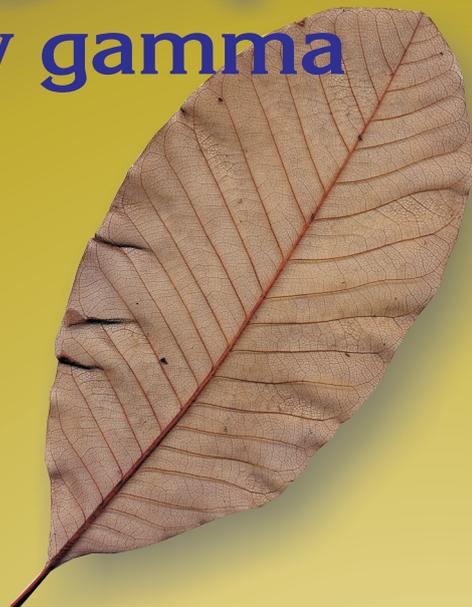


Sobre Diversidad Biológica:
El significado de las Diversidades

α β γ
alfa, beta y gamma

Gonzalo Halffter
Jorge Soberón
Patricia Koleff
& Antonio Melic
(eds.)



S.E.A.



CONABIO



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



DIVERSITAS
an international programme
of biodiversity science

m3m
vol. 4
Monografías
3er Milenio

**Sobre Diversidad Biológica:
El significado de las Diversidades
alfa, beta y gamma**



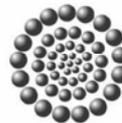
S.E.A.



CONABIO



DIVERSITAS
an international programme
of biodiversity science



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Zaragoza, 2005

Primera edición: 30 Noviembre 2005

Título:

***Sobre Diversidad Biológica:
el Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma.***

Editores:

Gonzalo Halffter, Jorge Soberón, Patricia Koleff & Antonio Melic

ISBN: 84-932807-7-1

Dep. Legal: Z-2275-05

m3m : Monografías Tercer Milenio
vol. 4, SEA, Zaragoza.

Patrocinadores del volumen:

• **SOCIEDAD ENTOMOLÓGICA ARAGONESA (SEA)**

<http://entomologia.rediris.es/sea>

Avda. Radio Juventud, 37; 50012 Zaragoza (ESPAÑA)

• **COMISION NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO) MÉXICO**

• **GRUPO DIVERSITAS-MÉXICO**

• **CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT) MÉXICO**

Portada, diseño y maqueta: A. Melic

Imprime:

GORFI, S.A. Menéndez Pelayo, 4 - Zaragoza (España)

Forma sugerida de citación de la obra:

Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.) 2005. *Sobre Diversidad Biológica: el Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. m3m-Monografías Tercer Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT, Zaragoza. IV + 242 pp.

Sobre Diversidad Biológica:
El significado de las Diversidades

$\alpha\beta\gamma$

alfa, beta y gamma

Gonzalo Halffter
Jorge Soberón
Patricia Koleff
& Antonio Melic
(eds.)





S.E.A.

Sociedad Entomológica Aragonesa

D. Antonio Melic Blas
Presidente

D. César González Peña
Vicepresidente

D^a Inés Montañés Alcaine
Secretaria

Comité Editorial:
Director Publicaciones: A. Melic
Comité científico-editorial compuesto por
22 entomólogos



DIVERSITAS
an international programme
of biodiversity science

Grupo DIVERSITAS

Dr. Gonzalo Halffter
Presidente

Dra. Claudia E. Moreno
Secretaria Técnica



CONABIO

**Comisión Nacional para el
Conocimiento
y Uso de la Biodiversidad**

Ing. José Luis Luege Tamargo
Secretario Técnico

Dr. José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional

Mtra. Ana Luisa Guzmán y López Figueroa
Secretaría Ejecutiva

M. en C. María del Carmen Vázquez Rojas
Dirección de Evaluación de Proyectos



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Dr. Gustavo Chapela Castañares
Director General

Dr. Efraín Orestes Aceves Piña
Director de Asuntos Internacionales

Lic. Clara Morán Andrade
Subdir. de Organismos Multilaterales
y Estrategia de Cooperación



CAPÍTULO 9:

