

Prioridades de conservación de los bosques tropicales en México: reflexiones sobre su estado de conservación y manejo

P. Koleff¹, T. Urquiza-Haas¹, B. Contreras¹

(1) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Col. Parques del Pedregal, 14010, México, D.F., México.

➤ Recibido el 6 de diciembre de 2011, aceptado el 22 de marzo de 2012.

Koleff, P., Urquiza-Haas, T., Contreras, B. (2012). Prioridades de conservación de los bosques tropicales en México: reflexiones sobre su estado de conservación y manejo. *Ecosistemas* 21(1-2):6-20.

Los bosques tropicales de México abarcan numerosas comunidades vegetales que se distribuyen tanto en ambientes húmedos como secos. Los bosques húmedos son los más exuberantes y albergan la mayor diversidad de especies, mientras que los bosques secos destacan por el elevado nivel de endemismo. A principios del siglo pasado, estos bosques cubrían 26% del territorio mexicano (~51.33 millones de hectáreas). Sin embargo, las políticas de desarrollo rural y otros factores causaron la pérdida y degradación de hasta un 82% de la cobertura original. Actualmente, la mayoría de los bosques remanentes están fragmentados y degradados. En la década de 1990 el gobierno empezó a consolidar la estrategia de las áreas protegidas e implementar otra serie de programas ambientales. Recientemente, bajo una misma visión nacional, se identificaron sitios prioritarios para la conservación, con base en criterios de unicidad, diversidad y grado de amenaza, que permiten tener un marco de referencia para fortalecer las acciones de conservación. También existen diversas culturas y organizaciones comunitarias que han sabido conservar sus bosques. Este escrito hace una breve revisión sobre el estado de conservación de los bosques tropicales y de los procesos que han contribuido a su situación actual. Se requiere fortalecer y generar mayor sinergia entre las políticas gubernamentales y las estrategias comunitarias que han resultado positivas para la conservación.

Palabras clave: planeación para la conservación, áreas protegidas, representatividad, uso sustentable

Koleff, P., Urquiza-Haas, T., Contreras, B. (2012). Conservation priorities for tropical forests in Mexico: Reflections about their conservation status and management. *Ecosistemas* 21(1-2):6-20.

Tropical forests in Mexico comprise several plant communities distributed along humid and dry environments. Humid forests are exuberant and highly diverse, whereas dry forests have remarkable levels of endemism. At the beginning of the last century they used to cover 26% of the Mexican territory (~51.33 million hectares); but rural development policies and other factors caused forest losses and degradation up to 82% of the original cover and currently most of the remaining forest is fragmented and degraded. In the 1990's the government started building up a protected areas strategy and also implemented other environmental programs. Recently, priority sites for conservation were identified under a shared vision at national level; this was based on uniqueness, diversity and the degree of threat, allowing the establishment of a reference framework for decision making, which ultimately aims to strengthen conservation actions. In Mexico, there are also several cultures and community organizations that had been able to preserve their forests. This paper briefly reviews the conservation status of tropical forests and the processes that have contributed to their current condition. There is a need to build-up synergies and strengthen governmental policies and community strategies that have had positive outcomes for conservation

Key words: conservation planning, protected areas, representativeness, sustainable use

Introducción

Es bien conocido que la zona intertropical alberga la mayor biodiversidad del mundo para casi todos los grupos de organismos, y contribuye de forma muy importante a la riqueza biológica del planeta (Gaston 2000). Dependiendo de la disponibilidad de agua, los bosques tropicales se agrupan en húmedos (BTH) y secos (BTS) (**Tabla 1**), los cuales difieren en su estructura, fisonomía y funcionamiento.



Bosques tropicales húmedos (BTH)

(Tropical rainforest / Tropical broadleaf evergreen forest / Tropical moist forest / Tropical and subtropical broadleaf forest)

Altitud: 0 a 1000 msnm, a veces hasta 1500 m. TMA: 20°C, máxima 26 °C, rango 11°C. PMA: 1500 a 3000 mm, generalmente más de 2000 mm. Tres meses de sequía, a veces hasta 5.

Miguel A. Sicilia Manzo ©BI CONABIO

Selvas altas perennifolias. Árboles de más de 30 m y 40 a 80 cm de diámetro, puede haber individuos de 2 o 3 metros de diámetro o 65 m de altura. En general con tres estratos bien definidos, árboles comúnmente de hojas macrófilas, con troncos rectos y a veces con contrafuertes. Hay gran abundancia de bejucos, plantas trepadoras y numerosas epífitas (orquídeas, bromelias y aráceas) y el suelo está generalmente en penumbra.

Selva mediana o baja perennifolia. No suele exceder los 25 m (mediana) o 15 m (baja), hay una notable abundancia de líquenes, musgos y helechos tanto en el suelo como sobre los árboles. La selva baja perennifolia se desarrolla en sitios de inundación permanente asociada en ocasiones con zonas de manglar.

Selva alta o mediana subperennifolia. Altura promedio similar a la selva alta perennifolia, ocurre generalmente en suelos rocosos y de gran inclinación por lo que no existen árboles gigantes. Hay gran abundancia de palmas en el sotobosque y durante la temporada seca se pierde casi el 25% del follaje.



Bosques tropicales secos (BTS)

(Tropical dry forest / Semi-evergreen seasonal forest / Tropical deciduous forest / Tropical and subtropical broadleaf deciduous forests)

Altitud: 0 a 2000 msnm. TMA: 17 a 29 °C y el bosque espinoso con rangos estacionales entre 4 a 18 °C. PMA: 300 a 1800 mm. Estación seca muy marcada, dura de 5 a 8 meses.

Efraín Hernández Xolocotzin ©BI CONABIO

Selva mediana subcaducifolia. Fisionomía similar al bosque tropical perennifolio, con árboles entre 15 a 40 m y diámetros entre 30–80 cm. En general, tienen hojas deciduas facultativas mesófilas (~50 % de las especies). Penumbra a nivel del suelo excepto en meses de sequía. Herbáceas generalmente ausentes.

Selva mediana y baja caducifolia. Este tipo de vegetación se desarrolla en condiciones de anegación durante la época de lluvia y muy secas durante el estiaje. Estrato arbóreo dominado por pocas especies de 5 a 15 m de altura, muchas con troncos retorcidos que ramifican cerca de la base, y/o con hojas compuestas y/o nanófilas. La mayoría de las especies tienen floración durante la sequía.

Selva baja espinosa subperennifolia y caducifolia. Se encuentran generalmente en climas de mayor aridez. Los árboles miden entre 8 y 10 m de altura, y frecuentemente dominan las leguminosas de ramas con espinas. Escasas trepadoras leñosas, pero las bromelias pequeñas (*Tillandsia sp.*), los líquenes crustáceos y las cactáceas columnares son abundantes.

Tabla 1. Tipos generales de bosques tropicales en México según INEGI (2005), sus rangos ambientales y una descripción general. TMA=Temperatura media anual, PMA=Precipitación media anual.

Los BTH albergan más de la mitad de las especies del planeta, y se encuentran entre las comunidades terrestres más antiguas, exuberantes y de mayor complejidad ecológica (Laurance 1999; Dirzo y Raven 2003), con varios cientos de especies de plantas por hectárea. En México, los BTH albergan más de 5000 especies de plantas, lo que constituye aproximadamente un 17% del total de la flora del país (Rzedowski 1991). Muchas de sus especies vegetales requieren de sombra y humedad para establecerse y sobrevivir, por lo que son particularmente sensibles a la apertura o pérdida de dosel.

