



BOSQUES TROPICALES SECOS

Irma Trejo

Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

Los bosques tropicales secos (BTS) han sido definidos de diferentes modos, desde los conceptos más amplios que están basados en criterios puramente climáticos, hasta otros más detallados que consideran aspectos estructurales y florísticos. Las discrepancias en el concepto derivan confusiones principalmente para obtener representaciones espaciales y el cálculo de la superficie que ocupan tanto a nivel global como regional. Para México se adopta un concepto más restrictivo que incluye a las comunidades dominadas por árboles tropicales, establecidos en climas cálidos con lluvia anual menor a los 1,400mm y un patrón marcadamente estacional. Constituyen la mayor proporción de BTS en el Neotrópico y contiene una gran proporción de elementos endémicos y se distingue por una alta diversidad β . Se calcula que potencialmente deberían ocupar alrededor del 14% de la superficie del país y actualmente se ha perdido cerca del 45% del total. Los BTS remanentes en México se encuentran en diferentes estados de conservación y están sujetos a diversas amenazas.

Palavras clave: Bosques. Tropicales. Estacionales.

BOSQUES TROPICAIS SECOS

Resumo

Os bosques tropicais secos (BTS) forma definidos de diferentes formas, desde os conceitos mais amplos que estão baseados em critérios puramente climáticos, até outros mais detalhados que consideram aspectos estruturais e florísticos. A discrepância nos conceitos derivam confusões principalmente para obter representações espaciais e com o calculo da superfície que ocupam tanto a nível global como regional. Para México se adotou um conceito mais restritivo que inclui as comunidades dominadas por arvores tropicais, estacionais em climas quentes com chuvas anuais menores a 1,400mm e um padrão marcantemente estacionais. Constituem a maior proporção do CTS na zona Neotropical e contem uma grande proporção de elementos endêmicos e se distingue por alta diversidade β . Foi calculado o que potencialmente deveriam ocupar próximo dos 14% da superfície do país e atualmente se perderam próximo de 45% do total. Os BTS remanescentes no México se encontram em diferentes estados de conservação e estão sujeitos a diversas ameaças.

Palavras-chave: Bosques. Tropicais. Estacionais.

LOS BOSQUES TROPICALES SECOS, SU DEFINICIÓN

Los Bosques tropicales secos (BTS) conceptualmente incluyen a diversas comunidades vegetales en todo el mundo. Como su nombre lo dice la característica principal radica en la afinidad tropical de sus integrantes y se relaciona estrechamente con condiciones climáticas como temperaturas cálidas y cantidades de lluvia relativamente bajas que además se depositan en una época restringida del año.

La amplia distribución de este tipo de comunidades promueve que se establezcan en una heterogeneidad ambiental, por lo que se pueden reconocer múltiples variantes en este concepto de BTS. Diferentes autores han incluido términos como bosque seco, bosque seco estacional, bosque tropical caducifolio, bosque tropical estacional seco, entre otros (Rzedowski, 1978; Gentry, 1982; Murphy y Lugo, 1986; Bullock *et al.*, 1995; Mooney *et al.*, 1995; Pennigton *et al.*, 2000; Olson *et al.*, 2001). Estas diferentes denominaciones en ocasiones provocan confusiones respecto a la definición del tipo de bosque del cual se trata. Incluir criterios fenológicos, fisonómicos, estructurales y florísticos pueden contribuir a reconocer de forma clara que comunidades están integradas en la definición.

Un antecedente importante es la propuesta hecha por Holdridge (1967) quien define diferentes zonas de vida basados en las condiciones climáticas en las que se desarrollan. Según este autor los bosques tropicales y subtropicales secos se distribuyen en pisos altitudinales de premontaña, condiciones subhúmedas, con temperatura media anual mayor a 18°C y precipitación anual entre 500 y 2,000 mm. Son comunidades que se encuentran entre las zonas semidesérticas, las sabanas y en el otro extremo los bosques húmedos. Estos bosques que pueden ser desde abiertos hasta densos abarcan el 40% de los ecosistemas tropicales y subtropicales del mundo y de estos el 42% son bosques secos.

Murphy y Lugo (1986) en esencia siguen los criterios de Holdridge con un énfasis en la presencia de la temporada seca que le confiere características distintivas a este tipo de ecosistemas. La época seca puede ir desde 3 a 8 meses e incluyen información de características estructurales y de riqueza florística como es la presencia de 35 a 90 árboles con dap de 10 cm o más en muestras de entre 1 y 3 has y de 17 a 40 m² por ha de, tallos y ramas entre 28 a 266. Estos bosques son de menor estatura que los húmedos y tienen una cubierta de dosel más o menos continua. En el gradiente de humedad se observa que en las zonas más secas se incrementa la presencia de elementos suculentos como las cactáceas que contribuyen con la diversidad de los BTS (Gentry, 1995).