Análisis de la diversidad de la selva baja caducifolia en México**Irma Trejo**

Instituto de Geografía
 Universidad Nacional Autónoma
 de México
 Circuito Exterior,
 Ciudad Universitaria
 México, D.F. 04510,
 México

**Sobre Diversidad Biológica:
 El significado de las Diversidades
 Alfa, Beta y Gamma.**

Editores:

Gonzalo Halffter, Jorge Soberón,
 Patricia Koleff & Antonio Melic

Patrocinadores:

COMISION NACIONAL PARA EL
 CONOCIMIENTO Y USO DE LA
 BIODIVERSIDAD (CONABIO) MÉXICO

SOCIEDAD ENTOMOLÓGICA ARAGONESA
 (SEA), ZARAGOZA, ESPAÑA.

GRUPO DIVERSITAS-MÉXICO

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y
 TECNOLOGÍA (CONACYT) MÉXICO

ISBN: 84-932807-7-1

Dep. Legal: Z-2275-05

m3m: Monografías Tercer Milenio

vol.4, S.E.A., Zaragoza, España

30 Noviembre 2005

pp: 111 – 122.

Información sobre la publicación:
www.sea-entomologia.org/m3m

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN MÉXICO

Irma Trejo

Resumen: La selva baja caducifolia es la vegetación tropical más ampliamente distribuida en México. Se distingue por características florísticas y estructurales particulares y su fenología estacional. La amplia gama de condiciones ambientales en las que se establece promueven su diversidad, que alcanza niveles superiores a los de otras selvas neotropicales similares. Es posible encontrar en promedio 74 especies con DAP ≥ 1 cm en 0.1 ha. Lo más sobresaliente es su gran recambio de especies (diversidad β): 72% de las especies de 20 sitios seleccionados solo se encuentran en una de las muestras. Los índices de similitud muestran que el 85% de los casos se encuentran en valores menores al 15%. La alta diversidad se relaciona con centros de endemismo y una compleja historia biogeográfica. A pesar de su importancia, presenta una alta tasa de deforestación y actualmente menos del 30% de la superficie original permanece en relativo buen estado de conservación.

Palabras clave: Análisis de diversidad, selva baja caducifolia, México.

An analysis of the diversity of Mexican tropical dry forests

Abstract: The tropical dry forest is the most widespread tropical vegetation in Mexico. It is characterised by its floristic composition, its structural peculiarities and its seasonal phenology. The broad spectrum of environmental conditions in which it develops promotes its diversity, which reaches higher levels compared to similar neotropical forests. It is possible to find an average of 74 species with DBH ≥ 1 cm in 0.1 ha. The most outstanding characteristic of the tropical dry forest is the great species turnover (β diversity), as 72% of the species from 20 selected sites are only found in one of the samples. The similarity indexes are under 15% in 85% of the cases. The high diversity can be related to endemism hotspots and a complex biogeographic history. In spite of its importance, the tropical dry forest shows a high deforestation rate, and at present less than 30% of its original surface remains in a relative good state of conservation.

Key words: Diversity analysis, tropical dry forest, Mexico.

Introducción

Un tema que ha suscitado un gran interés en la investigación científica contemporánea es el análisis del mantenimiento y factores causales de la diversidad biológica, sobre todo en las regiones tropicales del mundo. Las selvas que se establecen en estas zonas de la Tierra se caracterizan por contener una gran riqueza de especies. Este es un patrón que ha sido reconocido ampliamente (Fisher, 1960; Connell & Orias, 1964; MacArthur, 1965; Pianka, 1966, 1982; Menge & Sutherland, 1976; Wilson, 1988; Heywood & Watson, 1995). Explorar cuáles son las causas de esa gran diversidad, así como conocer los patrones de variación en la diversidad florística que siguen las zonas tropicales, ha motivado a algunos científicos ha intentar explicar la causa de que algunas zonas contengan mayor riqueza de especies que otras (Gentry, 1982, 1988).

Algunos resultados indican que la variación en la riqueza de especies en sitios dentro de las zonas tropicales es mayor que la que se encuentra entre el trópico y las zonas templadas (Gentry, 1982b, 1988b; Clinebell *et al.*, 1995). Las selvas tropicales más exuberantes son las selvas lluviosas que se localizan en las zonas de la cuenca amazónica ecuatorial en donde pueden llegar a encontrarse hasta 307 especies con un DAP ≥ 10 cm en 1 ha (Valencia *et al.*, 1994).