También han desarrollado interdependencias con otras especies; por ejemplo, 80% de los árboles tienen frutos carnosos cuyas bayas o drupas son comúnmente dispersados por animales (Medellín y Gaona 1999; Ibarra-Manríquez y Cornejo-Tenorio 2010); por lo que el proceso de defaunación, altera de manera considerable la diversidad y abundancia de la comunidad florística (Dirzo y Miranda 1991; Martínez-Ramos 2008).

Los BTS son el tipo de ecosistema tropical mejor representado en México (Ceballos et al. 2010; Meave et al. 2012) y a diferencia de los BTH, enfrentan varios meses de sequía al año, época en que muchas especies tiran las hojas para reducir la pérdida de humedad (Espinosa et al. 2012). Durante esta época una alta proporción de especies (entre 30 y 60%) liberan pequeñas semillas resistentes a la desecación que son dispersadas por viento (Seidler y Plotkin 2006). En general estas especies son poco vulnerables a la fragmentación o cacería ya que pueden colonizar zonas abiertas y dispersarse a distancias considerables del borde (Seidler y Plotkin 2006; Vieira y Scariot 2006). Aunado a esto, los bosques secos tienen mayor proporción de especies con capacidad de retoñar que los bosques húmedos, por lo que tienen mayor capacidad de recuperarse después de un disturbio; al conservar parte de la composición inicial y al usarse recursos almacenados en las raíces, la regeneración del bosque es mucho más rápida (Bellingham 2000; Dietze y Clark 2008; Imbert y Portecop 2008).

Al ser el agua el recurso limitante, el gradiente de sequía explica en gran medida las diferencias en talla, densidad y distribución de las especies arbóreas en los BTS (Balvanera et al. 2011). En México, hay una gran heterogeneidad en cuanto a los meses de sequía y la cantidad de lluvia, lo que contribuye a que los BTS, tengan un alto recambio de especies vegetales entre comunidades (Trejo y Dirzo 2002; Balvanera et al. 2011). La alta diversidad beta refleja el grado de endemismo, 20% de la flora y 30% de los vertebrados terrestres endémicos del país habitan en los BTS (Rzedowski 1992; Ceballos y García 1995).

A pesar de la elevada diversidad que albergan los bosques tropicales en México, es posible afirmar que no se encuentran debidamente protegidos y por ello, es necesario identificar sitios y acciones relevantes para su conservación. Como punto de partida, en este trabajo se presenta una síntesis del estado de conservación de los bosques tropicales en México, los sitios prioritarios para su conservación, resultado de un análisis de planeación sistemática, y una reflexión considerando algunos de los principales instrumentos para su manejo y conservación.

Disturbio antropogénico y estado de conservación

Existen varias estimaciones sobre la cobertura de bosques en el mundo con base en diversas metodologías y clasificaciones (Shvidenko et al. 2005). Ramankutty y Foley (1999) estimaron que originalmente abarcaban alrededor de 22.9 millones de km², pero para el 2000 únicamente quedaba entre 48 y 65% (Wright y Muller-Landau 2006). Los bosques tropicales representan alrededor de 46% de los bosques del mundo, y los de mayor extensión son los BTH (60 % de los bosques tropicales) (Shvidenko et al. 2005).

La destrucción acelerada de los bosques tropicales, tanto húmedos como secos, es una de las mayores preocupaciones en el ámbito global y nacional desde hace más de tres décadas (Gómez-Pompa et al. 1972; Janzen 1988; Myers 1994; Wright y Muller-Landau 2006; Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010). Los bosques, además de albergar una gran variedad de especies, ejercen influencia sobre el clima a través de procesos físicos, químicos y biológicos que afectan el ciclo hidrológico y energético del planeta, así como la composición atmosférica (Bonan 2008; Balvanera 2012). Por ello, la destrucción, degradación y fragmentación de los bosques tropicales conlleva la pérdida de diversos bienes y servicios ecosistémicos (Laurance 1999; Kremen 2005; Manson et al. 2009), entre ellos alteraciones climáticas en el ámbito regional y global (Houghton et al. 2000; Laurance y Williamson 2001; Laurance 2004).

La extensión actual de los BTH en el mundo corresponde a 56% de su superficie original (Laurance 2010), pero en México se ha reducido el área ocupada por BTH a 53% de su extensión original (3.16 millones de hectáreas en condición primaria y 6.31 millones en condición secundaria) (INEGI 2005; Challenger y Soberón 2008). El problema es complejo porque existen variaciones regionales de los factores socio-económicos responsables del cambio de uso de suelo (Bray y Klepeis 2005). Sin embargo, las causas de la deforestación a gran escala en México se pueden atribuir principalmente a (1) la extracción petrolera y a las políticas gubernamentales de colonización y fomento agropecuario desde la década de 1940 y (2) la reactivación del reparto agrario durante la década de 1970, lo que motivó la migración y colonización hacia las zonas tropicales para establecer cultivos y ganadería, causando en la siguiente década la desaparición de más del 80% de los BTH en algunas regiones del país (Toledo 1992; Durand y Lazos 2004; Carabias et al. 2008; Sánchez Colón et al. 2009). Se estima que hacia el año 2002, quedaba tan sólo 17.5% de la vegetación primaria del trópico húmedo del país, por lo que actualmente el paisaje de los BTH es en gran medida un mosaico de vegetación secundaria con pequeños remanentes de vegetación primaria (Challenger et al. 2009). Las porciones más extensas de vegetación primaria se localizan al sur de la península de Yucatán, en la región Lacandona en Chiapas y en la región de Los Chimalapas en Oaxaca (INEGI 2009).

Por su parte, los BTS han sufrido un proceso de deforestación tal vez mayor que los BTH, aunque su pérdida no recibió tanta atención internacional, por lo menos inicialmente (Janzen 1988). Se estima que para 2001, quedaban en el mundo 1,048,700 km² de bosques secos y América Latina fue la más afectada, donde se perdió cerca de 12% de la cobertura entre 1980 y 2000 (Miles et al. 2006). En México, para el 2002, tan solo 26% de la cobertura original permanecía en buen estado de conservación (Challenger et al. 2009), aunque estimar la extensión original de estos ecosistemas, es difícil ya que han sido transformados desde hace milenios (Trejo y Dirzo 2000). Los BTS de México han sido calificados como uno de los ecosistemas más vulnerables a causa de factores de presión simultáneos, como el cambio de uso de suelo, la fragmentación del hábitat, el cambio climático global y la densidad de población humana, además de que tienen baja representación en el sistema de áreas protegidas (Miles et al. 2006; Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010; Meave et al. 2012).

Aunada a la deforestación, el fuego es una de las mayores amenazas en los trópicos, ya que la fragmentación, degradación de la cobertura forestal y el cambio climático han contribuido a que en años particularmente secos se pierdan millones de hectáreas de bosques tropicales en pocos meses (Cochrane et al. 1999; Román-Cuesta et al. 2004). También en este caso existen diferencias en la vulnerabilidad, ya que las especies de los BTH son particularmente sensibles al fuego.

En algunos casos, no obstante, hay recuperación de la cobertura vegetal por abandono de tierras agropecuarias, aunque estos patrones difieren entre zonas geográficas. Por ejemplo, después del colapso en el mercado del henequén, algunas áreas de la península de Yucatán han recuperado la cubierta forestal (González-Iturbe et al. 2002) y en Oaxaca, este proceso ocurre principalmente en fragmentos a lo largo de las sierras (Velázquez et al. 2003).

Acciones y prioridades de conservación

A pesar de que las áreas protegidas (AP) en México se remontan a finales del siglo XIX (de la Maza 1999), no fue sino hasta la última década del siglo XX que se empieza a consolidar la estrategia de las áreas protegidas (Bezaury-Creel et al. 2009a), cuando ya se habían decretado reservas de la biosfera tales como Chamela-Cuixamala, Manantlán y la Sierra de Huautla que cubren 1200 km² de los bosques secos (Ceballos et al. 2010), y Los Tuxtlas, Calakmul y Montes Azules en los BTH.