Una discusión importante gira en torno a la inclusión o no de las sabanas en este concepto (Furley *et al.*, 1992) pero la mayoría las excluye debido a la dominancia de elementos esclerófilos con la permanencia de las hojas, su desarrollo en suelos más pobres y en donde los pastos son un importante componente (Sarmiento, 1992; Ratter *et al.*, 1997). La presencia y dominancia de especies espinosas acerca el término a la denominación de bosque espinoso que para muchos autores se incluye en los BTS.

Gentry (1995) propone que los BTS están en sitios con precipitación anual menor a los 1,600 mm y con al menos 6 o 6 meses con lluvia menor a los 100 mm. La fenología está íntimamente ligada con el comportamiento estacional por lo que puede verse la sincronía con la aparición de flores algunas incluso cuando las

especies pierden las hojas (Bullock, 1995). Familias como Leguminosae y Bignoniaceae predominan y Anacardiaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae y Cappariaceae son también frecuentes (Gentry, 1995). Conforme se transita en el gradiente de humedad hacia sitios con mayor cantidad de lluvia y/o un menor número de meses secos, se incrementa la presencia de especies que no pierden el follaje hasta llegar a lo se conoce como bosques húmedos, con un aumento en la estatura de los árboles.

Las características mencionadas son tomadas en cuenta por otros autores que han hecho representaciones cartográficas de estos ecosistemas secos. Una aproximación a nivel mundial la hacen Olson *et al.* (2001) que utilizan la clasificación bioclimática para delimitar los BTS y presentan su distribución espacial. Estos autores eliminan a la catanga del concepto de BTS por considerarla como una comunidad arbustiva. En contraste Pennigton *et al.* (2000) son más laxos con la definición y en su representación incluyen a la catanga y algunas savanas de la región Neotropical de estos bosques y hacen una descripción de estas comunidades en Mesoamérica y Sudamérica basada en la distribución y relaciones biogeográficas de diferentes especies de plantas.

Miles *et al.* (2006) presentan un mapa de los BTC a escala global, con el objetivo de tener una distribución espacial e identificar su estado de conservación. Sin embargo eliminan todas aquellas áreas que se encuentran fuera de los trópicos, ya que ponen como límite tanto al Trópico de Cáncer como al de Capricornio. Una de las aportaciones es que identifican a los BTS a través de la interpretación de imágenes de satélite combinado con mapas de estos biomas, en donde la característica fenológica distintiva de los BTS se convierte en un elemento importante para poder discriminarlos. Además identifican las amenazas a las que están sujetos los BTS. Estiman que los BTS ocupan una superficie de un poco más de un millón de km², de los cuales, de acuerdo a sus cálculos más de la mitad están localizados en Sudamérica y el resto se encuentra en norte y centro América, África y Eurasia.

Más recientemente Portillo-Quintero *et al.* (2010) evalúan la extensión actual de los BTS Neotropicales, basados en una clasificación supervisada de imágenes MODIS. Encuentran que los BTS ocupan una superficie de 519,597 km² desde norte hasta Sudamérica. México, Brasil y Bolivia albergan los mayores fragmentos conservados de estos bosques, donde resalta México con la mayor extensión. Para su definición estos autores consideran criterios bioclimáticos y fenológicos, tal como otros autores lo hicieron y mencionan la importancia de los patrones de pérdida del follaje para distinguir estos bosques de aquellos siempreverdes.

Los BTS en México ¿cómo son?

Los bosques tropicales secos de México, constituyen el bastión más norteño de la vegetación tropical en el continente americano y probablemente también son los BTS más extensas en su tipo en Latinoamérica de acuerdo a lo que reportan diversas fuentes (Gentry, 1988; Sabogal, 1992; Bullock *et al.*, 1995; Portillo-Quintero *et al.* (2010). Al igual que en el resto del mundo existen algunas controversias en la definición de los BTS en México, en donde en algunas ocasiones el término se restringe a ciertas comunidades o se pueden llegar a incluir algunas como las

savanas o al bosque espinoso, en el gradiente más seco y a bosques semidecíduos en el extremo más húmedo. Pennigton et al. (2000) hacen una descripción detallada y una distinción entre los bosques tropicales secos y otras comunidades, como las savanas, o los matorrales espinosos, que para algunos autores se incluyen en los BTS. En el caso del bosque espinoso en México, se caracteriza por estar dominado por especies espinosas de la familia Leguminosae principalmente de los géneros *Prosopis* o *Cercidium*, que se desarrollan en suelos con buen drenaje.

En este caso se reconocen como BTC a aquellas comunidades dominadas por árboles de baja estatura con una cubierta más o menos continua del dosel, que ocurren en sitios con lluvia anual menor a los 1,400 mm al año y mayor a los 400, con al menos 5 o 6 meses con lluvia menor a los 100 mm y la mayor parte de la vegetación pierde las hojas durante la época seca y temperatura media anual mayor a los 18°C.