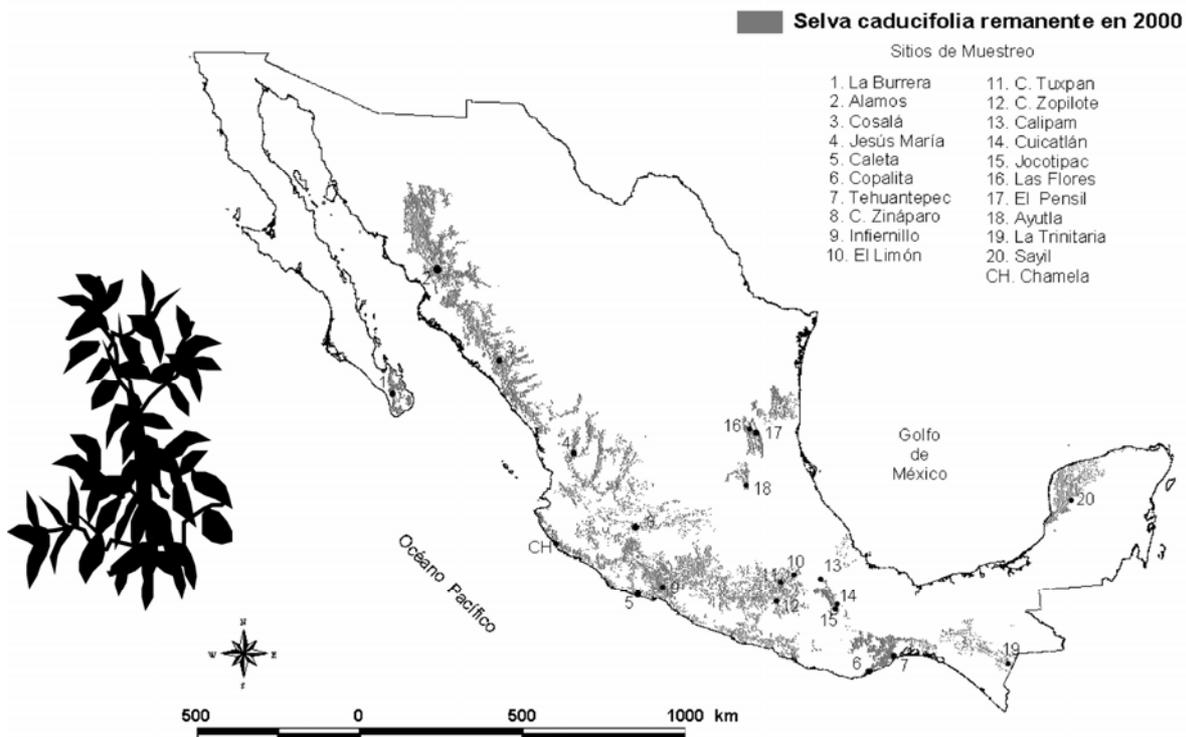


Fig. 1. Mapa de distribución de la selva baja caducifolia en el año 2000 y localización de sitios de muestreo.

Sin embargo, las comunidades tropicales no sólo están constituidas por las selvas húmedas, sino también incluyen a las selvas secas que se extienden hasta las regiones subtropicales del planeta (Bullock *et al.*, 1995). De hecho, del total de selvas tropicales y subtropicales del mundo el 42 % de ellas son selvas secas (Holdrige, 1967). Estas últimas, son en general menos diversas que las selvas tropicales húmedas o semi-húmedas, aunque en algunos casos alcanzan niveles similares (Hubbell, 1979; Janzen, 1988; Gentry, 1982b, 1988b). A pesar de lo anterior, hasta hace algunos años se ha comenzado a poner más atención en este tipo de selvas, principalmente por el hecho de que se ha reconocido que se encuentran gravemente amenazadas (Trejo & Dirzo, 2000).

