una política pública, tanto ambiental como de desarrollo rural, basada en un ordenamiento ecológico que garantice la existencia suficiente de fragmentos remanentes de bosques y corredores biológicos (incluyendo cafetales y otros sistemas agroforestales) que permitan mantener su integridad y funcionamiento, y brindar sus valiosos servicios ambientales. En el lado positivo, como hemos visto en este trabajo,



Figura 2. Mesa hecha de madera de ixpepe (*Trema micrantha*), nótese el veteado y acabado parecido a la caoba.

al sumar nueva información sobre las especies que más se usan en los cafetales, se está en posibilidad de sugerir el sembrado o fomento de ciertas especies según la región climática y de darle valor agregado al identificar usos alternativos al de leña o construcción, tales como la fabricación de muebles, artesanías y enchapados. Se ha demostrado la viabilidad del aprovechamiento de al menos diez especies de bromelias y cinco de orquídeas

que crecen en los árboles de las fincas y que pueden ser propagadas en viveros rústicos de muy baja inversión inicial (Toledo-Aceves *et al.* 2013). Existe un gran potencial para la diversificación productiva de los SAF en café, basado en la complementariedad del conocimiento tradicional campesino y la investigación y el desarrollo tecnológico que pueden aportar diversas instituciones en el país.



Figura 3. Vivero rústico de epífitas (tenchos, orquídeas y helechos) en Finca Nebel, Coatepec, Veracruz, México.

CONCLUSIONES

Los SAF en café destacan por los servicios ecosistémicos o ambientales que brindan y la biodiversidad que conservan, incluyendo a las orquídeas, sirviendo así de compensación al bosque de niebla que remplazaron, y manteniendo un potencial de regeneración del bosque. Si en forma compatible a la producción de café se combina el aprovechamiento de otros recursos bióticos del cafetal de sombra como maderables, frutales, plantas de ornato, leña, etcétera, se cuenta con ganancias extra que complementan la economía familiar, aumentan el bienestar de vida y reducen la presión de desmonte y transformación sobre los

remanentes de bosque de niebla. Para alcanzar una producción diversificada exitosa en sistemas agroforestales en café, aunados al conocimiento tradicional y local, son necesarios más estudios específicos por combinación de productos alternativos, especies de sombra (de preferencia nativas) y regiones que permitan un asesoramiento con bases científicas y tecnológicas para el productor.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT) por el financiamiento otorgado a nuestras investigaciones a través del proyecto 139378. A los productores de la zona cafetalera del centro de Veracruz por proporcionar valiosa información y acceder a que realicemos estudios en sus fincas.

LITERATURA CITADA

- Bhagwat S., Willis K.J., Birks H.J.B., Whittaker R.J. 2008. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends in Ecology & Evolution* 23:261–267.
- Escamilla E.P., Díaz, C.S. 2002. Sistemas de cultivo de café en México. Universidad Autónoma Chapingo. CRUO. CENIDERCAFÉ. Fundación Produce Veracruz, A. C. Huatusco, Ver. México. 57 p.
- García-Franco J.G., Toledo-Aceves T. 2008. Epífitas vasculares: bromelias y orquídeas *In: Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, manejo y conservación. In: Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S., Mehltreter K. (eds.). Instituto de Ecología A.C. Instituto Nacional de Ecología. México D. F. México. pp: 69-82.*
- López-Morgado R., Bárcenas-Pazos G.M., García-Mayoral L.E. 2016. Valoración participativa de atributos de especies arbóreas nativas en el sombreado de cafetales. *In: Cafetales de la Zona Centro del Estado de Veracruz: diagnóstico, productividad y servicios ambientales. In: López-Morgado, R., Díaz-Padilla G. (comps.). Folleto Técnico INIFAP, México, D.F. pp.142-164.*
- López-Morgado R., G. Díaz P., J.G. Salazar G., R.A. Guajardo P., J.L. Martínez R. L.E. García M. 2013. Árboles nativos en el sombreado de cafetales. Caso de la zona centro del estado de Veracruz. Folleto Técnico INIFAP, México, D.F. 110 p.
- Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S., Mehltreter K. 2008a. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. Instituto Nacional de Ecología. México D. F. México. 330 p.
- Manson R.H., Sosa V.J., Contreras-Hernández A. 2008b. Efectos del manejo sobre la biodiversidad: síntesis y conclusiones. *In: Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz. Biodiversidad, manejo y conservación. In: Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S., Mehltreter K. (eds.). Instituto de Ecología A.C. Instituto Nacional de Ecología. México D. F. México. pp 279-302.*
- Moguel P., Toledo V. M. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13:11-21.
- Rapidel B., Allinne C., Cerdán C., Meylan L., Virginio-Filho E. de M., Avelino J. 2015. *In: Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales. Serie técnica. In: Montagnini F, Somarriba E, Murgueitio E, Fassola H, Eibl B. Informe técnico 402. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. pp.5-20*
- Toledo-Aceves T., Mehltreter K., García-Franco J. G., Hernández-Rojas A., Sosa V. J. 2013. Benefits and costs of epiphyte management in shade coffee plantations. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 181:149–156.



TURISMO RURAL: ¿UNA OPORTUNIDAD PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA?

RURAL TOURISM: AN OPPORTUNITY FOR THE CONSERVATION OF THE CLOUD FOREST?

Thomé-Ortiz, H.¹

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca Estado de México, C.P. 50090. Tel. y Fax 2 96 55 52.

Autor de correspondencia: hthomeo@uaemex.mx

RESUMEN

Desde un enfoque interpretativo se discute el despliegue del turismo hacia los espacios forestales como una tendencia de las actividades recreativas en el contexto de la globalización. El objetivo fue analizar la relación entre turismo sostenible y bosque de niebla, desde la perspectiva de la conservación. De esta manera se concibe al turismo como un componente de modelos de gestión forestal sostenible, a partir de las dimensiones económica, social y ambiental. Para ello se esboza un modelo consistente en sistemas de información, ordenamiento territorial y comunicación. Se concluye que el turismo es una actividad ambivalente para los bosques de niebla, toda vez que entraña riesgos y oportunidades que pueden ser reducidos mediante procesos de ordenamiento, planificación y regulación.

Palabras clave: Ecoturismo, gestión forestal, ordenamiento y desarrollo territorial.

ABSTRACT

Based on an interpretative approach, the deployment of tourism towards forest spaces, as a tendency of recreational activities within the context of globalization, is discussed. The objective was to analyze the relationship between sustainable tourism and cloud forest, from the perspective of conservation. Therefore, tourism is conceived as a component of models of sustainable forest management, from the economic, social and environmental dimensions. For this purpose, a model that consists in information systems, territorial ordering and communication is outlined. It is concluded that tourism is an ambivalent activity for cloud forests, insofar as it entails risks and opportunities that may be reduced through processes of ordering, planning and regulation.

Keywords: ecotourism, forest management, ordering, territorial development.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp: 68-72.

Recibido: octubre, 2016. **Aceptado:** diciembre, 2016.



INTRODUCCIÓN

El mundo contemporáneo experimenta intensos cambios que se debaten entre un proyecto de desarrollo económico unificado y las diversas crisis globales que enfrenta el planeta, derivadas de las intervenciones humanas sobre la naturaleza. Dichas crisis han afectado especialmente a los espacios rurales de los países periféricos, como por ejemplo, los latinoamericanos (FAO, 2014a), por lo que muchos gobiernos nacionales han encabezado la reestructuración productiva del campo como alternativa económica. Dentro de las principales reestructuraciones económicas del espacio rural se encuentran aquellos cambios basados en el principio de diversificación económica y productiva del campo que consisten en procesos de especialización territorial para la satisfacción de las nuevas necesidades del mercado (Arias, 2005). Debido ello emergen nuevas actividades productivas, que sustituyen o complementan las actividades rurales tradicionales. La integración de dichas actividades en las estructuras productivas se basa en la multifuncionalidad del territorio y la pluri actividad de los actores sociales (De Grammont, 2008), cuyos objetivos centrales son la revalorización del capital rural y la agregación de valor a las actividades tradicionales. Este proceso de reestructuración productiva desvela una fuerte incidencia de los procesos de globalización en los espacios rurales que prueban la capacidad de las comunidades para adaptarse a las tendencias económicas actuales (Arias, 2005). En el caso de la inserción del turismo, se observa como actividad complementaria que da prioridad a aquellos espacios que cuentan con un patrimonio natural y cultural sobresaliente. Al respecto, algunos ecosistemas, tales como los bosques, han sido vistos como emplazamientos privilegiados para las prácticas turísticas, dada su riqueza biológica y paisajística que sirve como base para diversos productos y servicios (Bostedt y Mattsson, 1995). De esta manera, las funciones turísticas atribuidas a los bosques tienen como fundamento el interés social por nuevas formas de aprovechamiento del tiempo libre en ambientes saludables y escenarios naturales, donde se puedan vivir experiencias vinculadas con los modos de vida rurales (Donaire y Gordi 2003). El objetivo del presente ensayo fue discutir las posibles interacciones entre turismo rural y los ecosistemas boscosos, con el fin de explorar los retos y oportunidades que la actividad enfrenta para la gestión sostenible y la preservación del bosque de niebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desarrollo: bosque de niebla y turismo