Los principales autores que describen a los BTS en México coinciden en su definición (Miranda y Hernández-X. 1963; Pennington y Sarukhán, 1968; Rzedowski, 1978) que emplean los términos de bosque tropical caducifolio o selva baja caducifolia. Sin embargo hay discrepancias evidentes cuando se busca una representación espacial de estas comunidades en el país. La cartografía disponible muestra diferencias marcadas en la distribución, lo cual es el reflejo de las discrepancias en el concepto que se emplea para su identificación.

Estas comunidades tienen una amplia distribución en el país, ya que se extienden desde el paralelo 29° de latitud Norte (Búrquez *et al.* 1999) hasta la frontera con Guatemala en el sur de la República Mexicana. Preferentemente se establecen en la vertiente pacífica del país, con importantes entrantes en las cuencas de los ríos Lerma-Santiago y Balsas; aun cuando también están representadas en manchones más discontinuos en la vertiente del Golfo y en la península de Yucatán. Esta distribución casi continua a lo largo de la vertiente pacífica de los BTS, se ve comunicada entre sí por la presencia de algunas áreas en las cuales predominan comunidades de selvas subcaducifolias, las cuales ocupan zonas más o menos extensas que coinciden con condiciones de mayor humedad.

Para definir con más precisión a estas comunidades secas es necesario contar con datos que describan la estructura de la vegetación en distintos niveles (estratificación, cobertura y composición) (Kershaw, 1964; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974) y principalmente contar con parámetros cuantitativos que contribuyan a la definición de este tipo de vegetación. Para lograr este objetivo es necesario definir la organización en el espacio de los individuos que conforman la comunidad y reconocer a los elementos primarios que conforman la estructura de la vegetación: la fisonomía (apariencia externa), fenología, las formas de vida (formas de crecimiento) y la composición florística.

ALGUNOS DATOS QUE DESCRIBEN A LOS BTS EN MÉXICO

Fisonómicamente los BTS de México son asociaciones dominadas por árboles que se ramifican a corta altura, de copas extendidas, cuyas estaturas fluctúan alrededor de los 8 m, aún cuando pueden encontrarse algunos árboles que por lo general no sobrepasan los 15 m (Miranda y Hernández-X, 1963; Rzedowski, 1978;

Trejo, 1999; Trejo y Dirzo, 2000; Pennington y Sarukhán, 2005). El estrato arbustivo es muy denso, de tal manera que en algunos sitios forman una maraña que dificulta y en ocasiones impide el paso. El número de lianas se incrementa en las áreas más húmedas y en las cercanías a la costa, en donde es común verlas trepando caprichosamente en los troncos y ramas de árboles y arbustos. Las cactáceas columnares y candelabroiformes forman parte de la fisonomía de ciertas variantes de estas selvas.

Destacan también las cortezas brillantes y exfoliantes de algunas de sus especies (particularmente especies de que pertenecen a las familias Burseraceae, Euphorbiaceae y Anacardiaceae). Las hojas compuestas predominan en el BTS, y las flores son de colores llamativos, como el amarillo, rojo, rosa y morado, las cuales tienen su época de floración principalmente durante las lluvias (Rzedowski, 1978; Dirzo, 1994). Es espectacular observar la floración masiva de especies como *Ipomoea* spp y *Cordia* spp, así como de muchas cactáceas que ocurre durante el estío. Es posible encontrar especies con espinas, aún cuando el incremento de elementos espinosos puede relacionarse con el déficit en humedad. El estrato herbáceo es muy denso particularmente en la temporada lluviosa, hasta casi desaparecer en la época de sequía.

Florísticamente predominan los elementos neotropicales con especies de las familias Leguminosae, Euphorbiaceae, Cactaceae, Burseraceae, Compositae, Malpighiaceae, Rubiaceae y Anacardiaceae entre otras. Presenta una alta diversidad y un considerable número de endemismos ya que se estima que cerca del 60 % de las especies que constituyen a las SBC sólo se encuentran en México (Rzedowski, 1991b; Trejo, 2005). Su característica más sobresaliente es la estacionalidad, que se relaciona íntimamente con la distribución desigual de la precipitación a lo largo del año, lo que ofrece un gran contraste al observarla en la temporada lluviosa, cuando luce con un espléndido verdor, mientras que durante la época seca del año pierde el follaje y presenta un aspecto monótono y gris

La amplitud en la distribución geográfica, en altitud, en condiciones de humedad y temperatura y a que los BTS en México se establecen generalmente en lomeríos en distintas condiciones topográficas, geológicas, litológicas y edáficas, contribuye a la heterogeneidad ambiental que da como resultado una gran variación fisonómica de los BTS (Trejo, 1996). En promedio se podrían encontrar en un área de 0.1 ha alrededor de 582 individuos con un DAP \geq a 1 cm; 360 individuos con DAP \geq 2.5 cm, 116 individuos de DAP \geq a 10 cm y 11 con DAP \geq 30 cm. El área basal promedio de un BTS es de 5.6 m²/0.1 ha (Trejo, 2005).