Algunos estudios (Gentry, 1982b, 1988b, 1995; Janzen, 1988; Gillespie *et al.*, 2000; Trejo & Dirzo, 2002) resaltan la importancia de entender a este tipo de comunidades tropicales y analizar sus patrones de diversidad, no solo la magnitud, sino abundar en el entendimiento de su origen y mantenimiento. Particularmente es de gran interés el conocer las condiciones ambientales en las que se establecen las selvas secas y como influyen en el caso de la diversidad.

Es reconocido el hecho de que México es uno de los países considerados como megadiversos (Mittermeier & Mittermeier, 1992) y los ecosistemas tropicales contribuyen con una proporción importante de especies, por ejemplo, en el caso de las plantas, estas aportan alrededor de 11 000 especies (Rzedowski, 1991a). Se

calcula que originalmente cerca del 30% del territorio estuvo cubierto por selvas (Rzedowski, 1990), de las cuales más de la mitad corresponden a selvas secas. En México, a estas selvas se les conoce como selva baja caducifolia (SBC), de acuerdo a la propuesta de Miranda y Hernández X. (1963) o bosque tropical caducifolio, de acuerdo a Rzedowski (1978). Esta denominación está considerada dentro de un concepto más amplio que es el de selvas secas, o bosques tropicales estacionales (ver Bullock *et al.*, 1995), pero en éstas se llegan a incluir comunidades de tipo sabanoide y bosques espinosos, por lo que es necesario acotar el término; Pennington *et al.* (2000), presentan una discusión que explica la diferencia entre los bosques estacionales y otros tipos de vegetación relacionados.

Su amplia distribución geográfica, la heterogeneidad de las condiciones en las que se establecen, su alto nivel de endemismo y la pérdida de su cobertura, constituyen elementos importantes que motivan profundizar en el conocimiento de estas comunidades tropicales y surgen una serie de cuestionamientos que plantean un reto para obtener las respuestas, tales como: ¿cuál es la magnitud de la diversidad en las selvas tropicales de México, especialmente en la selva baja caducifolia en su ámbito de distribución?; ¿cómo se distribuye la diversidad en la selva baja?; ¿cómo es la variación espacial de las especies que componen a la selva baja?; ¿es posible explicar las variaciones en la diversidad por algún factor ambiental?; ¿son similares estas selvas a otras establecidas en el neotrópico?

Tabla I. Condiciones ambientales en las que se establece la selva baja en México.

Precipitación (mm)	400-500 (3), 500-600 (9), 600-700 (10), 700-800 (19), 800-1000 (32), 1000-1200 (19), 1200-1500 (6)
Temperatura (°C)	18-20 (8), 20-22 (14), 22-24 (25), 24-26 (32), 26-28 (15)
Clima (clasificación de Köppen, modificada por García, 1988)	Cálido subhúmedo (Aw0) (38), Cálido subhúmedo (Aw1 y w2) (11), Semicálido subhúmedo (ACw0) (10), Semicálido subhúmedo (ACw1 y w2) (9), Semiárido cálido (BS1) (15), Secos cálidos (BS0 y BW) (5), Semiárido semicálido (BS1) (7)
Formación geológica	Cuaternario (7), Terciario (62), Cretácico (24)
Litología	Sedimentaria (41), Ignea Intrusiva (12), Ignea Extrusiva (41), Metamórfica (6)
Suelo	Cambisol (12), Feozem (14), Litosol (23), Luvisol (4), Regosol (30), Rendzina (10), Vertisol (7)

El número entre paréntesis indica la proporción de la superficie en la que se establece la selva en cada una de las condiciones.

Para tratar de responder a esas preguntas se presenta un análisis basado en una serie de datos provenientes de diferentes fuentes que contribuyen a caracterizar y entender a la selva baja de México.

Parte de la información proviene de fuentes cartográficas disponibles, analizadas por medio de sistemas de información. De este modo es posible reconocer cuales son las condiciones físicas tales como el clima y el suelo en las que se establece la SBC. Un análisis de la distribución potencial, así como la actual, permite reconocer el estado que presenta actualmente este tipo de vegetación en el país. Un conjunto de datos obtenidos de muestreos de 0.1 ha, establecidos a lo largo del ámbito de distribución de la selva, permite conocer sus características florísticas, estructurales y de diversidad. Estos datos proveen información de todos los individuos que se encuentran en los sitios con un DAP \geq 1cm, con lo cual es posible describir los principales parámetros estructurales y de diversidad y compararlos, tanto entre ellos como con un cuerpo de datos generados con el mismo método en diferentes puntos del planeta, método que fue propuesto originalmente por Gentry (1982, 1988).