Los bosques de niebla, también conocidos como bosques mesófilos de montaña, son espacios de una gran riqueza debido a que su naturaleza limítrofe entre la vegetación tropical y templada (Meave *et al.*, 1992) les confiere un carácter híbrido desde el punto de vista de su composición biótica. Su elevada humedad genera presencia de niebla que frecuentemente se mantiene a nivel del suelo, lo que se traduce en un ambiente característico que le otorga su nombre (Tejeda-Sartorius y Téllez-Velasco, 2015), y de acuerdo a estos autores, uno de los principales atractivos de los bosques de niebla es su diversidad biológica, pues se trata del tipo de bosque más biodiverso por unidad de superficie. Lo anterior significa que los bosques de niebla son ecosistemas sobresalientes en términos de capital natural, toda vez que

concentran gran diversidad de flora y fauna, con porcentaje elevado de especies endémicas; es decir, que son exclusivas de territorios donde éste se localiza. En este sentido, es posible plantear que los Bosques de Niebla son espacios de incalculable valor para la humanidad, puesto que prestan una amplia gama de servicios ambientales que pueden dividirse en servicios de regulación, aprovisionamiento y culturales (Millennium Ecosystem Assessment Synthesis Report, 2005). Desde el punto de vista de los servicios de regulación, el bosque de niebla cumple con importantes funciones relacionadas con los ciclos hidrológicos y la recarga de los mantos acuíferos. Su compleja estructura y concentración de biomasa lo convierte en un entorno clave para el secuestro de carbono, así como en un reservorio de biodiversidad, un escenario para la preservación de la variabilidad genética y la regulación del clima.

Desde la perspectiva del aprovisionamiento, este ecosistema es un importante proveedor de productos forestales como madera (material de construcción, insumo para mobiliario y combustible) y otros recursos no maderables que se emplean como alimento, ornato y medicina. Finalmente, desde el punto de vista cultural, los bosques de niebla son espacios de gran belleza paisajística que fungen como escenarios para el ocio, la relajación y aprendizaje de las sociedades contemporáneas. A pesar de su incuestionable relevancia, el bosque de niebla enfrenta severas presiones antrópicas que comprometen seriamente su conservación, que únicamente representa 2.5% del total de los bosques tropicales (Gual Díaz y Rendón Correa, 2014), y que en años recientes

han experimentado graves alteraciones que inciden en su acelerada fragmentación. Ciertamente, el factor antrópico derivado del uso irracional de los servicios ambientales que se mencionaron anteriormente es el aspecto que más incide en las problemáticas específicas del bosque de niebla. En términos generales, dichos problemas, se traducen en una pérdida acelerada de este ecosistema (González-Espinosa *et al.*, 2012) vinculada con tres aspectos esenciales: cambio climático, deforestación y fragmentación (Tejeda-Sartorius y Téllez-Velasco, 2015). La gestión convencional de los bosques se ha planteado desde una perspectiva extractiva de los recursos (Carpentier *et al.*, 2000) que pone de manifiesto las presiones antrópicas a que están sometidos estos ecosistemas, con particular énfasis en los recursos maderables. Lo anterior ha dado como resultado un evidente proceso de deforestación y pérdida de masa forestal. Recientemente se ha observado una intensa proliferación de iniciativas turísticas en diferentes espacios forestales alrededor del mundo, lo que corresponde a una estrategia de especialización territorial para atender las necesidades y deseos de viajeros con intereses específicos (Sabaté *et al.*, 2010). En otro sentido, estas estrategias buscan mejorar las condiciones de vida de las comunidades forestales, cuyo estado crítico se ha visto agravado por los efectos de las políticas neoliberales implementadas en las últimas décadas. De acuerdo con Lane (1994), los productos de turismo rural reflejan las características del lugar donde se desarrolla la actividad, por lo que una de sus motivaciones esenciales es el escape del estilo de vida urbano mediante la experimentación momentánea de la vida en el

campo. En este sentido, el turismo rural que se desarrolla en los bosques se basa en una oferta de ocio integrada, que permite al viajero tener contacto cercano con el entorno natural (Barrera, 2006). En el siguiente apartado se discute la noción del capital rural de los bosques y su relación con el turismo.

Capital rural forestal y turismo

La emergencia del turismo rural como actividad complementaria en los espacios forestales se asocia con la presencia de formas específicas de capital rural (natural y cultural) que en el contexto del mundo globalizado adquieren importancia por criterio de escasez. Un ejemplo de ello es la acumulación de capital natural que tienen los espacios forestales respecto a las grandes ciudades, siendo los bosques proveedores de servicios ambientales y culturales, tales como la recreación y disfrute estético que estos espacios aportan a los urbanitas. El mercado global es el escenario donde se da la apropiación turística de los espacios rurales (Aguilar, 2005), resultado de las diferentes interacciones emergentes entre lo local y lo global. Uno de los aspectos que se movilizan en el interés turístico de la sociedad por el capital rural es la búsqueda de identidad y regreso a los orígenes, siendo ambos aspectos rasgos característicos del consumo estético en el capitalismo tardío (Lipovetsky y Serroy, 2015). De acuerdo con Benet *et al.* (2012), el aprovechamiento turístico de los espacios rurales depende de la presencia de siete formas de capital: natural, cultural, físico, social, financiero, humano y político. En el caso del bosque de niebla existe un predominio evidente del capital natural, pero eso no es suficiente para el desarrollo de las actividades turís-

ticas, se requiere la presencia de capital físico y financiero para dar soporte a las infraestructuras e inversiones requeridas para la actividad turística. Igualmente, es necesario contar con un capital social (organización y redes), capital cultural (expresiones de la vida autóctona), capital humano (capacidades) y político (gobernanza territorial), todo ello con la finalidad de construir un modelo integral de gestión turística sostenible. Contrariamente a lo expuesto en el párrafo anterior, el modelo turístico forestal más difundido en México (erróneamente llamado ecoturismo) tiene un sesgo exclusivo hacia el capital natural como presupuesto del potencial turístico del territorio (Zimmer y Grassman, 2006). Sin embargo, la integración del turismo como un componente innovador, dentro de un modelo de gestión forestal sostenible, requiere una visión integradora de los siete tipos de capital arriba expuestos, ello con la finalidad de que sea una actividad planificada y regulada que coadyuve en la preservación de los bosques, en lugar de una serie de esfuerzos individuales y dispersos que aceleren la fragmentación del ecosistema (Burger, 2000). Otro riesgo importante es limitar el turismo rural a su dimensión económica, puesto que esta visión aumenta la vulnerabilidad de los bosques al concebirllos como mercancías (Zarrilli, 2004); por el contrario, el reto consiste en armonizar el doble objetivo de agregar valor a los recursos locales y preservar el patrimonio rural (Thomé, 2008). Para ello es imprescindible plantear las actividades turísticas en el marco de un modelo de gestión forestal integral que persiga mitigar la pobreza y lograr la conservación del ambiente (Salafsky y Wollenberg, 2000) a través del aprovechamiento de los recursos

y la diversificación de las actividades productivas. En el siguiente apartado se discuten los principios para el desarrollo de un modelo de gestión turística forestal que apunte hacia la implementación de las actividades recreativas como un mecanismo para la conservación de los bosques.