Muchas de las AP fueron elegidas por su belleza escénica o de forma oportunista, sin una evaluación que dirigiera las prioridades para asegurar a priori una adecuada representación de la biodiversidad. Adicionalmente, y por razones de diversa índole, no han sido del todo efectivas para frenar el deterioro ambiental (Naughton-Treves et al. 2005; Figueroa et al. 2009; Koleff y Urquiza-Haas 2011). A raíz de ello, en la década de 1980 emergió el campo de la planeación sistemática de la conservación con el fin de mejorar el diseño de sistemas de reservas e identificar áreas prioritarias para dirigir eficientemente los recursos económicos (Margules y Pressey 2000; Sarkar et al. 2006). Aunque en el país existen diferentes estudios sistemáticos para identificar áreas de importancia para la conservación (e.g. Brandon et al. 2005; Ceballos 2007), el análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad coordinado por la CONABIO y CONANP (CONABIO et al. 2007a), es el primero en conjuntar bajo una misma visión diversos enfoques y metodologías con la mayor cantidad de información actualizada. En este análisis se identificaron con base en criterios de unicidad, diversidad y grado de amenaza sitios relevantes para la conservación en 62 y 42% de la superficie de las BTH y BTS, respectivamente (**Fig. 1**). La implementación efectiva de diversas acciones e instrumentos de conservación in situ en estos sitios pueden contribuir significativamente a disminuir la pérdida de las especies más vulnerables así como de ecosistemas con una distribución restringida (Koleff et al. 2009).

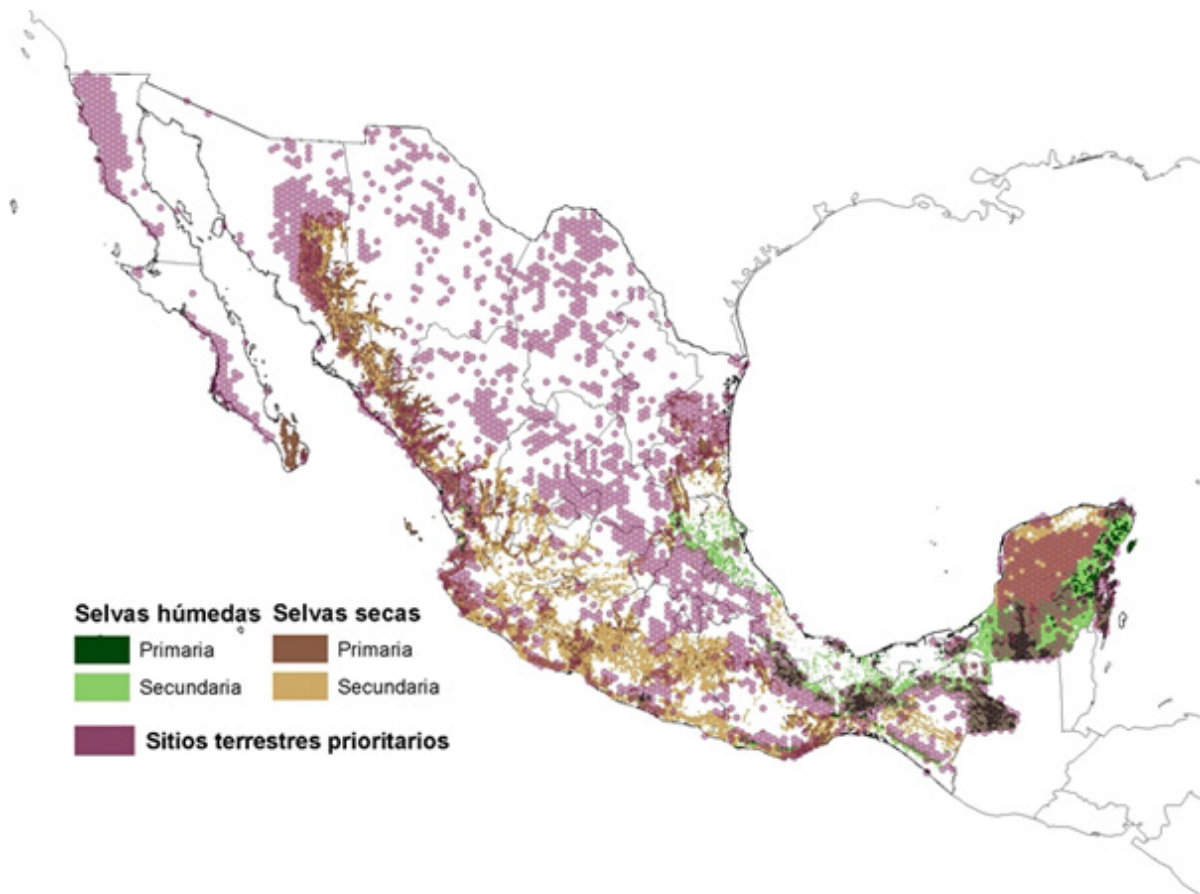


Figura 1. Distribución de la vegetación primaria y secundaria de los bosques tropicales húmedos y secos. Se indican en violeta los polígonos de los sitios prioritarios terrestres. Fuentes: INEGI (2009), CONABIO et al. (2007b).

Actualmente, la red de AP cubre 18 000 km² de los BTH o 19.7% de su superficie actual y más de 23 000 km² de los BTS, lo que representa 10.7% de su superficie, (**Fig. 2**). Si consideramos únicamente la vegetación primaria, los porcentajes se incrementan a 16.6 y 33%, respectivamente (INEGI 2009; CONABIO, 2010). En general, las AP contienen una mayor proporción de vegetación primaria que secundaria dentro de sus límites (**Fig. 3**). Estas cifras incluyen información actualizada de las AP federales, estatales, municipales y certificadas en el país (Bezaury-Creel et al. 2009b; CONABIO 2010; CONANP 2010). No obstante, a pesar de los esfuerzos de los últimos años (CONABIO et al. 2007a), aún existen importantes vacíos en conservación para proteger los sitios prioritarios previamente mencionados y algunas de las ecorregiones de nivel IV (Urquiza-Haas et al. 2011). Las ecorregiones nivel IV son áreas geográficamente distintivas a escala 1:1 000 000, relativamente homogéneas en términos de especies, condiciones ambientales y dinámicas ecológicas (Olson et al. 2001; INEGI et al. 2007). Asimismo, la mayor parte de las comunidades vegetales del trópico seco aún se encuentran subrepresentadas en el sistema de AP (menos de 12% del promedio nacional de su superficie bajo protección de las AP; **Fig. 4**) (INEGI 2009; CONABIO 2010; Koleff et al. 2009).