En estatura, predominan las plantas menores de 4 m (65 %), seguidas de las de talla intermedia, de 4 a 8 m (31%), y una fracción minoritaria de árboles altos entre 8 y 12 m (3%) y unos pocos alturas mayores a los 12 m y un máximo de 16 m. Las formas de crecimiento dominantes son los árboles (52%) y los arbustos (35%); las lianas y cactus constituyen los biotopos secundarios (8 y 5% respectivamente). En dominancia (área basal) los árboles ocupan la mayor proporción, con un 78%. En valor de importancia la forma de crecimiento dominante son los árboles, el 25% son arbustos, 6% lianas y 7% cactáceas (Trejo, 2005).

La riqueza de especies con DAP \geq 2.5 cm en 0.1ha es en promedio de 58, con un ámbito que va desde 22 hasta 97; La diversidad de árboles mayores a los 10 cm de

DAP en promedio de 28 especies con un ámbito que va desde 11 a 51. El número de familias fluctúa entre 15 y 46, con un promedio de 32. De acuerdo al índice de Shannon los sitios con diversidad más alta alcanzan valores mayores a 4. La similitud florística entre sitios de bosques secos estacionales calculada con el coeficiente de Sorensen refleja proporciones muy bajas de similitud. En promedio entre diferentes sitios se comparte menos del 10% de las especies, lo cual resalta la alta diversidad β de los BTS de México (Trejo, 2005).

DONDE SE DISTRIBUYEN LOS BTS EN MÉXICO

Del total de la vegetación que potencialmente cubriría a México el 32.8% de la superficie corresponde a bosques tropicales. Alrededor del 30% son bosques con especies perennifolias y más del 42% son bosques tropicales caducifolios que corresponden a casi el 14% de la superficie del país, de acuerdo a la propuesta de Rzedowski (1990) (Tabla 1). Debido a que los bosques espinosos fisonómica, estructural y en composición florística, entre otros aspectos, son distintos al concepto que define a los BTS, no se incluyen en este trabajo como parte de los BTS. Tampoco se considera a los bosques subcaducifolios que en general son de mayor estatura, están compuestos por otras especies y requieren mayor humedad para establecerse.

Tabla 1. Vegetación potencial en México de acuerdo a Rzedowski (1990) y la proporción del territorio cubierto por BTS.

Tipos de Vegetación	superficie de México en %	Bosques tropicales	% de la superficie en el país	% de los Bosques tropicales
Otros	67.2	B. Perennifolio	10.0	30.3
Tropical	32.8	B. caducifolio	13.9	42.1
		B. subcaducifolio	3.3	9.9
		B. espinoso	5.8	17.6

Miles *et al.* (2006) proponen que prácticamente la mitad (54.2%) de los BTS a nivel global se encuentran en Sudamérica y que en conjunto México con Centroamérica solo contienen el 12.5% de estos bosques (Tabla 2). Es importante recordar que estos autores no consideran la distribución fuera de los trópicos, lo cual puede influir en la superficie de BTS en México. En el caso de Olson *et al.* (2001) ellos obtienen otros datos y para el Neotrópico (Norte y Centroamérica, Sudamérica y las Islas del Caribe) calculan que potencialmente los BTS deberían ocupar una superficie de 1,517,659 km². El análisis por regiones muestra que Sudamérica en conjunto alcanza el 42.7 de la superficie potencial, México el 41.7, Centroamérica el 6.3 y la Islas el 9.1%. Si se analiza por país, de la superficie calculada el 41% corresponde a México, seguido de Bolivia con 14.2, Brasil con el 11, Venezuela con el 7.4 y Colombia con el 6.1% del total, lo que muestra que la mayor concentración de estos bosques se encuentra en México.

Tabla 2. Porcentaje de área potencial y remanente de BTS presente en el Neotrópico de acuerdo a diferentes autores.

Sudamérica	Norte y Centroamérica	México*	Superficie México (km ²)	Fuente
54.2	12.5	-	131,087	Miles et al., (2006)
43.6	47.3	41.1	625,038	Olson et al. (2010) (Potencial)
39.2	51.7	34.9	181,461	Portillo-Quintero y Sanchez-Azofeifa (2010) (Remanente)
			274,565	Rzedowski (1990) (Potencial)
			250,495	Este estudio (Potencial)
			129,735	Este estudio (Remanente 2012)

* Porcentaje del total de BTS en el Neotrópico de acuerdo a la superficie propuesta por los autores

Actualmente si se toma en consideración las áreas remanentes de BTS que permanecen en el Neotrópico de acuerdo a Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa (2010) la cifra alcanza 519,600 km². Sudamérica en conjunto es la región que alberga el 50% de los BTS del Neotrópico y en México se encuentran el 34.9%, que encabeza la lista, seguido de Bolivia con el 22.9%, Brasil con el 15.6%, Cuba con el 7.1, Colombia con el 5.9 y Venezuela con el 5.6%.