Hacia un modelo de gestión turística forestal

Hasta hace poco tiempo, los modelos convencionales de gestión forestal habían privilegiado un enfoque monofuncional vinculado exclusivamente con el aprovechamiento maderable, con lo que se soslayaba la importancia de otros servicios que prestan los bosques a la sociedad. En las últimas décadas diversos países han manifestado su interés por otras dimensiones de los bosques que anteriormente habían permanecido ocultas, lo que ha conducido hacia una gestión forestal multifuncional (Alvarado y Benítez, 2009). Resulta importante pensar que la diversificación productiva de los aprovechamientos forestales hacia actividades, tales como el turismo puede contribuir a disminuir la presión antrópica sobre los recursos maderables y con ello atenuar la acelerada pérdida de bosques, pero ello no significa que el aprovechamiento turístico forestal no entrañe riesgos importantes sobre el equilibrio ecológico de los espacios forestales, especialmente si no se atienden criterios específicos. Por ello, la gestión turística forestal tiene como referente a los tres pilares de la sustentabilidad para así satisfacer de forma equitativa las necesidades humanas presentes y futuras. Lo anterior significa que este modelo debe incorporar tres escalas estructurales en sus diferentes iniciativas: económica, social y ambiental, que den cuenta de la complejidad del proceso de reestructuración productiva de los bosques. Desde el punto de vista económico, el modelo de gestión forestal apunta hacia la generación de empleos e ingresos complementarios para las economías locales, mediante una lógica de diversificación y agregación de valor. El aspecto social incluye la participación social, negociación y acceso a los recursos, a partir de un proceso colectivo de aprendizaje, así como, fomento a la cooperación y confianza entre los actores. Respecto a la cuestión **ambiental**, el baremo consiste en saber si el turismo incentiva el mantenimiento de los recursos genéticos, con inclusión de las especies vulnerables, amenazadas y en peligro, así como la diversidad de ecosistemas que le sirven de base, a través de actividades de ordenamiento, regulación y monitoreo (FAO 2014b). De acuerdo con lo anterior, el aprovechamiento turístico exitoso de los recursos forestales no puede ser vis-

to como una actividad aislada, sino como parte de un modelo de gestión forestal sostenible que integre los siguientes objetivos: **i) crear impactos positivos en los diferentes sectores económicos de la comunidad; ii) generar beneficios en la estructura social; y iii) Conservación de los recursos forestales.** Lo anterior, pone en discusión la necesidad de abrir un debate ético sobre el despliegue del turismo a los espacios rurales (Pulido y Yaiza, 2012), dentro del cual es necesario integrar de manera horizontal a las comunidades con un enfoque participativo (Gutiérrez, 2010). Es fundamental desarrollar una zonificación que permita localizar los escenarios más adecuados para el desarrollo del turismo, al mismo tiempo que se advierta sobre aquellos espacios vulnerables, cuya fragilidad puede comprometer la integridad de los recursos forestales. Igualmente, es necesaria una regulación sobre el aprovechamiento de los diferentes recursos rurales, lo cual puede constituir un precedente favorable para su aprovechamiento adecuado mediante mecanismos controlados de extracción y recolección. Al respecto, pueden citarse los procesos de regulación y ordenamiento que ha detonado la actividad micoturística alrededor de los hongos comestibles silvestres (Thomé-Ortiz, 2015a; Thomé-Ortiz, 2015b). Estas experiencias empíricas de gestión turística de los espacios forestales (Thomé-Ortiz, 2016) indican la importancia de centrarse en tres aspectos esenciales:

- a. Generación de un Sistema de Información Forestal (SIF), nutrido a partir de datos etnográficos e indicadores biológicos para crear un compendio de información dinámica que pueda ser actualizado constantemente para monitorear el estado de los bosques.
- b. Una estrategia de gestión turística consistente en la planificación participativa, la zonificación de los espacios y regulación de diferentes actividades recreativas (Thomé-Ortiz, 2015b).
- c. Un dispositivo de comunicación que sirva para concientización social a partir de la vinculación entre el turismo y la educación ambiental (Beraldo, 2009).

CONCLUSIONES

El aprovechamiento turístico de los recursos naturales en espacios forestales lleva a pensar en la necesidad intrínseca de la regulación y el monitoreo sobre la llegada de turistas y sus impactos en el territorio. Por ello, es necesario que las estrategias de desarrollo rural no solo se cimienten en el despliegue de infraestructuras turísticas, sino que promuevan el desarrollo de capacidades, modelos de gestión turística

sustentable y mecanismos de regulación en los que se integre a las comunidades desde una perspectiva participativa e incluyente, pues son los propios actores sociales quienes tienen el reto de custodiar su patrimonio natural y cultural, por lo que es necesario que, de forma horizontal, se planteen las premisas para una gestión turística sustentable. La gestión turística de los bosques puede resultar ambivalente, en la medida en que congrega una serie de objetivos disímiles, y no siempre convergentes que se debaten entre los intereses económicos, sociales y ambientales, frente a los cuales es indispensable generar un equilibrio a través de modelos de gestión forestal.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece el apoyo del Proyecto de Investigación de Ciencia Básica SEP-CONACYT: "Evaluación de la dimensión recreativa de los Hongos Comestibles Silvestres, su interés socioeconómico y sus perspectivas de desarrollo rural", por el financiamiento otorgado para la realización del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Alvarado G., Benítez G. 2009. El enfoque de agroecosistemas como una forma de intervención científica en la recolección de hongos silvestres comestibles. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10: 531-539.
- Arias P. 2005. Nueva ruralidad: antropólogos y geógrafos frente al campo hoy. En: Ávila, H. (coord.). *Lo urbano-rural ¿Nuevas expresiones territoriales?* 123-159. UNAM-CRIM. México. 358 p.
- Barrera E. 2006. El turismo rural: un agronegocio para el desarrollo de los territorios rurales. <http://www.agro.uab.ar//catedras/turismo/publihtm.barrera>. (Consultado el 03 de Mayo de 2016).
- Beraldo F. 2009. Educación ambiental y turismo. Una formación holística, interdisciplinaria y de futuros investigadores. *Estudios y perspectivas del Turismo* 18: 96-101.
- Bostedt G., Mattsson L. 1995. The value of forests for tourism in Sweden. *Annals of Tourism Research* 22: 671 – 680.
- Boyd J., Banzhaf S. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616–626.
- Burguer J. 2000. Landscapes, tourism and conservation. *Science of the total environment* 249: 39-49.
- Carpentier C., Vosti S., Witcover J. 2000. Intensified Production Systems on Western Brazilian Amazon Settlement Farms: Could They Save the Forest? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 82: 73-88.
- Grammont D.C.H. 2008. El concepto de nueva ruralidad, en: Pérez E. Farah, M. A., C. de Grammont H. (Coords.). *La Nueva Ruralidad en América Latina, avances teóricos y evidencias empíricas*. 23-45. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. 380 p.
- Donaire J. Gordi J. 2003. Bosque y Turismo. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 35: 207-221.
- FAO. 2014a. *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2014*. CEPAL, FAO, IICA. Costa Rica. 220p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2014b "Gestión Forestal Sostenible". <http://www.fao.org/forestry/sfm/es/>. (Consultado el 10 Enero 2016).
- Gual-Díaz M., Rendón-Correa A. (comps.). 2014. *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. 351p.
- Gutiérrez O. 2010. *Desarrollo de la Metodología Innovación Rural Participativa en la Zona Andina Central de Colombia*. *Agronomía Colombiana* 28: 525-533.
- Lane B. 1994. What is Rural Tourism. *Journal of Sustainable Tourism* 2: 7-21.
- Lipovetsky G., Serroy J. 2015. *La estetización del mundo. Vivir en la época del capitalismo estético*. Anagrama. Barcelona. 416p.
- Meave J., Soto-Arenas M., Calvo L., Paz H., Valencia S. 1992. Análisis sinicológico del bosque mesófilo de montaña de Omiltemi, Guerrero. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Botánica* 52:31-77.
- Millennium Ecosystem Assessment Synthesis Report. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press. Washington. 155 p.
- Pulido J., Yaiza L. 2012. La necesidad de modelos turísticos sostenibles en espacios rurales y naturales. En: M. Rivera y L. Rodríguez (coords.) *Turismo Responsable, sostenibilidad y desarrollo local comunitario*. 99-116. Universidad de Córdoba. España. 399p.
- Basora X., Romero J., Sabaté X., Sagues M. 2010. La valorización del patrimonio forestal como recurso ecoturístico en zonas de montaña: el caso del Mig Pallars y el Parque Natural del Alt Pirineu (Pirineo de Lérida, Cataluña). *Ager. Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural* 9: 31-62.
- Salafsky N., Wollenberg E. 2000. Linking livelihoods and conservation: A conceptual framework and scale for assessing the integration of human needs and biodiversity. *World Development* 28:1421-1438.
- Tejeda-Sartorius O., Téllez-Velasco A. 2015. El bosque mesófilo de montaña y sus orquídeas. *Colegio de Postgraduados*. México. 63 p.
- Thomé-Ortiz H. 2008. Turismo rural y campesinado, una aproximación social desde la ecología, la cultura y la economía. *Convergencia* 15: 237-261.
- Thomé-Ortiz H. 2015a. Turismo agroalimentario y nuevos metabolismos de productos locales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6: 1373-1386.
- Thomé-Ortiz H. 2015b. Turismo micológico, una nueva mirada al bosque. *Ciencia y Desarrollo* 277: 1-6.
- Thomé-Ortiz H. 2016. Turismo Rural y Sustentabilidad: El Caso del Turismo Micológico en el Estado de México. en: Carreño, F., Vásquez, A. (Coords.) *Ambiente y Patrimonio Cultural*. 43-71. CEDES, UAEMEX. México. 166 p.
- Zarrilli A. 2004. Historia y Economía, del bosque chaqueño: la mercantilización de los recursos forestales (1890-1950). *Anuario IEHS* 19: 255-283.
- Zimmer P., Grassman S. 2006. Evaluar el potencial turístico del territorio. *LEADER*. España. 43 p.