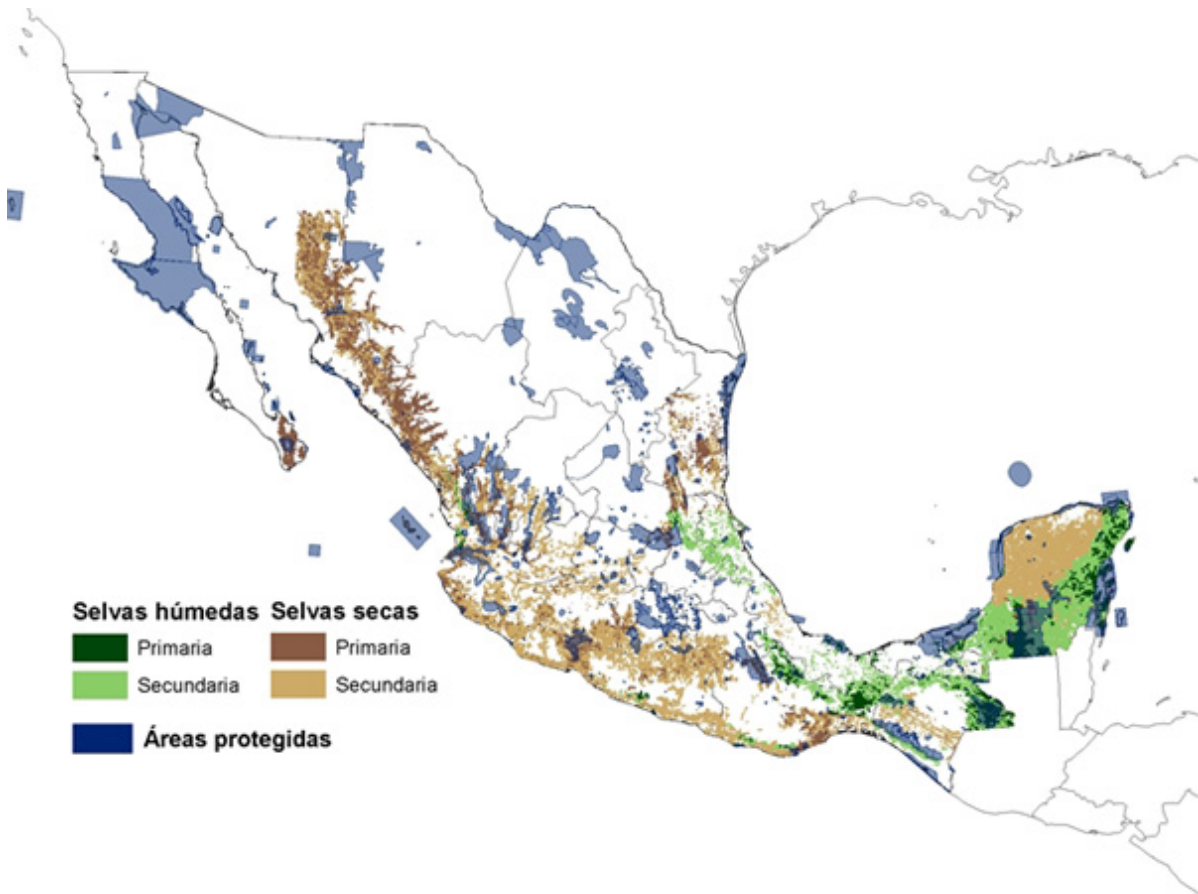


Figura 2. Distribución de la vegetación primaria y secundaria de los bosques tropicales húmedos y secos. Se indican en azul los polígonos de las áreas protegidas. Fuentes: INEGI (2007), CONABIO (2010).

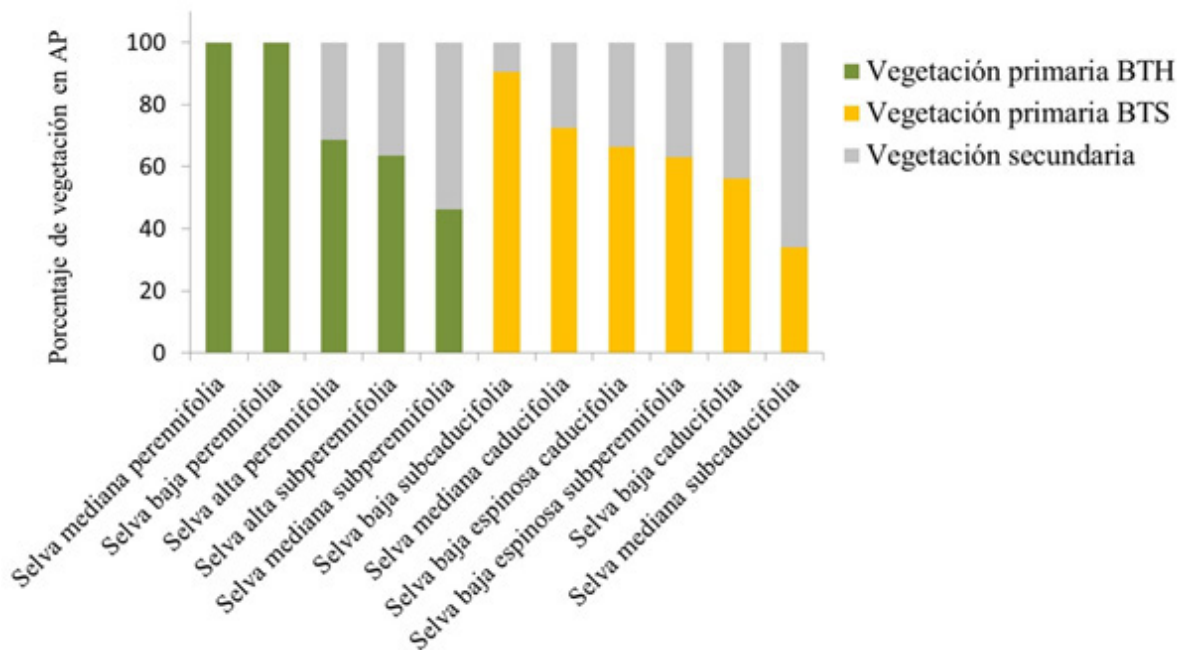


Figura 3. Proporción de vegetación primaria y secundaria en los polígonos de las áreas protegidas de los bosques tropicales húmedos y secos de México. Fuentes: INEGI (2009), CONABIO (2010).

Desde el año 2000, México participa junto con siete países de Centroamérica en una iniciativa de conservación para establecer un sistema de corredores entre las áreas protegidas basado en un ordenamiento territorial a nivel regional. En México, el proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano (CBMM), cuenta con ocho corredores en los seis estados al sur del país, coordinados por la CONABIO. Un elemento clave de esta iniciativa es la implementación y fortalecimiento de proyectos de desarrollo comunitario con bajo impacto ecológico, además de trabajar en la inserción de criterios ambientales en las reglas de operación del sector rural del país en el ámbito gubernamental. Dentro de este proyecto se ha trabajado con 628 comunidades, con una población de 85 283 personas (Álvarez Icaza et al. 2008; CONABIO 2012). Sin embargo, aún hace falta mayor integración y sinergia entre las instituciones involucradas en todos sus niveles (nacional, estatal, municipal) y los actores locales, para que los avances logrados a nivel nacional impacten directamente en los proyectos de desarrollo sustentable en las comunidades (Arreola et al. 2009).