Tomando en cuenta la propuesta hecha por Rzedowski (1990), se hizo un ajuste con cartografía a escala 1:250,000, para delimitar con mayor detalle las áreas potenciales donde potencialmente estarían cubiertas por BTS, de acuerdo al concepto que se define anteriormente. El resultado arroja una superficie de 250,495 km², que es un poco menor a lo que reporta Rzedowski (ver Tabla 2).

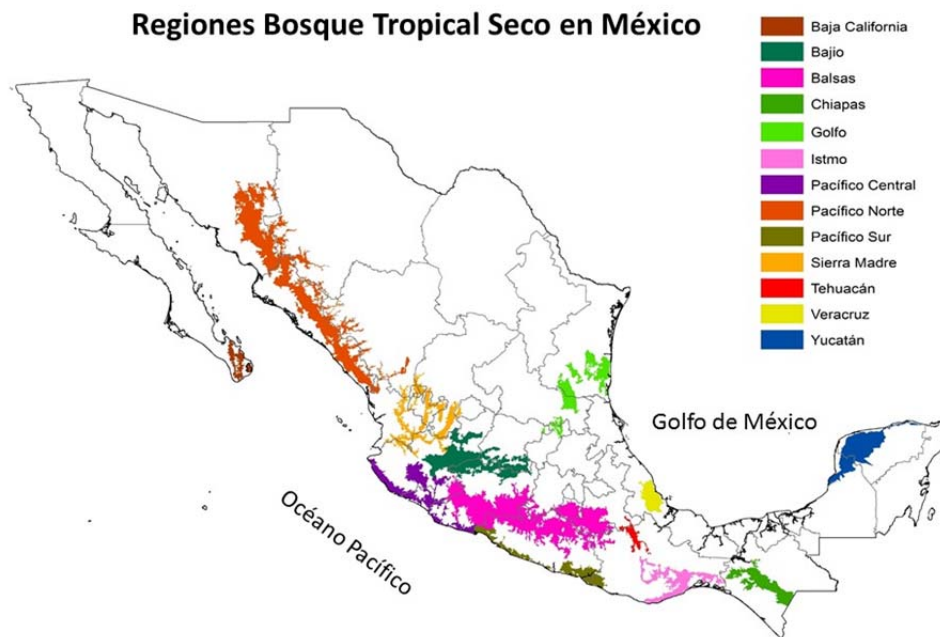


Figura 1. Distribución potencial de los bosques tropicales secos en México y las regiones en las que se establecen.

Los BTS tienen una amplia distribución en México, desde el paralelo 29° en la vertiente del Pacífico hasta la frontera con Guatemala en el sur del territorio. Prácticamente es una franja continua, sin embargo hay varias interrupciones debido a la presencia de las Sierras en donde se encuentran bosques templados o por el cambio de condiciones climáticas con precipitación más alta que favorece la presencia de bosques tropicales más húmedos. También se observa una región ubicada en el sur de la península de Baja California en donde en los lomeríos ubicados en esa zona se desarrolla el BTS. Grandes regiones, como la del Balsas se reconocen como entrantes importantes en el interior del territorio mexicano.

Por la vertiente del Golfo los manchones que contienen al BTS son más aislados y el límite boreal se localiza apenas por encima del Trópico de Cáncer. Otro manchón se encuentra en el estado de Veracruz y el último en la Península de Yucatán. Estas regiones se encuentran inmersas en zonas en las que se desarrollan los bosques tropicales húmedos y subhúmedos de México.

Las regiones con mayor superficie son la del Balsas que concentra casi el 24% de los BTS del país, seguida de la del Pacífico Norte con el 23%, en contraste con regiones como Baja California y Tehuacán que albergan proporciones menores de estos bosques (Fig. 2).