MELIPONARIO PARA LA CRÍANZA DE ABEJA SIN AGUIJÓN (*Scaptotrigona mexicana* Guérin-Meneville)

MELIPONARY FOR STINGLESS BEE (*Scaptotrigona mexicana* Guérin-Meneville) BREEDING

Salazar-Vargas, H. R.¹; Pérez-Sato, J.A.¹; Debernardi-De La Vequia, H.^{1*}; Real-Luna, N.¹;
Hidalgo-Contreras J.V.¹; De La Rosa-Santamaría, R.²

¹Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, Km. 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz, Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México C.P.94946. ²Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina, Carretera Cárdenas-Huimanguillo, Cárdenas, Tabasco, México C.P. 86500.

Autor de correspondencia: debernardi@colpos.mx

RESUMEN

El meliponario es una estructura con techo, llamada por los mayas como Najil Cab o casa de las abejas. Entre sus funciones destacan: facilitar el manejo, cuidado y protección de las colonias de enemigos naturales y de las condiciones ambientales, principalmente de las fluctuaciones de temperatura y humedad que ponen en riesgo la vida de la colonia. Su ubicación, orientación, y diseño son importantes para resguardar colonias de abejas, facilitar el manejo de las colonias e incrementar la producción. Esta investigación refiere un meliponario moderno, diseñado y construido tomando en cuenta el conocimiento tradicional y científico cuya finalidad es lograr mayor eficiencia en el manejo y resguardo de las colonias de *Scaptotrigona mexicana* Guérin-Meneville, bajo las condiciones climáticas de la zona centro de Veracruz, México.

Palabras clave: Manejo, aprovechamiento, miel, Veracruz.

ABSTRACT

The meliponary is a roofed structure named by Mayas Najil Cab or bee house. Among their functions, the following stand out: facilitating the management, care and protection of the colonies from natural enemies and environmental conditions, primarily from temperature and moisture fluctuations that place at risk the life of the colony. Its location, orientation and design are important to protect bee colonies, to facilitate management of the colonies and to increase production. This study refers to a modern meliponary, designed and built taking into account the traditional and scientific knowledge with the aim of achieving greater efficiency in the management and protection of the colonies of *Scaptotrigona mexicana* Guérin-Meneville, under the climate conditions of the central zone of Veracruz, México.

Keywords: management, exploitation, honey, Veracruz.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp: 73-79.

Recibido: abril, 2016. **Aceptado:** octubre, 2016.



INTRODUCCIÓN

En México, se reportan alrededor de 46 especies de abejas sin aguijón (Ayala, 1999), y juegan un papel importante en la polinización de las flores de diversas plantas nativas y cultivos de importancia comercial, por lo que su preservación es importante para la conservación de los bosques y producción de alimentos (Brown y Paxton, 2009; Byrne y Fitzpatrick, 2009; Freitas *et al.*, 2009). Existen varias especies que son cultivadas en comunidades indígenas con técnicas tradicionales, generando ingresos económicos permanentes (Ayala *et al.*, 2013), debido a que los componentes de sus nidos (miel, polen, propóleo y cerumen) poseen un alto valor comercial, debido a sus propiedades medicinales y nutritivas. Entre las especies que han mostrado alto potencial comercial destaca *Scaptotrigona mexicana* (Rodríguez-Lázaro, 2015), que es una abeja pequeña de color negro (Figura 1A), que construye sus nidos en los troncos o ramas huecas de los árboles (Figura 1B) (Roubik, 2006). Su nido se caracteriza por tener una entrada en forma de trompeta que resguardan varias abejas guardianas (Figura 1A y 1C).

La miel, polen, propóleo y cerumen almacenado en el nido de *S. mexicana* tiene un alto valor medicinal, nutrimental y cultural; culturas ancestrales generaron el conocimiento y técnicas para el manejo de esta abeja, actividad conocida como meliponicultura (González-Acereto, 2008). En México, los Totonacas y Nahuas de la sierra norte de Puebla, San Luís Potosí y el estado de Veracruz en México, cultivan *S. mexicana*, con el método ancestral de uso de ollas de barro



Figura 1. A: Abejas sin aguijón *Scaptotrigona mexicana* en tubo de entrada. B: Colonia de abeja sin aguijón *S. mexicana* habitando de forma natural en el hueco del tronco de un árbol. C: Tubo de entrada en tronco de árbol. Foto: J.A. Pérez-Sato.

denominadas “mancuernas” (Figura 2A). En la Huasteca Potosina y en la Costa del Estado de Chiapas, estas abejas son llamadas “Congo negro” y son alojadas en cajas de madera (Obregón, 2000). Los meliponarios pueden clasificarse como rústicos y modernos, los primeros (Figura 3) ocupan las paredes exteriores de las casas; por ejemplo, en la Sierra Nororiental de Puebla, se ocupa preferentemente la pared del lado Sur de la casa, para resguardar las colonias alojadas en ollas de barro, y prote-

gerlas sobre todo de los vientos del Norte.

Los meliponarios modernos (Figura 4) para *S. mexicana* son muy variables; y se construyen con materiales diversos y diseños que integran el conocimiento tradicional y científico generado por expertos en abejas (González-Acereto *et al.*, 2006; Guzmán-Díaz *et al.*, 2011; Villanueva-Gutiérrez y Colli-Ucán, 2011). Estos deben resguardar las colonias de abejas, facilitar su manejo y aumentar la producción de las colonias (Cortopassi-Laurino *et al.*, 2006).

Los factores a considerar en el diseño y construcción de un meliponario moderno son: el número de colonias a alojar, los modelos de cajas utilizadas, el lugar para su ubicación, su orientación de acuerdo a las condiciones climáticas, y los materiales disponibles para su construcción. Con base en esto, en el Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados se construyó un meliponario (Figura 5), como una propuesta para la meliponicultura de la zona centro de Veracruz.

Las partes principales del meliponario del Campus Córdoba-CP son: piso, estructura de soporte, techo y estantes. La Figura 6 muestra los detalles constructivos del meliponario y las medidas de cada uno de sus componentes. El piso cuenta con un pasillo en la parte central que favorece el manejo de las colonias y límites perimetrales donde se relleno con grava y tezontle para reducir salpicaduras por agua de lluvia (Figura 6A) (Villanueva-Gutiérrez y Colli-Ucán, 2011). La estructura de soporte del techo (Figura 6B y 6C) se diseñó con una configuración de vigas tipo Pratt (Neufert *et al.*, 2007),



Figura 2. A: Meliponicultora totonaca de la Sierra Norte de Puebla cultivando a *Scaptotrigona mexicana* con el método tradicional. B: El uso de cajas de madera es más común en la Región del Soconusco de Chiapas. Foto: J.A. Pérez-Sato.



Figura 3. Meliponarios rústicos en Cuetzalan, Puebla, México. Foto: J.A. Pérez-Sato.

cuyas cerchas soportan cargas axiales y le dan consistencia para resistir vientos, cubriendo con lámina acanalada, para proteger a las colonias de los rayos solares y de la lluvia (Baquero y Stamatti, 2007; Vollet-Neto *et al.*, 2015). Las cerchas están sostenidas por seis columnas de bambú anclados a una base de cemento, que en su encuentro con el piso del pasillo, presentan una canaleta de 5 cm de ancho \times 5 cm de profundidad para el control de insectos, tales como hormigas (Baquero y Stamatti, 2007). En las columnas se instalaron vigas paralelas donde se construyeron seis estantes, para colocar modelos de cajas tecnificadas de madera como la Portugal-Araujo (Pérez-Sato *et al.*, 2013; González-Acereto, 2008) o bien el modelo Ailton-Fontana (Fontana, 2013). Cada estante tiene una capacidad para 12 cajas modelo Ailton-Fontana modificada, dado que son de mayor dimensión (39

cm de alto \times 24.5 cm de ancho \times 22.5 cm de fondo), por lo que se tomaron como referencia para determinar el largo y alto del meliponario. La cantidad inicial de colonias y la proyección productiva, sirven de referencia para estimar las necesidades de espacio en un meliponario (Baquero y Stamatti, 2007; Guzmán-Díaz *et al.*, 2011; Cano-Contreras *et al.*, 2013). Se han diseñado meliponarios para proteger hasta 96 colonias de *S. mexicana* alojadas en mancuernas de ollas de barro (Guzmán-Díaz *et al.*, 2011). El meliponario Campus Córdoba-CP está diseñado para resguardar 72 colonias. Se recomienda ubicar los meliponarios en áreas que cuenten con una gran diversidad de plantas melíferas (Baquero y Stamatti, 2007), con la finalidad de proporcionar alimento a las abejas en diferentes épocas del año, y evitar que recorran grandes distancias para recolectar recursos (Biesmeijer y Slaa,



Figura 4. A: Meliponarios modernos para la crianza de *Scaptotrigona mexicana*, localizados en Cuetzalan, Puebla. B: En la Tosepan, Puebla. C-D: En el Campus Córdoba del Colegio de Postgraduados. Foto: J.A. Pérez-Sato.