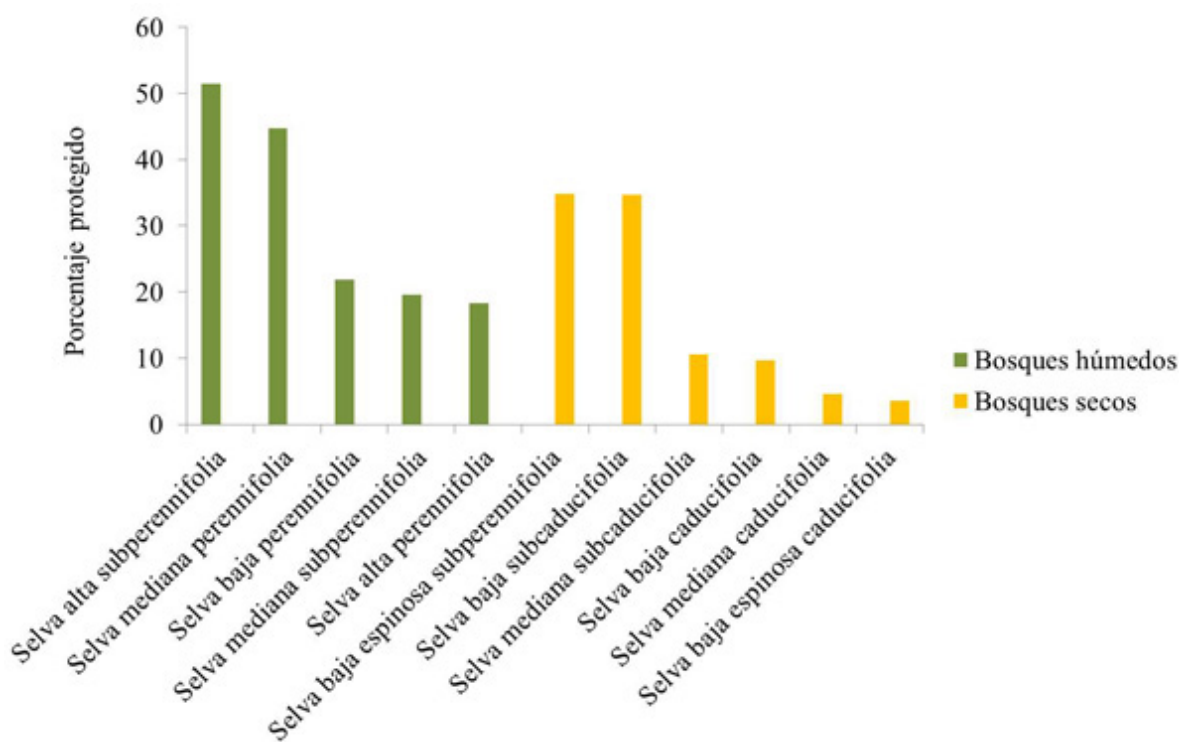


Figura 4. Porcentaje de cobertura de las áreas naturales en bosques tropicales húmedos y secos.

Algunos aspectos del manejo tradicional

Los bosques tropicales en México han sido habitados y manejados desde hace miles de años; las diversas culturas desarrollaron prácticas de uso y manejo del ecosistema, incluyendo el uso múltiple (Toledo 2003) y sustentable de especies (e.g. Martínez-Ballesté et al. 2005), así como el manejo de las unidades de paisaje y de la sucesión ecológica (Alcorn 1993, Gómez-Pompa y Kaus 1999), que ha permitido el uso y diversificación de más de 1500 especies, algunas de importancia comercial a nivel mundial (Toledo 2003). Las diferentes culturas de México han conservado dentro de sus territorios una gran proporción de BTH y BTS; aproximadamente 5.7 millones de hectáreas, de las cuales 3.5 millones aún eran vegetación primaria en el 2003, lo que representa 17.6% de la vegetación primaria en México (Boege 2008). Los procesos sociales, económicos e históricos que han permitido este estado de conservación son complejos y están fuera de los objetivos de este artículo. Sin embargo, existe el consenso general de que los sitios más conservados están altamente correlacionados a la conservación de la cultura y del conocimiento ecológico tradicional (Maffi 2007).

Se ha propuesto que el manejo agroforestal de subsistencia que se desarrolló en diversas partes de los trópicos del mundo y que implica ciclos de rotación largos, cultivos de subsistencia y uso de técnicas tradicionales, es una alternativa más benigna que la mayoría de los otros sistemas productivos que imperan actualmente en los trópicos (plantaciones, ganadería, monocultivos extensivos) (Sunderlin et al. 1997; Mertz et al. 2008). Los sistemas de manejo tradicional varían mucho, pero en su forma básica había una rotación de unidades del paisaje (ciclos de 30 a 40 años) en diferentes estados sucesionales (parcela agrícola, barbecho, vegetación secundaria arbustiva, vegetación secundaria arbórea, bosque maduro) y en donde especies de prácticamente todos los estadios de sucesión eran utilizadas de diversas formas (medicinal, construcción, fibras, combustible, alimento, ornamental, objetos de uso doméstico, etc.). Al estar la parcela inmersa en una matriz de bosque, la recolonización de especies tardías se daba de manera natural (Mo et al. 2011).

Sin embargo, los agrosistemas de manejo tradicional sufren cada vez mayor grado de presión por cuestiones económicas y de transformación cultural, por lo que en algunas regiones la modificación y reducción en los ciclos de cultivo a menos de 10 años, ha impactado negativamente en la resiliencia de los bosques y los agroecosistemas tradicionales (Lawrence et al. 2010).

Programas forestales en México

A pesar de que en el siglo pasado México perdió una gran parte de su cobertura forestal, durante las últimas décadas ha habido un esfuerzo constante hacia el uso sustentable de recursos a través de reformas de ley, fortalecimiento institucional, movimientos de base, organizaciones de la sociedad civil y proyectos comunitarios. En 2001, el gobierno decretó que el agua y los bosques son asuntos de seguridad nacional y creó la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) con el propósito de implementar el Programa Estratégico Forestal, que abarca un plazo de 25 años, creando al mismo tiempo un fondo y una ley general para proteger al programa y asegurar su cumplimiento. En México, el manejo forestal certificado ocurre principalmente en bosques templados (Bray et al. 2007), sin embargo hay buenos ejemplos de iniciativas exitosas en los bosques tropicales.

Actualmente se están implementando proyectos piloto en el CBMM para una mejor integración de políticas de desarrollo sustentable y conservación. En Chiapas, hay tres proyectos donde se intenta estabilizar la cobertura vegetal a la vez que se promueven prácticas agroecológicas, el fortalecimiento de cadenas productivas con una buena inserción en el mercado y el fortalecimiento de capacidades locales tanto comunitarias como institucionales (SAGARPA-NAFIN 2009). Aun cuando no se ha logrado parar la deforestación en los pocos años que lleva el programa (Nuñez et al. 2010), se han fortalecido las capacidades sociales locales, a la vez que se promueve mejorar la calidad del suelo, la reforestación con especies forrajeras, y se ha iniciado la restauración de potreros y zonas ribereñas (SAGARPA-NAFIN 2009).

Por otro lado, también la CONAFOR desde el 2003, ha intentado involucrar a las comunidades locales que habitan en los bosques tropicales y templados en el programa de pagos por servicios ambientales (Graf-Montero y Bauche-Petersen 2010). Sin embargo, aún no se ha evaluado la contribución de este programa para detener el cambio de uso de suelo. Entre las limitantes de este programa destaca que aún falta afinar los criterios de selección de las parcelas, y que se trata de contratos cortos, que difícilmente generan capacidades hacia mejores prácticas de manejo y conservación a largo plazo (Muñoz-Piña et al. 2008; Urquiza-Haas 2009).

Manejo forestal comunitario: un mecanismo de conservación de cobertura forestal y potencial para la captura de carbono

Una estimación reciente sugiere que 370 millones de hectáreas se encuentran bajo régimen de propiedad comunal en el mundo (White y Martin 2002). México es un caso especial ya que gran parte de sus bosques (80%) están bajo la propiedad de 8 mil comunidades y ejidos forestales, con una población estimada de 12 millones de habitantes (CONAFOR 2011). Esto significa que México tiene aproximadamente 10% de los bosques (templados y tropicales) comunitarios y casi 50% de los bosques comunitarios certificados en el mundo (Bray et al. 2007). Este fenómeno tiene raíces profundas en la historia de México, con una gran diversidad en formas tradicionales de manejo comunitario, estrategias que fueron imitadas y formalizadas en el Artículo 27 de la Constitución de 1917 (Ibarra-Mendivel 1996).

En los últimos 30 años han surgido numerosos ejemplos de buen manejo forestal comunitario, a través de un proceso de capacitación y planeación estratégica, apoyados por subsidios gubernamentales y muchas veces acompañados de organizaciones de la sociedad civil (Bray et al. 2007). Los ejidos con empresas forestales comunitarias tienen, en general, menores niveles de marginalidad y mayores posibilidades de bienestar y estabilidad a futuro (Chapela 2005).