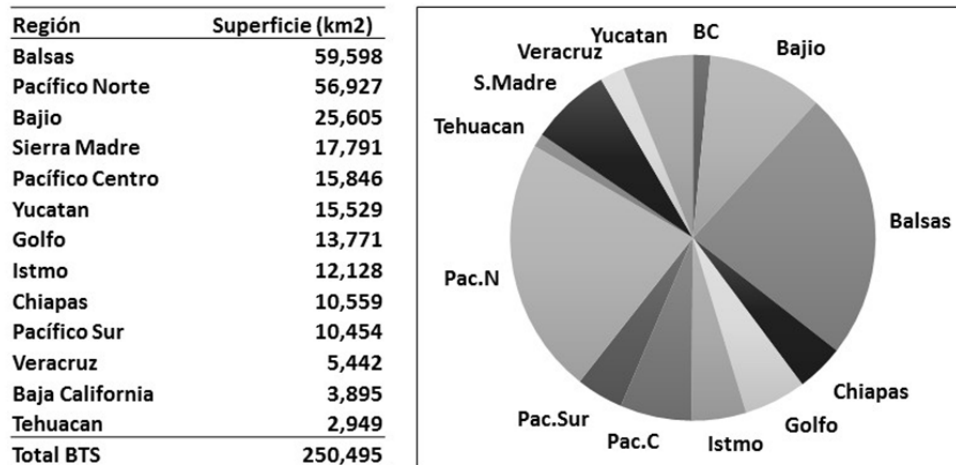


Figura 2. Regiones de Bosque tropical seco en México y la superficie que ocupan en cada una de ellas.

Cada una de estas regiones en las que se distribuyen los BTS presenta condiciones particulares que le confiere características distintivas. Por ejemplo la región del Istmo es la que en promedio tiene temperatura media anual más alta, en contraste con la del Bajío, en donde además es donde se encuentran los BTS en las zonas más elevadas. En Baja California y el Pacífico el clima en general es más seco y en el Golfo y Chiapas la lluvia es mayor. Todo esto promueve, como se mencionó anteriormente una alta diversidad beta, pero dentro de una similitud fisonómica que caracteriza al BTS.

¿CUÁL ES LA MAGNITUD DE LA PÉRDIDA DE LOS BTS EN MÉXICO?

La reconstrucción del área potencial donde se distribuye el BTS permite reconocer las zonas que tienen las condiciones ambientales que pueden soportar a estas comunidades y que debido a diversas causas se han perdido. Con este insumo también es posible calcular cual es la superficie que se ha perdido a través de los años. En este caso se hace una comparación del área potencial con la cartografía producida para diferentes fechas en las cuales se identifica el tipo de vegetación presente, así como su estado de conservación. Los mapas que se utilizaron son producidos el INEGI, institución responsable de producir la cartografía en México.

Los datos muestran que para los años 90 se había perdido el 40% del total de los BTS y para el 2012 el área remanente que mantiene a estas comunidades se reduce al 55.9% de la superficie original (Tabla 3) Esto más o menos coincide con los resultados de Hoekstra *et al.* (2005) quienes calculan que se han perdido alrededor del 49% de todos los bosques tropicales y subtropicales a nivel mundial. Hay algunas regiones en donde el proceso de pérdida ha sido menor, como en el caso de Baja California, Tehuacán y el Pacífico Norte. En cambio en regiones como Veracruz y el Bajío, solo queda menos del 24% de la cubierta original. Algunos procesos parecen mantenerse estables y no muestran cambios drásticos. Sin embargo hay que tomar en cuenta los datos muestran información de las regiones en conjunto.

Tabla 3. Superficie remanente de BTS en cada una de las regiones de México y la proporción de superficie en buen estado de conservación, en dos fechas de análisis.

Región BTS	Serie II (1993)		Serie V (2012)	
	BTS Remanente del potencial	% Conservado en el área potencial	BTS Remanentes % del potencial	% Conservado en el área potencial
Baja California	96.4	95.9	93.5	93.4
Bajío	28.5	0.0	24.8	2.1
Balsas	58.1	13.6	56.9	12.4
Chiapas	38.5	0.9	26.5	0.6
Golfo	59.4	41.2	58.9	39.5
Istmo	71.7	44.4	66.5	41.1
Pacífico Centro	57.4	19.6	53.1	9.8
Pacífico Norte	76.1	58.9	69.4	53.9
Pacífico Sur	54.7	5.8	42.1	4.4
Sierra Madre	63.3	25.9	63.4	22.8
Tehuacán	77.4	47.5	77.5	45.9
Veracruz	24.3	0.1	12.0	0.1
Yucatán	72.5	0.0	68.1	0.0
Total BTS	60.2	26.4	55.9	24.0

Es relevante tomar en consideración que no solamente se ha perdido la cobertura de los BTS en las zonas donde se distribuyen los BTS, sino que además ha sufrido procesos de deterioro, de manera que la superficie remanente se encuentra en diferentes estados de conservación. En algunas regiones como en la península de Yucatán los BTS que se encuentran en ella son bosques alterados que han perdido parte de su diversidad, tanto en especies como estructural. Lo mismo sucede en el Bajío, Veracruz y Chiapas donde los bosques bien conservados prácticamente han desaparecido. Se puede notar que en los años de análisis los procesos de pérdida han continuado, de manera que el total de bosques conservados en los años 90 alcanzaba el 26.4%, como había sido reportado por Trejo y Dirzo (2000), para disminuir al 24% en el 2012.