Figura 5. A: Vista lateral de meliponario Campus Córdoba-CP sin cajas. B: Vista lateral de meliponario Campus Córdoba-CP con colonias de *Scaptotrigona mexicana* alojadas en caja. C: Vista frontal lado norte del meliponario Campus Córdoba-CP sin cajas. D: Vista angular de meliponario Campus Córdoba-CP con colonias de *S. mexicana* en caja. Foto: H.R. Salazar-Vargas.

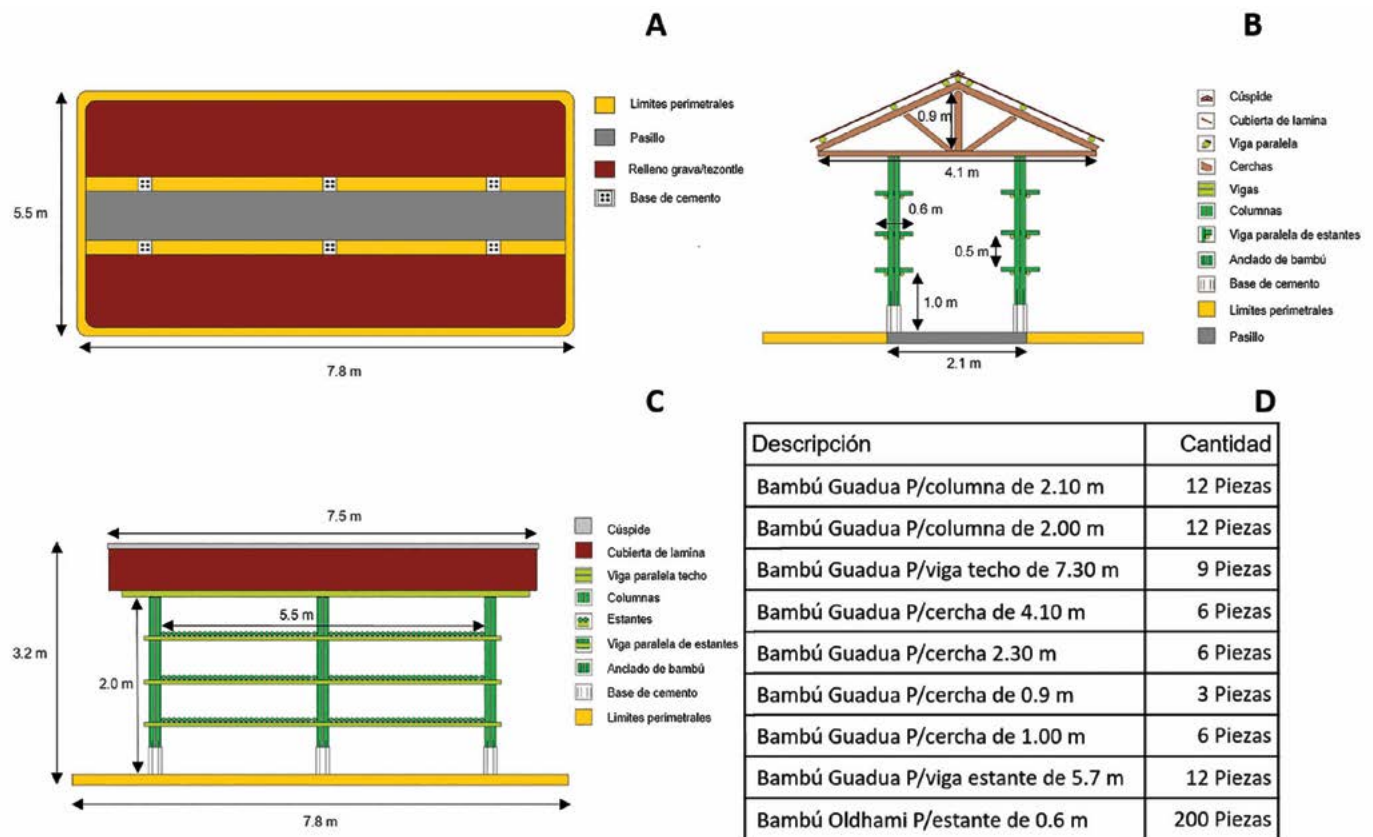


Figura 6. A: Vista aérea de piso. B: Vista lateral de piso, estructura de soporte tipo Pratt, cubierta del techo, columnas y estantes. C: Vista frontal de piso, columnas, estantes y techo. D: Longitud de las piezas de bambú para estructura de soporte tipo Pratt y estantes.

2004). En caso de un reducido número de plantas, se recomienda sembrar especies de rápido crecimiento y alta producción de néctar (Enríquez *et al.*, 2006; Guzmán-Díaz *et al.*, 2011). El meliponario Campus Córdoba-CP fue establecido dentro del huerto de plantas comestibles, ubicado en el área de Permacultura. Esta área cuenta con una gran diversidad de plantas melíferas como: carambolo (*Averrhoa carambola*), cocuite (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.), durazno (*Prunus pérsica*), guanábana (*Annona muricata*), jaborcabo (*Plinia cauliflora*), jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.), limón persa (*Citrus latifolia* Tanaka), litchi (*Litchi chinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), nanche (*Byrsonima crassifolia*), naranja agria (*Citrus aurantium*), naranja dulce (*Citrus sinensis*), nuez de macadamia (*Macadamia ternifolia*), palocote (*Tithonia tubiformis* (Jacq.) Cass.), pera de la india (*Syzygium malaccense* L.), vainilla (*Vanilla planifolia*), xochicuahuatl (*Cordia alliodora*). Además, muy próximo al meliponario se encuentra el huerto biointensivo donde se cultivan una gran diversidad de plantas de polinización abierta que brindan néctar y polen a las abejas.

Un meliponario debe ubicarse cerca de la vivienda para brindar los cuidados necesarios a las colonias, y alejado de fuentes de contaminación u olores fuertes como: basureros, desagües, fábricas o criaderos de animales (Baqueiro y Stamatti, 2007). Se deben considerar fuentes de agua limpia, y estar limpio y darle mantenimiento en general (Kwapong *et al.*, 2010), así como evitar el uso de agroquímicos en áreas aledañas y cercanas al meliponario (Ceballos-Loeza, 2015). El meliponario Campus Córdoba-CP se diseñó y

construyó con dos vistas frontales una orientada al Norte y otra al Sur. Estas posiciones brindan temperaturas favorables a las colonias (Macias-Macias *et al.*, 2014), permite que las entradas de las cajas reciban los primeros o últimos rayos del sol y favorece que las obreras salgan a pecorear más tiempo durante el día (Guzmán-Díaz *et al.*, 2011). La orientación del meliponario en mención, considera la dirección de los vientos dominantes que provienen del Sureste, Oeste y Noroeste (Pérez-Sato *et al.*, 2016) y la trayectoria del sol (Lara-Montiel y Fierro, 2008). Para brindar extra protección al meliponario de los vientos; se colocó una barrera natural rompe vientos con plantas de gigantón o palocote (*Tithonia tubiformis* (Jacq.) Cass.). En la construcción de un meliponario, los materiales a utilizar constituyen otro factor de relevancia.

Se recomienda que estos sean locales para reducir costos (Manzo-Gutiérrez, 2009). Para la construcción del meliponario del Campus Córdoba-CP se utilizó bambú guadua (*Guadua angustifolia*) y bambú oldhamii (*Bambusa oldhamii*), que son comúnmente cultivados en la región y tienen gran resistencia y durabilidad (Husri *et al.*, 2015). Para obtener el bambú con estas características es necesario cortarlo y secarlo siguiendo las indicaciones de Ordoñez *et al.* (2002). Para el acabado de la estructura de bambú se limpió en seco, barnizó con tinta al aceite color nogal y se le dio brillo. Para el acabado del piso, se pintaron los límites perimetrales y las bases de los postes con pintura vinílica blanca. El costo total de los materiales del meliponario fue de \$15,674.00 (USD\$); este costo puede reducirse si se eliminan materiales como el cemento y el relleno con grava y tezontle.