La mayor parte de las comunidades con manejo forestal en México se encuentran en los bosques templados de pinos y encinos (Bray et al. 2007). En los bosques tropicales se han desarrollado pocos proyectos forestales comunitarios debido a la relativa falta de especies comerciales (Castilleja 1996; Bray et al. 2007). Sin embargo, los proyectos en bosques tropicales de la península de Yucatán han resultado exitosos, social y ecológicamente, al reducir significativamente el cambio de uso de suelo (Palacio-Prieto et al., 2000; Bray et al. 2007). Incluso los proyectos exitosos de manejo forestal comunitario han sido más efectivos en la conservación de la cobertura forestal que algunas de las áreas protegidas en la misma región, patrón que también se ha presentado en al menos otros 15 países de América, Asia y África (Ellis y Porter-Bolland 2008; Porter-Bolland et al. 2011). Recientemente, se ha sugerido que en la nueva estrategia REDD+ los bosques comunitarios en México podrían desempeñar un papel crucial en la mitigación del cambio climático (Bray et al. 2010). Sin embargo, el adjudicarle valor económico al bosque tiene implicaciones complejas y aún está en discusión si ésta es la mejor estrategia para fortalecer su conservación (Kosoy y Corbera 2010).

Conclusiones

Los bosques tropicales son hábitat de numerosas especies de flora y fauna, y han sido sustento durante milenios de diversas comunidades humanas. Sin embargo, las sociedades modernas han transformado considerablemente estos ecosistemas con la consecuente pérdida y degradación de importantes servicios ecosistémicos. México enfrenta un enorme reto en la conservación y manejo sustentable de su patrimonio natural. En las últimas décadas desde el ámbito gubernamental se han promovido y desarrollado diversas herramientas de conservación in situ, además el país cuenta con importantes capacidades locales en muchas regiones derivadas del manejo tradicional y comunitario de los recursos, que apenas empieza a ser apreciado. Para atender las prioridades en conservación, además de fortalecer el sistema de áreas protegidas, es necesario promover y fortalecer otras iniciativas que también pueden tener un impacto positivo en la conservación, tales como las áreas de conservación voluntarias, el pago por servicios ambientales, el manejo forestal comunitario, la certificación de bosques, la gestión forestal basada en la estructura del paisaje, la restauración activa y pasiva, y el manejo sustentable con mejores prácticas productivas fuera de las áreas de protección (Mendoza et al. 2005; Chazdon et al. 2008; Koleff y Urquiza-Haas 2011). En particular, sería recomendable ampliar la cobertura del Corredor Biológico Mesoamericano en México (CBMM), ya que se concibe como un espacio integrador de las herramientas previamente mencionadas (Álvarez Icaza et al. 2008).

Desde el ámbito gubernamental los esfuerzos son muy recientes y aún insuficientes. Es necesario dar continuidad y reforzar varios de los programas enfocados a la conservación de los bosques y tener una idea clara de atender las prioridades para su conservación, a la vez que conocer a fondo las debilidades y fortalezas de dichos programas (ej. CONABIO-PNUD 2009), cuyo diseño y ejecución deberá tomar en cuenta los factores históricos, culturales y ambientales que han dado forma a las diversas formas de uso y manejo de los recursos. Asimismo, se requiere que los procesos sean participativos y que tomen en cuenta las necesidades y expectativas de los actores involucrados (Durand y Lazos 2004). También es necesaria la transversalidad de los programas ambientales entre las diferentes dependencias gubernamentales, para que las políticas públicas de conservación y desarrollo sean complementarias y haya continuidad en el largo plazo.

La coordinación entre gobierno, instituciones de investigación y los dueños de los recursos es otro factor clave. Por ejemplo, el conocimiento de las ventajas y limitantes de las prácticas ecológicas tradicionales, aunado al conocimiento científico sobre la dinámica sucesional y las capacidades de regeneración de los diferentes ecosistemas, ofrece la oportunidad de fortalecer e innovar diferentes acciones y estrategias de uso sustentable y restauración. La integración de los programas existentes facilitaría la implementación y éxito de los mismos al aprovechar las capacidades locales y regionales existentes, tanto de los dueños de los recursos como de las instituciones de diversos sectores.

Agradecimientos

A Luis Cayuela por su amable invitación para participar en este volumen especial de la revista Ecosistemas. Queremos también expresar nuestro agradecimiento a los dos revisores anónimos por la revisión minuciosa al manuscrito y sus acertadas sugerencias que mejoraron notablemente este texto.

Referencias

Alcorn, J.B. 1993. Los procesos como recursos: la ideología agrícola tradicional del manejo de los recursos entre los boras y huastecos y sus implicaciones para la investigación. En: Leff, E., Carabias J. (eds.), *Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales*, pp. 329-365, UNAM-CIIH-MA Porrúa, México.

Álvarez Icaza, P., Muñoz, C., Bocco, G., Caire, G., Cotler, H., Córdova, A., Cortina, S., Enríquez, C., Esquinca, F., et al. 2008. Instrumentos territoriales y económicos que favorecen la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. En: Sarukhán, J. (coord.) *Capital natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*, pp. 229-258, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Arreola, A., Peresgrovas, V., Reyes, C., Pérez, R., Martínez, R. 2009. De las metas a los procesos: la evaluación de proyectos de desarrollo rural exitosos en el área del Corredor Biológico Mesoamericano-Chiapas. *Revista de Geografía Agrícola* 42:51-64

Balvanera, P. 2012. Los servicios ecosistémicos que proveen los bosques neotropicales. *Ecosistemas* 21(1):136-147.

Balvanera, P., Quijas, S., Pérez-Jiménez, A. 2011. Distribution patterns of tropical dry forest trees along a mesoscale water availability gradient. *Biotropica* 43:414-422.

- Bezaury-Creel, J., Gutiérrez Carbonell, D., Remolina, J.F., Pérez, J.J., González, J., Betancourt, N., Trigo, M., Antele, J., Frías, R., et al. 2009a. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. En: Sarukhán, J. (coord.). *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*, pp. 385-431, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Bezaury-Creel, J.E., Torres, J.F., Ochoa-Ochoa, L.M., Castro-Campos, M., Moreno, N. 2009b. *Base de datos geográfica de áreas naturales protegidas estatales, del Distrito Federal y municipales de México*. Versión 2.1. The Nature Conservancy, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
- Bellingham, P.J. 2000. Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. *Oikos* 89:409-416.
- Boege, E. 2008. *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México: hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia y Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, México.
- Bonan, G.B. 2008. Forests and climate change: Forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science* 320:1444-1449.
- Brandon, K., Gorenflo, L.J., Rodrigues, A.S.L., Waller, R.W. 2005. Reconciling biodiversity conservation, people, protected areas, and agricultural suitability in Mexico. *World Development* 33:1403-1418.
- Bray, D.B., Merino, L., Barry, D. 2007. El manejo comunitario en sentido estricto: las empresas forestales comunitarias de México. En: Bray, D.B., Merino, L., Barry, D. (eds.), *Los bosques comunitarios de México. Manejo sustentable de paisajes forestales*, pp. 21-49, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, Instituto de Geografía, UNAM, Florida International Institute, México.
- Bray, D.B., Klepeis, P. 2005. Deforestation and forest transitions in southeastern Mexico, 1900-2000. *Environmental History* 11:195-223
- Bray, D.B., Barry, D., Madrid, S., Merino, L., Zuñiga, I. 2010. *Sustainable forest management as a strategy to combat climate change: Lessons from Mexican communities*. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible y Rights + Resources, México.
- Carabias, J., de la Maza, J., Provencio, E. 2008. Evolución de enfoques y tendencias en torno a la conservación y el uso de la biodiversidad. En: Sarukhán, J. (coord.). *Capital natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*, pp. 29-42. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México,
- Castilleja, G. 1996. México. En: Harcourt, C.S., Jeffrey A.S. (eds.). *The Conservation Atlas of Tropical Forests: The Americas*, pp. 193-205, Simon and Schuster, Nueva York, EUA.
- Ceballos, G., García, A. 1995. Conserving neotropical biodiversity: The role of dry forests in western Mexico. *Conservation Biology* 9:559-568.
- Ceballos, G. 2007. Conservation priorities for mammals in megadiverse Mexico: The efficiency of reserve networks. *Ecological Applications* 17:569-578.
- Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Bezaury-Creel, J. 2010. Áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico mexicano En: Ceballos, G., García, A., Martínez, L., Espinoza, E., Bezaury, J. y Dirzo, R. (eds.) *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del oeste de México*, pp. 387-392, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, UNAM, México.
- Challenger, A., Dirzo, R., López- Acosta, J. C., Mendoza, E., Lira-Noriega, A., Cruz, I., Flores-Martínez, A., González-Espinosa M. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: Sarukhán, J. (coord.). *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*, pp. 37-73, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