En la figura 3 se observa una representación espacial de la distribución y ubicación actual de los BTS en México. En el mapa se pueden notar claramente las áreas que han perdido los bosques que originalmente debían ocupar esos espacios y que actualmente han sido substituidos. Es importante mencionar que en la dinámica de la vegetación hay tanto procesos de pérdida como de recuperación y que quedan plasmados en la presencia de manchones en diferente

estado de conservación en las diferentes regiones. Obtener los datos a nivel región es una base preliminar, pero es necesario conocer los procesos a nivel local para tener información más certera por lo que es indispensable contar con análisis a mayor detalle.

Remanentes de Bosque Tropical Seco en 2012 en México

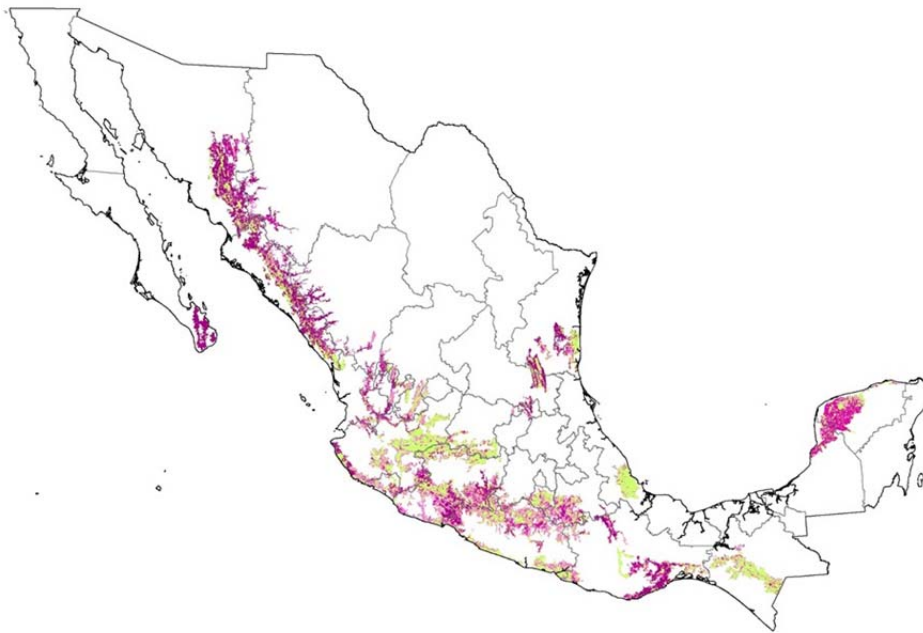


Figura 3. Representación espacial de la distribución de los BTS en el 2012. Como fondo sombreado se muestra la distribución potencial y en color la presencia de BTS. Los tonos más fuertes indican mejor estado de conservación.

La pérdida de las áreas e BTS y su deterioro tienen diversas causas, una de las principales es la conversión a tierras agrícolas que elimina por completo la vegetación, o la expansión de las zonas urbanas, las industrias de diverso tipo, la minería entre otras. Las afectaciones pueden tener diferente efecto dependiendo de la escala espacial y temporal en que se producen. Otros factores que amenazan la integridad de los BTS pueden modificar su estructura o la composición y el tiempo de recuperación dependerá de la magnitud de los eventos perturbadores (Mass et al. (2009).

La mayoría de los agentes que causan modificaciones drásticas son originados por actividades producidas por las actividades humanas, pero también pueden tener efectos algunos eventos naturales. Sin dudas estos conforman parte de la dinámica de los bosques, sin embargo la frecuencia y magnitud de estos eventos interviene en la capacidad de respuesta de los ecosistemas. Esta es una de las inquietudes que surgen con las modificaciones que se prevén atribuidas al cambio climático. Cambios en los patrones de lluvia, en la frecuencia y magnitud de los huracanes, incrementos en la temperatura, sin duda tendrán efectos en la dinámica, fenología, interacciones y distribución de los BTS (Trejo et al., 2011).

El conocimiento de las causas de la pérdida y los cambios, así como el efecto que producen en la integridad de los BTS, reconocer sus características estructurales, florísticas, servicios ecosistémicos, contribuye a la conservación de estos ecosistemas que contienen elementos únicos y distintivos que los hacen tan llamativos por los contrastes fenológicos que los hacen tan particulares.