CONCLUSIÓN

El diseño y construcción de un meliponario moderno es fundamental para el manejo eficiente, cuidado y resguardo de las colonias de abejas sin aguijón *S. mexicana*. Su construcción debe estar apegada al conocimiento tradicional y científico, para que cumpla las funciones requeridas. Debe estar ubicado cerca de plantas con abundante flujo de néctar y polen, y cerca de la vivienda para proporcionar a las colonias los cuidados requeridos. Su orientación debe evitar condiciones ambientales y climáticas desfavorables tales como corrientes de aire, y permitir a las colonias resguardadas recibir los primeros rayos de sol, para incrementar el periodo de pecoreo de las abejas. Los materiales para su construcción deben ser regionales,

para disminuir los costos de construcción y producción. Para la zona centro de Veracruz se recomienda utilizar bambú, en la construcción de los meliponarios, ya que su cultivo es económico y con un buen manejo al momento de su cosecha y secado éste material es durable y resistente, lo cual lo convierte en una alternativa sustentable. Los costos del meliponario se reducen aún más si se prescinde de materiales como el cemento, el tezontle y la grava utilizados en el piso.

LITERATURA CITADA

- Ayala R. 1999. Revisión de las abejas sin Aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Fol. Entom. Mex.*, 106.
- Ayala R., Gonzalez V. H., Engel M. S. 2013. Mexican Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae): Diversity, Distribution, and Indigenous Knowledge. En Vit P., Pedro S. R. M., Roubik D. Pot- Honey. Ed. Springer New York. pp. 135–152.
- Baquero L., Stamatti G. 2007. Cría y manejo de abejas sin aguijón. Ed. Subtrópico. Argentina. 38 p.
- Biesmeijer J.C., Slaa E. J. 2004. Information flow and organization of stingless bee foraging. *Apidologie*, 35(2): 143–157.
- Brown M.J.F., Paxton R.J. 2009. The conservation of bees: a global perspective. *Apidologie*, 40(3), 410–416.
- Byrne A., Fitzpatrick Ú. 2009. Bee conservation policy at the global, regional and national levels. *Apidologie*, 40(3), 194–210.
- Cano-Contreras E.J., Martínez-Martínez C., Balboa-Aguilar C.C. 2013. La "abeja de monte" (Insecta: Apidae, Meliponini) de los choles de Tacotalpa, Tabasco: Conocimiento local, presente y futuro. *Etnobiología*, 11(2): 47-45.
- Ceballos-Loeza A. 2015. Experiencias sobre la Cría, Manejo y reproducción de la abeja Xunancab o Kolek kab en Yucatán. *In: IX Congreso Mesoamericano sobre abejas nativas.*
- Cortopassi-Laurino M., Imperatriz-Fonseca V.L., Roubik D. W., Dollin A., Heard T., Aguilar I., Nogueira-Neto P. 2006. Global meliponiculture: challenges and opportunities. *Apidologie*, 37(2), 275–292.
- Enríquez E., Yurrita C., Dardón M.J. 2006. Manual de Meliponicultura: Biología y reproducción de abejas nativas sin aguijón. Ed. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 51 p.
- Fontana A. 2013. ABELHA JATAÍ TRANSFERENCIA PARA CAIXA - YouTube. Recuperado el 22 de enero de 2016, a partir de <https://www.youtube.com/watch?v=z9WLI5R6hQ>
- Fonte L., Demedio J., Blanco D., Aguilar I. 2011. La abeja de la tierra (*Melipona beecheii* B.): "Un tesoro amenazado". *In: Memorias del VII Seminario Mesoamericano sobre Abejas Nativas.* pp 82-86.
- Freitas B.M., Imperatriz-Fonseca V.L., Medina L.M., Kleinert A. de M. P., Galetto L., Nates-Parra G., Quezada-Euán J. J. G. 2009. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie*, 40(3): 332–346.
- González-Acereto J.A., Quezada-Euán J.J.G., Medina-Medina L. 2006. New perspectives for stingless beekeeping in the Yucatan: results of an integral program to rescue and promote the activity. *Journal of Apicultural Research*, 47(3), 234–239.
- González-Acereto J.A. 2008. Cría y manejo de abejas nativas sin aguijón en México. Ed. Universidad Autónoma de Yucatán. México. 165 p.
- Guzmán-Díaz M.A., Balboa-Aguilar C.C., Vandame R., Albores-González M.L., González-Acereto J.A. 2011. Manejo de las abejas nativas sin aguijón en México. Ed. El Colegio de la Frontera Sur. México. 68 p.
- Husri Z., Rashid M. S.A., Said S., Kamisan, R. 2015. Bamboo Modular System (BMS) for New Eco Architecture. En O. H. Hassan, S. Z. Abidin, R. Legino, R. Anwar, M. F. Kamaruzaman. *International Colloquium of Art and Design Education Research (i-CADER 2014)* Ed. Springer. Singapore. pp. 525–539.
- Kwapong P., Aidoo K., Combey R., Karikari A. 2010. Stingless Bees A Training Manual for Stingless Beekeeping. Ed. Unimax. 82 p.
- Lara-Montiel I.T., Fierro J. 2008. Taller: Modelo para representar la trayectoria del sol sobre el globo terrestre.
- Macías-Macías J.O., Quezada-Euan J., Tapia-González J.M., Conteras-Escareño, F. 2014. Nesting sites, nest density and spatial distribution of *Melipona colimana* Ayala (Hymenoptera:

- Apidae: Meliponini) in two highland zones of western, México. *Sociobiology*, 61(4):423-427.
- Manzo-Gutiérrez C.A. 2009. Programa soporte capacitación y asistencia técnica apícola en unidad de producción abeja sin aguijón. 1: 1-15.
- Neufert E., Neufert P., Neufert C. 2007. *Arte de proyectar en arquitectura*. Ed. Gili. Barcelona. 568 p.
- Obregón H.F. 2000. Propagación y evaluación de la productividad de la abeja nativa *Scaptotrigona mexicana* en la Ribera del Suchiate. Informe final del Proyecto M093. Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula, Chiapas, México. 25 p.
- Ordóñez-Candelaria V.R., Mejía-Saulés M.T., Bárcenas-Pazos G.M. 2002. Manual para la construcción sustentable con bambú. Comisión Nacional Forestal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 94 p.
- Pérez-Sato J.A., García-García C. G., Salazar-Ortiz J., García-Albarado J.C. 2013. Tipos de cavidades para la crianza de abejas sin aguijón en la Región de las Altas Montañas del Estado de Veracruz. *Agroentorno*. 35-36.
- Pérez-Sato J.A., Caballero-Sibaja I., Castelán-Cabañas R., Mota-González N., Rojas-Morales M., Sandoval-Galindo L.D., Solís-Zanotelli F.Y. 2016. Propuesta de diseño del área permacultural en el Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. 53 p.
- Rodríguez-Lázaro A. 2015. El grupo Texochico Sentekitinij en Cuetzalan, Puebla. Un caso de éxito en el cultivo tradicional de la abeja Pisolnekmej (*Scaptotrigona mexicana*). In: IX Congreso Mesoamericano sobre abejas nativas.
- Roubik D.W. 2006. Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, 37(2), 124-143. Villanueva-Gutiérrez R.; Colli-Ucán W. 2011. Rescate de la meliponicultura en la Zona Maya de Quintana Roo. In: Memorias del VII Seminario Mesoamericano sobre Abejas Nativas. pp 41-44.
- Villanueva-Gutiérrez R., Roubik D. W., Colli-Ucán W., Güemez-Ricalde F. J., Buchmann, S. L. 2013. A critical view of colony losses in managed Mayan honey-making bees (Apidae: Meliponini) in the heart of Zona Maya. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 86(4), 352-362.
- Vollet-Neto A., Menezes C., Imperatriz-Fonseca V.L. 2015. Behavioral and developmental responses of a stingless bee (*Scaptotrigona depilis*) to nest overheating. *Apidologie*, 46(4):455-464.



EL RAMÓN (*Brosimum alicastrum* Swartz) UNA ALTERNATIVA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN MÉXICO

BREADNUT (*Brosimum alicastrum* SWARTZ): AN ALTERNATIVE FOR FOOD SECURITY IN MÉXICO

*Ramírez-Sánchez, S.¹; Ibáñez-Vázquez, D.¹; Gutiérrez-Peña, M.¹; Ortega-Fuentes, M.S.¹; García-Ponce, L.L.¹; Larqué-Saavedra, A.²

¹Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Calz. Del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Coyacán. ²Centro de Investigación Científica de Yucatán, Banco de Germoplasma, Calle 43 No. 130, Colonia Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán.