- Challenger, A., Soberón, J. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: Sarukhán, J. (coord.). *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*, pp. 87-108, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Chapela, F. 2005. Indigenous community forest management in the Sierra de Juárez, Oaxaca. En: Bray, D. B., Merino, L., Barry, D. (eds.). *The Community Forests of Mexico. Managing for Sustainable Landscapes*, pp. 91-110, University of Texas Press, Austin, EUA.
- Chazdon, R.L. 2008. Beyond deforestation: Restoring degraded lands. *Science* 320:1458-1460.
- Cochrane, M.A., Alencar, A., Schulze, M.D., Souza, C.M., Nepstad, D.C., Lefebvre, P. 1999. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. *Science* 284:1832-1835.
- CONABIO 2010. *Mapa de áreas naturales protegidas para los análisis de vacíos y omisiones en conservación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- CONABIO 2012. *Dos décadas de historia 1992-2012*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- CONABIO, CONANP, TNC, Pronatura, FCF-UANL 2007a. *Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C., Facultad de Ciencias Forestales-Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- CONABIO, CONANP, TNC, Pronatura 2007b. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad, escala 1: 1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C., México.
- CONABIO-PNUD 2009. *México: capacidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, México.
- CONAFOR 2011. Silvicultura comunitaria. Disponible en: www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/silvicultura
- CONANP 2010. *Cobertura de las áreas naturales protegidas federales de México y áreas destinadas voluntariamente a la conservación certificadas por la Comisión Nacional de Áreas Protegidas de México*. Edición 2009. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Morelia, México.
- de la Maza, R. 1999. Una historia de las áreas naturales protegidas en México. *Gaceta Ecológica* 51:15-34.
- Dietze, M.C., Clark, D.J.S. 2008. Changing the gap dynamics paradigm: Vegetative regeneration control on forest response to disturbance. *Ecological Monographs* 78:331-347.
- Dirzo R., Miranda A. 1991. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: A case study of the possible consequences of contemporary defaunation. En: Price, P.W., Lewinsohn, T.M., Fernandes, GW, Benson, W.W. (eds.). *Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions*, pp. 273-287, John Wiley and Sons, Nueva York, EUA.
- Dirzo, R., Raven, P.H. 2003. Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environmental Resources* 28:137-167
- Durand, L., Lazos, E. 2004. Colonization and tropical deforestation in the Sierra Santa Marta, Southern Mexico. *Environmental Conservation* 31:11-21.
- Ellis, E.A., Porter-Bolland, L. 2008. Is community-based forest management more effective than protected areas? A comparison of land use/land cover change in two neighboring study areas of the Central Yucatan Peninsula, Mexico. *Forest Ecology and Management* 256:1971-1983.
- Espinosa, C.I., de la Cruz, M., Luzuriaga, A.L., Escudero, A. 2012. Bosques secos del Neotrópico: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas* 21(1): 167-179.

- Figuroa, F., Sánchez-Cordero, V., Meave, J.A., Trejo, I. 2009. Socioeconomic context of land use and land cover change in Mexican biosphere reserves. *Environmental Conservation* 36:180-191.
- Gaston, K.J. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature* 405:220-227.
- Gómez-Pompa, A., Kaus, A. 1999. From prehispanic to future conservation alternatives: Lessons from Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 96:5982-5986.
- Gómez-Pompa, A., Vázquez-Yañes, C., Guevara, S. 1972. The tropical rain forest a non-renewable resource. *Science* 177:762-765.
- González-Iturbe, J.A., Olmsted, I., Tun-Dzul, F. 2002. Tropical dry forest recovery after long term Henequen (sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern Yucatan, Mexico. *Forest Ecology and Management* 167:67-82.
- Graf-Montero, S., Bauche-Petersen, P. 2010. El pago por servicios ambientales como instrumentos de conservación de cuencas. En: *Memorias del 2° coloquio jurídico internacional en cuencas sustentables*. 29 al 1 de Octubre 2010. México. Disponible en: http://atl.org.mx/coloquio/images/stories/curricula/sergio_humberto_graf_monteroponesp.pdf
- Houghton, R.A., Skole, D., Nobre, C., Hackler, J.L., Lawrence, K.T., Chomentowski, W.H. 2000. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature* 403:301-304.
- Ibarra-Manríquez, G., Cornejo-Tenorio, G. 2010. Diversidad de frutos de los árboles del bosque tropical perennifolio de México. *Acta Botánica Mexicana* 90:51-104.
- Ibarra-Mendivel, J.L. 1996. Cambios recientes en la constitución mexicana y su impacto sobre la reforma agraria. En: Randall, L. (ed.). *Reformando la reforma agraria mexicana*, pp. 65-80, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Imbert, D., Portecop, J. 2008. Hurricane disturbance and forest resilience: Assessing structural vs. functional changes in Caribbean dry forest. *Forest Ecology and Management* 255:3494-3501.
- INEGI. 2005. *Conjunto de datos vectoriales del uso del suelo y vegetación, Serie III (continuo nacional)*, escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, México.
- INEGI 2009. *Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación, Serie IV (continuo nacional)*, escala 1:250 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, México.
- INEGI, CONABIO, INE 2007. *Ecorregiones terrestres de México, escala 1:1 000 000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto Nacional de Ecología, México.
- Janzen, D.H. 1988. Tropical dry forests: The most endangered major tropical ecosystems. En: Wilson, E.O. (ed.). *Biodiversity*, pp. 130-137, National Academy Press, Washington, DC, EUA.
- Kremen, C. 2005. Managing ecosystem services: What do we need to know about their ecology? *Ecology Letters* 8:468-479.
- Koleff, P., Urquiza-Haas, T. 2011. *Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México
- Koleff, P., Tambutti, M., March, I.J., Esquivel, R., Cantú, C., Lira-Noriega A., Aguilar, V., Alarcón, J., Bezaury-Creel, J., et al. 2009. Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México. En: Sarukhán, J. (coord.). *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*, pp. 651-718, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Kosoy, N., Corbera, E. 2010. Payments for ecosystem services as commodity fetishism. *Ecological Economics* 69:1228-1236.
- Laurance, W.F. 1999. Reflections on the tropical deforestation crisis. *Biological Conservation* 91:109-117.