REFERENCIAS

- Bullock, S. H. (1995) Plant reproduction in Neotropical dry forests. Seasonally dry tropical forests (ed. by S. H. Bullock, H. A. Mooney and E. Medina), pp. 277–303. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bullock, S., H. Mooney y E. Medina (editores). 1995. Seasonally dry forests. Cambridge University Press, Cambridge.
- Burquez, A., Martínez-Yrizar, A., Felger, R.S., Yetman, D., 1999. Vegetation and habitat diversity at the southern edge of the Sonoran Desert. In: Robichaux, R.H. (Ed.), Ecology of Sonoran Desert Plants and Plant Communities. University of Arizona Press, Tucson, AZ, pp. 36-67.
- Dirzo, R. 1994. Diversidad de la Flora de México. CEMEX y Agrupación Sierra Madre. México. 191 pp.
- Furley, P. A., Proctor, J. & Ratter, J. A. (eds) (1992) Nature and dynamics of forest-savanna boundaries. Chapman & Hall, London.
- Gentry, A. 1982. Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. Evolutionary Biology. M. Hecht, B. Wallace and G. Prance, Springer US: 1-84.
- Gentry, A.H., 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75, 1-34.
- Hoekstra, J. M., Boucher, T., Ricketts, T.H., Roberts, C. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology letters* 8(1): 23-29
- Holdridge, L. R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: Ecología Basada en Zonas de Vida, 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA.
- INEGI. 1993. Uso del suelo y vegetación : escala 1:250, 000 : serie II . Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. INEGI
- INEGI. 2012. Uso del suelo y vegetación : escala 1:250, 000 : serie V . Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. INEGI
- Kershaw, K. A. (1964). Quantitative and dynamic ecology. Edward Arnold Pub. London
- Maass, M. A Burquez, I. Trejo, D. Valenzuela, M.A. González, M. Rodríguez y H. Arias. 2009. Amenazas. En: G.Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo (Eds.). Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México. Pags. 311-336. FCE, Conabio, WWF, CONANP, UNAM, Ecociencia. México. ISBN Conabio 970-9000-38-1

- Miles, L.N., A.C. DeFries, R.S. Ravilious, C. May, I.Blyth, S. Kapos, V. Gordon, E. J. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33(3): 491-505.
- Miranda F. and Hernández-Xolocotzi E. 1963. Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29–179.
- Mooney, H.A., S.H. Bullock y E. Medina. 1995. Introduction. Pp. 1-8. En: *Seasonally Dry Tropical Forests* S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Murphy, P.G. y A. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:67-88.
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*, Wiley, Nueva York, N. Y., 547 págs.
- Olson, D.M. Dinerstein, E. Wikramanayake, E.D.Burgess, N.D.Powell, G.V. N.Underwood, E.C.D'Amico, J.A.Itoua, I.Strand, H.E.Morrison, J.C.Colby, J. L.Allnutt, T.F.Ricketts, T.H.Kura, Y.Lamoreux, J.F.Wettengel, W.W.Hedao, P.Kassem, Kenneth R. 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. *BioScience* 51(11): 933-938.
- Pennington, T. D. and J. Sarukhan. 2005. Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies. UNAM.
- Pennington, T. D.E. Prado, C.A. Pendry, A. Colin. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27(2): 261-273.
- Portillo-Quintero, C. A. and G. A. Sánchez-Azofeifa 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation* 143(1): 144-155.
- Ratter, J. A., Ribeiro, J. F. & Bridgewater, S. (1997) The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*, 80, 223–230.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México. 432 pp.
- Rzedowski, J. 1990. *Vegetación Potencial*. Atlas Nacional de México, Sección Naturaleza. Hoja IV.8.2. Vol II. Mapa escala 1:4,000 000. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Rzedowski, J. 1991b. El endemismo de la flora fanerogámica de México: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana*, 15: 47-64.
- Sabogal, C., 1992. Regeneration of tropical dry forest in Central America, with examples from Nicaragua. *Journal of Vegetation Science* 3, 407-416.
- Sarmiento, G. (1992) A conceptual model relating environmental factors and vegetation formations in the lowlands of tropical South America. *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries* (ed. by P. A. Furley, J. Proctor and J. A. Ratter), pp. 583–601. Chapman & Hall, London.
- Trejo, I. 1996. Características del medio físico de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas*. Boletín del Instituto de Geografía. Número especial 4: 95-110

Trejo, I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. 39: 40-52

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

Trejo, I. 2005. Análisis de la diversidad de la selva baja caducifolia en México. pp.111-122. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Kolef y A. Melic (eds.) "Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma". S.E.A., Conabio CONACYT, Diversitas. Zaragoza, España.

Trejo, I., E. Martínez-Meyer, E. Calixto-Pérez S. Sánchez-Colón, , R. Vázquez de la Torre, L. Villers-Ruiz. 2011. Analysis of the effects of climate change on plant communities and mammals in Mexico. Atmosfera 24 (1): 1-14

Contacto con o autor: itrejo@igg.unam.mx

Recebido em: 07/08/2015

Aprovado em: 06/12/2015