*Autor de correspondencia: elyrasjoalney@gmail.com

RESUMEN

En el Plan de Desarrollo Nacional, se encuentra como punto importante la seguridad alimentaria, que según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, existe el compromiso de erradicar el hambre en todos los países del mundo y se dice que existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos. En México el panorama alimentario y nutrimental tiene gran impacto negativo, pues no es posible abastecer al mercado interno de productos básicos como el maíz (*Zea mays* L.), que se refleja por el alto número de importaciones realizadas. Como alternativa para contribuir a fuentes de proteína para la alimentación, se enlistan algunas características favorables del ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) que cuenta con buen potencial nutritivo. Éste, es un árbol que se encuentra distribuido por toda la zona noreste de la República Mexicana y Centroamérica, donde ha sido ampliamente estudiado por su alto valor nutrimental.

Palabras clave: Seguridad alimentaria, ojoche, selva, semilla, capomo, árbol Maya.

ABSTRACT

In the National Development Plan, food security is established as an important point; according to the Food and Agriculture Organization of the United Nations, there is the commitment of eradicating hunger in every country of the world, and it is said that there is food security when all people have physical and economic access to sufficient innocuous and nutritional foods. In México the food and nutritional scenario has a great negative impact, as it is not possible to supply the domestic market of basic products like maize (*Zea mays* L.), something that is reflected by the high number of imports carried out. As an alternative to contribute to sources of protein for the diet, some favorable characteristics of breadnut (*Brosimum alicastrum* Swartz) are listed, which has good nutritional potential. This is a tree that is distributed throughout the northeast zone of the Mexican Republic and Central America, where it has been broadly studied because of its high nutritional value.

Keywords: food security, breadnut, rainforest, seed, Maya nut, Maya tree.

Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 1, enero. 2017. pp: 80-83.

Recibido: octubre, 2016. **Aceptado:** diciembre, 2016.



INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria en México, presenta un panorama de grandes contrastes alimentarios, que van desde los niveles de desnutrición a los problemas de obesidad, en este tenor, México tiene un reto importante, ya que un país debe ser capaz de producir al menos 75% de los alimentos que consume para dar seguridad alimentaria a su población, y México es deficitario de maíz, en particular del amarillo, e importa entre 7 y 10 millones de toneladas. También ocupa el 2º lugar con el mayor volumen de importaciones del grano (SAGARPA, 2016). México cuenta con gran diversidad y riqueza biológica, sin embargo, es poco común voltear a ver otros recursos nativos que tienen gran valor nutrimental y que fueron utilizados por culturas ancestrales. De acuerdo con Meiners, Sánchez, y De Blois (2009), "el maíz y el ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) fueron posiblemente las principales fuentes de alimento para los mayas del periodo clásico (250 a 900 d.C.). Al igual que todos los pueblos cuya base económica es la agricultura, los mayas reconocieron el valor nutritivo preciso de las plantas como el ramón. Por ello, en las comunidades donde está presente el ramón, **"los adultos mayores hablan de cómo su semilla los salvó de una hambruna causada, probablemente, por algún desastre natural o por el ataque de plagas al maíz en décadas atrás"** (Meiners *et al.*, 2009). El Ramón, es un árbol dominante de México y Centro América, el cual es utilizado para la alimentación humana y pecuaria; sin embargo el uso de éste a disminuido considerablemente, concentrándose en zonas marginales, dejando de lado el consumo humano y enfatizando el consumo con fines pecuarios, donde lo que se utiliza, es el follaje, sin embargo, un árbol adulto de ramón llega a producir cerca de 220 kilogramos de semillas (Castellanos *et al.*, 2011), que pueden ser utilizadas para el consumo humano, reduciendo el consumo de maíz o bien, como complemento, debido al contenido nutrimental que ha sido reportado con proteína cerca del 11%, carbohidratos 70% y grasas 1.5%. Cuenta con un alto contenido de fibra, vitaminas B1, B2 y ácido fólico; también es rico en minerales como calcio, hierro, zinc y sodio; aporta de 318 Kcal por cada 100 g de harina y no contiene gluten. Es por eso que el presente trabajo tiene como objetivo complementar la revisión bibliográfica con una

experiencia particular en Mérida, Yucatán, México, y de dar a conocer la semilla de ramón como un producto transformado para consumo humano con potencial nutrimental, que de ser aceptado y adoptado, coadyuvará a la seguridad alimentaria en México.

Ramón una especie forestal con potencial agrícola

En Centroamérica la experiencia de producción, transformación y comercialización de la semilla del árbol ramón, másica u ojoche, está bien documentada (Núñez & Dhondt, 2009), se ha observado que es una iniciativa que contribuye a la agricultura ecológica y puede contribuir a la soberanía alimentaria. La transformación en harina genera un producto 100% natural, con duración de varios meses. En cuanto a la producción de semilla, en Honduras este árbol llega a producir hasta 270 kg de semilla fresca (Castellanos *et al.*, 2011; Ruíz, 2012). En Honduras existe un Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESE) en el que se invita a comunidades a diversificar su dieta, y como parte de ésta, se ha incorporado la semilla del ramón, que en ese país es conocido como "masica"; de esta manera la calidad de la dieta (Boada-Molina, 2011), tiende a mejorarse y la diferencia radica en la calidad de la proteína que se basa en el contenido de aminoácidos (Maya Nut Institute, 2007). En Guatemala se implementó otro programa de capacitación para el procesamiento de la nuez (semilla) del ramón, dicho programa fue dirigido a mujeres enfatizando en la importancia social de la mujer (Maya Nut Institute, 2007). En el Salvador se han realizado estudios sobre el proceso artesanal de la fabricación de harina a partir de la semilla de ojushte (ramón), la elaboración de pan y el diseño de la planta para la producción de harina (García-Escobar *et al.*, 2011). Con la información generada a partir del uso de la semilla del ramón u ojoche, se pretende que las familias rurales, bajo un esquema de organización, tengan el control y el acceso al recurso productivo, siempre bajo un manejo sustentable que contribuya no solo a la seguridad alimentaria, sino también, a la restauración del medio ambiente (Núñez & Dhondt, 2009). El árbol de ramón es originario de bosques húmedos, es tolerante a la sequía y en la Península de Yucatán es uno de los principales alimentos para el ganado durante la época seca, además es 100% aprovechable ya que se puede utilizar su follaje desde edades tempranas como forraje (Ayala & Sandoval, 1995; García Roa, 2003), sus frutos para



purés y semillas para harinas; entre otras transformaciones. Pero el enfoque principal es combatir el hambre y mala nutrición. Este árbol ha dado pie para la creación de una agroindustria que está probando el potencial de la especie, para ser utilizado en apoyo a la cruzada contra el hambre. En cuanto a forraje, es altamente palatable, y contiene 37% de carbohidratos, 52.74% de fibra dietética, 2.25% de grasas y 11.23% de proteínas, con un aporte de 215 Kcal por cada 100 g de forraje. Tiene alto contenido de calcio, hierro, zinc y sodio, así como ácido fólico, vitaminas B1 y B2 (Larque-Saavedra *et al.*, 2014). La harina elaborada a base de semillas de ramón contiene 11% de proteína 70% carbohidratos y 1.5% de grasas. Cuenta con un alto contenido de fibra, vitaminas B1, B2 y ácido fólico; así como rico en minerales como calcio, hierro, zinc y sodio; un aporte de 318 Kcal por cada 100 g de harina (Larque-Saavedra *et al.*, 2014). A pesar de ser una especie de la que se alimentaron los mayas, en México no se le da la debida importancia, sin embargo, en Centroamérica ya se le da el énfasis necesario y el enfoque en la seguridad alimentaria, es por eso que en el Parque Científico y Tecnológico del Centro de Investigación Científica

de Yucatán, en el Banco de germoplasma se estudia la transformación de la semilla con la finalidad de elaboración de masa para tortillas. Los primeros ensayos mostraron que presentan un sabor muy agradable, sin embargo se trabaja en la obtención de la consistencia adecuada de la masa y en lograr un color aceptable para el consumidor. El uso de *B. alicastrum* ha tenido impacto en la región, debido a ello se celebró el primer festival Gastronómico de Ramón en Quintana Roo, en donde participaron estudiantes de gastronomía y en el cual se ofrecieron platillos elaborados a partir del fruto de ramón, desde la elaboración de un Potzol (bebida) hasta un Pib (platillo con diferentes carnes) de ramón, los cuales fueron aceptados positivamente por los asistentes. Otro producto elaborado a partir de la harina de ramón es el agua y el atole, cuya preparación es similar al agua de horchata, sustituyendo la harina de arroz por la de ramón, con la aceptación del consumidor. Sin embargo hay mucho trabajo que hacer, pues al igual que en Centroamérica, en México se busca coadyuvar a la seguridad alimentaria, al mejorar la dieta de los habitantes con opciones que sean sustentables y que propicien que las