- Laurance, W.F., Williamson, G.B. 2001. Positive feedbacks among forest fragmentation, drought, and climate change in the Amazon. *Conservation Biology* 15:1529-1535.
- Laurance, W.F. 2004. Forest-climate interactions in fragmented tropical landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 359:345-352.
- Laurance, W.F. 2010. Habitat destruction: death by a thousand cuts. En: Sodhi, N.S., Ehrlich, P.H. (eds.). *Conservation Biology for All*, pp. 73-87, Oxford University Press, Oxford, RU.
- Lawrence, D., Radel, C., Tully, K., Schmook, B., Schneider, L. 2010. Untangling a decline in tropical forest resilience: Constraints on the sustainability of shifting cultivation across the globe. *Biotropica* 42:21-30.
- Maffi, L. 2007. Biocultural diversity and sustainability. En: Pretty, J., Ball, A., Benton, T. J., Guivant, J., Lee, D., Orr, D., Pfeffer, M., Ward, H. (eds.), *The Sage Handbook of Environment and Society*, pp. 267-277, Sage Publications, London, RU.
- Manson, R.H., Jardel-Pelaez, E.J., Dirzo, R., González, R., March, I.R. 2009. Disturbances and natural disasters: impacts on ecoregions, biodiversity and social economics status. En: Sarukhán, J. (coord.). *Capital natural de México. Volumen II. Estado de conservación y tendencias de cambio*, pp. 131-184, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Margules, C.R., Pressey, R.L. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405:243-253.
- Martínez-Ballesté, A., Martorell, C., Martínez-Ramos, M., Caballero, J. 2005. Applying retrospective demographic models to assess sustainable use: The Maya management of xa'an palms. *Ecology and Society* 10:17.
- Martínez-Ramos, M. 2008. Grupos funcionales. En: Sarukhán, J. (coord.). *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*, pp. 365-412, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Meave, J.A., Romero-Romero, M.A., Salas-Morales, S.H., Pérez-García, E.A., Gallardo-Cruz, J.A. 2012. Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México. *Ecosistemas* 21(1): 85-100.
- Medellín, R.A., Gaona, O. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, México. *Biotropica* 31:478-485.
- Mendoza, M.A., Fajardo, J.J., Zepeta, J. 2005. Landscape based forest management, a real world case study from Mexico. *Forest Ecology and Management* 209:19-26.
- Mertz, O., Wadley, R., Nielsen, U., Bruun T., Colfer, C., de Neergaard, A., Jepsen, J. R., Martinussen, R., Zhao, Q., et al. 2008. A fresh look at shifting cultivation: Fallow length an uncertain indicator of productivity. *Agricultural Systems* 96:75-84.
- Miles, L., Newton, A. C., DeFries, R., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V., Gordon, J. E. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33:491-505.
- Mo, X.-X., Zhu, H., Zhang, Y.-J., Ferry Slik, J.W., Liu, J.-X. 2011. Traditional forest management has limited impact on plant diversity and composition in a tropical seasonal rainforest in SW China. *Biological Conservation* 144:1832-1840.
- 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* 65:725-736.
- Myers, N. 1994. Tropical deforestation: Rates and patterns. En: Brown, K., Pearce, D.W. (eds.). *The Causes of Tropical Deforestation. The Economic and Statistical Analysis of Factors Giving Rise to the Loss of the Tropical Forests*, pp. 27-40, University College London Press Ltd., Londres, RU.
- Naughton-Treves, L., Holland, M.B., Brandon, K. 2005. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. *Annual Review of Environment Resources* 30:219-252.

- Nuñez, J. M., Rodríguez, Y., Carrillo K., Madrigal, J. M. 2010. *Esquema para el monitoreo de impacto sobre la cubierta forestal en corredores biológicos de Chiapas*. CentroGEO, Disponible en: www.selper-mexico.org.mx/XT%20PDF/FORESTAL/FRST-05.pdf
- Olson, D.M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E., Burgess, N., Powell, G. V.N., Underwood, E., D'Amico, J., Itoua, I., Strand, H., et al. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. *BioScience* 51:933-938.
- Palacio-Prieto, J.L., Bocco, G., Velázquez, A., Mas, J. F., Takaki, F., Victoria, A., Luna, L., Gómez, G., López, J., et al. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional. 2000. *Boletín del Instituto de Geografía* 43:183-203.
- Porter-Bolland, L., Ellis, E., Guariguata, M., Ruiz-Mallen, I., Negrete-Yankelevich, S., Reyes-García, V. 2011. Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics. *Forest Ecology and Management* 268:6-17.
- Portillo-Quintero, C. A. Sánchez-Azofeifa, G. A. 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation* 143:144-155.
- Ramankutty, N., Foley. J.A. 1999. Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992. *Global Biogeochemical Cycles* 13:997-1027.
- Román-Cuesta, R.M, Retana, J., García, M. 2004. Fire trends in tropical Mexico: A case study of Chiapas. *Journal of Forestry* 102:26-32.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14:3-21.
- Rzedowski, J. 1992. Endemism of the Mexican phanerogamic flora: A preliminary analytical appreciation. *Acta Zoológica Mexicana* (volumen especial):337-359.
- SAGARPA-NAFIN 2009. *Desarrollo rural sustentable en los corredores biológicos de Chiapas*. Informe final técnico financiero, pp. 13. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: <http://cbmm.virtual.vpsost.net/SelGT/doc/Informe%20Final%20Sagarpa.pdf>
- Sánchez Colón, S., Flores Martínez, A., Cruz-Leyva, I.A., Velázquez, A. 2009. Estado y transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas. En: Sarukhán, J. (coord.). *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*, pp. 75-129, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Sarkar, S., Pressey, R. L., Faith, D., Margules, C., Fuller, T., Stoms, D., Moffett, A., Wilson, K., Williams, P. H., et al. 2006. Biodiversity conservation planning tools: Present status and challenges for the future. *Annual Review of Environment and Resources* 31:123-159.
- Seidler, T.G., Plotkin, J.B. 2006. Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. *PLoS Biology* 4:e344.
- Shvidenko, A., Barber, C.V, Persson, R. 2005. Forest and Woodland Systems. En: Levy, M., Babu, S., Hamilton, K. (coords.). *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends, Millenium Ecosystem Assessment*, pp. 587-621, Island Press, Washington, DC, USA.
- Sunderlin, W. 1997. Shifting cultivation and deforestation in Indonesia: Steps toward overcoming confusion in the debate. Rural Development Forestry Network. *Network paper* 21b.
- Toledo, V. 1992. Cambio climático y deforestación en los trópicos. *Ciencia* 43:129-234.
- Toledo, V., Ortiz-Espejel, B., Cortés, L., Moguel, P., Ordoñez, M. J. 2003. The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: A case of adaptive management. *Conservation Ecology* 7:9.
- Trejo, I., Dirzo, R. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: A national and local analysis in Mexico. *Biology and Conservation* 94:133-142.

Trejo, I., Dirzo, R. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forest. *Biodiversity and Conservation* 11:2063-2084.

Urquiza-Haas, E. 2009. Análisis de las capacidades nacionales para la conservación in situ en México. En: Pisanty, I. (coord.). *Capacidades de conservación y el uso sustentable de recursos*, pp. 51-94, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, México.

Urquiza-Haas, T., Cantú, C., Koleff, P., Tobón, W. 2011. Caracterización de las ecorregiones terrestres: diversidad biológica, amenazas y conservación. En: Koleff, P., Urquiza-Hass, T. (coords.). *Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso*, pp. 21-57, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.

Velázquez, A., Durán, E., Ramírez, I., Mas J.F., Bocco, G., Ramírez, G., Palacio, J.L. 2003. Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, México. *Global Environmental Change* 13:175-184.

Vieira, D.L.M., Scariot, A. 2006. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration Ecology* 14:11-20.

White, A., Martin, A. 2002. *Who owns the world's forests? Forest Tenure and Public Forests in Transition*. Informe de Forest Trends, Center for International Environmental Law. Disponible en: www.forest-trends.org/publication_details.php?publicationID=159

Wright, S.J., Muller-Landau, H.C. 2006. The future of tropical forest species. *Biotropica* 38:287-301.