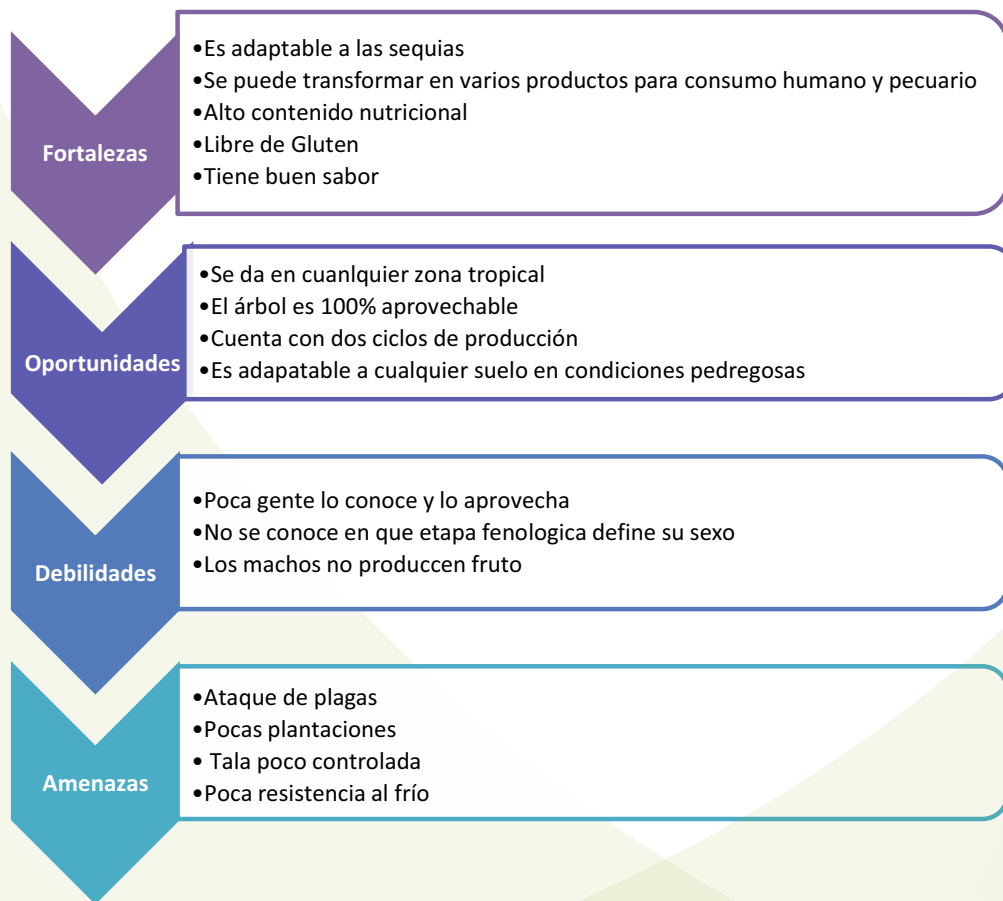


Figura 1. Análisis FODA realizado para el ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz)

comunidades sean autosuficientes al utilizar los recursos naturales de su entorno desde una perspectiva ecológica, con un gran aporte nutricional, aspecto que cubre el árbol del ramón. Por lo que es importante abordar diferentes aspectos sobre la transformación de la semilla, desarrollo de nuevos usos, así como estudiar las estrategias de adopción al transferirlas a los habitantes rurales principalmente. Con la experiencia observada en el uso del ramón en Mérida, se realizó un análisis FODA (Figura 1) obteniendo que *B. alicastrum* cumple con beneficios para el consumo humano y cuenta con aportaciones para el ambiente, y es 100% aprovechable, el tronco es maderable, y el follaje es para alimentación pecuaria.

CONCLUSIONES

El árbol de ramón es buena alternativa para contrarrestar desnutrición en la población, y puede contribuir con los programas gubernamentales de lucha contra el hambre.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigación Científica de Yucatán, en específico al Banco de Germoplasma, al Dr. Alfonso Larqué, a la MC. Candelaria Pérez, al IBQ Israel García Sheseña y a Silvia Vergara, por estrecha colaboración con nuestra Universidad.

LITERATURA CITADA

- Ayala A., Sandoval S. 1995. Establecimiento y producción temprana de forraje de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz). *Agroforestería en las Américas.*, 2(7), pp. 10-16.
- Boada-Molina L. 2011. Diagnóstico del consumo de Masica (*Brosimum alicastrum*) en la comunidad de El Guayabo, Departamento de Colón, Honduras. Zamorano, Honduras
- Castellanos R.X., Moreno P., Estrada W. 2011. Guía Técnica del Ojushte (*Brosimum alicastrum*) "Una alternativa al cambio climático" Manejo de Vivero y Establecimiento en Campo. CATIE.
- FAO. 2015. El Estado de la Seguridad Alimentaria en el Mundo. Roma, Italia: FAO.
- García-Roa M. 2003. Producción de semillas forestales de espacios forrajeras en forrajeras enfatizadas en sistemas silvopastoriles. [En línea] Available at: www.inafor.gob.ni [Último acceso: 03 2 2016].
- García-Escobar P., Peraza-López E., Romero-Guillen N. 2011. Diseño de una planta para la producción de harina, a base de la semilla del árbol de ojushte o semilla de pan y su incidencia en los precios de la harina de pan. San Salvador: s.n.
- Larque-Saavedra, A. y otros, 2014. Publicaciones de *Brosimum alicastrum*. Yucatán: Centro de investigación científica de yucatan A.C.
- Maya Nut Institute, G., 2007. Generally Recognized as Safe (GRAS) Self – Affirmation Report. s.l.:s.n.
- Meiners, M., Sánchez, C. & De Blois, S., 2009. El ramón: Fruto de nuestra cultura y raíz para la conservación. *Biodiversitas*. CONABIO, Volumen 87, pp. 7-10.
- Núñez, C. & Dhondt, M., 2009. Sistematización de experiencias de la producción, transformación y comercialización de la semilla del árbol de Masica. Honduras: ANAFEA.
- Ruiz, M., 2012. Análisis de los factores que dificultan el empoderamiento de las mujeres en la transformación de la semilla de ojoche. San Salvador, El Salvador: Tesis de Maestría. Universidad de El Salvador.
- SAGARPA, 2016. SIAP. [En línea] Available at: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> [Último acceso: 16 03 2016].





CONVOCATORIA (Primer Comunicado)

La Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A.C. (SOMAS) y la Universidad Autónoma Chapingo a través del Centro Regional Universitario del Noroeste, en colaboración con la Asociación de Organismos de Agricultores del Sur de Sonora A.C. (AOASS), Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), La Universidad Tecnológica Sur de Sonora (UTS), la Universidad Tecnológica Etchojoa (UTE), el Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui (ITVY), el CBTA N°197 Providencia, convocan a los profesores e investigadores de las Universidades Públicas y Privadas, de los Institutos de Investigación, Pequeñas y Medianas Empresas, Organizaciones de la Sociedad Civil No Gubernamentales, Asociaciones de Productores y personas relacionadas con temas de agricultura sostenible, desarrollo sostenible y sostenibilidad en México y el extranjero, a participar en el:

XIV SIMPOSIO INTERNACIONAL Y IX CONGRESO NACIONAL DE AGRICULTURA SOSTENIBLE “AGRICULTURA SOSTENIBLE COMO BASE PARA LOS AGRONEGOCIOS”

Que se llevará a cabo del **25 al 30 de Septiembre de 2017**, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Sonora (Unidad Náinari), Cd. Obregón, Sonora, México.

FECHAS IMPORTANTES

Hasta el 30 de junio de 2017: Recepción de trabajos.

31 de julio de 2017: Notificación de aceptación.

Hasta el 15 de agosto de 2017: Fecha límite de pago de inscripción de ponentes.

16 de septiembre de 2017: Fecha límite para enviar candidatura de Sede 2017.

Hasta el inicio del evento: Fecha límite de pago para asistentes

MAYORES INFORMES www.somas.org.mx

Dr. Ramón Jarquin Gálvez

Tel: (52-444)8524056 Ext. 6

presidente.somas.16.17@gmail.com