Distribución y condiciones ambientales

La selva baja caducifolia se distribuye en México en las laderas de las sierras y lomeríos de la vertiente pacífica, desde el sur del estado de Sonora hasta Chiapas, en la frontera con Guatemala, en una franja casi continua, con algunas interrupciones en las porciones más húmedas de Nayarit y Oaxaca y con entrantes muy importantes en las cuencas de los ríos Santiago y Balsas (Fig. 1). También se le encuentra en las áreas menos secas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, así como en la región del Bajío en la Altiplanicie Mexicana; además de las selvas bajas que se encuentran en el área de los Cabos en la porción sur de la península de Baja California. Prácticamente el 80% de estas selvas, se encuentra en estas zonas, el 20% restante se encuentra en la vertiente del Golfo de México, en manchones discontinuos en los estados de Tamaulipas, norte de Querétaro, centro de Veracruz y en el norte de la península de Yucatán.

Se pueden encontrar desde el nivel del mar hasta los 2000 ms.n.m. en algunas regiones del país, como en el Bajío. Preferentemente se establecen en clima cálido subhúmedo (Aw0 en la clasificación de Köppen modificado por García, 1988), con temperaturas medias anuales que

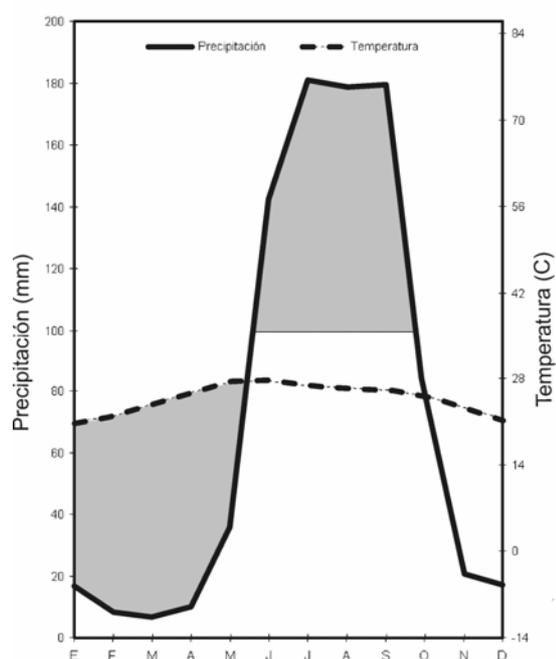


Fig. 2. Diagrama ombrotérmico que representa la condición climática promedio en la que se establecen las selvas bajas. Se observa la marcada estacionalidad de lluvia.

van entre los 22 y los 26°C y lluvia anual entre los 800 y los 1000 mm. Sin embargo existen comunidades que se encuentran en áreas con precipitación cercana a los 400 mm y en zonas con lluvia anual de 1300; temperaturas alrededor de los 18°C, climas semicálidos y en regiones donde el clima se clasifica como seco o semiárido (Tabla I) (Trejo, 1999).

Los sitios presentan una combinación de variables climáticas que los hace capaces de soportar comunidades secas que estructural y florísticamente pueden ser caracterizadas como SBC. Por ejemplo en algunos sitios con precipitaciones bajas la presencia de temperaturas menores promueve que la demanda evapotranspirativa por parte de la vegetación sea menor y por lo tanto pueda desarrollarse ahí este tipo de comunidad tropical seca.

Una característica distintiva es la marcada estacionalidad de la lluvia que repercute en la fenología característica de estas selvas. La estación lluviosa en general va de mayo a octubre, con una época seca que algunas áreas puede prolongarse hasta 8 meses (Fig. 2).

Tabla II. Características estructurales de la selva baja

Parámetro	Promedio	d.e.	ámbito
Número de individuos con un DAP \geq a 1 cm	582	\pm 132	203-770
Número de individuos con un DAP \geq 2.5 cm	360	\pm 80	142-498
Número de individuos con un DAP \geq 10 cm	116	\pm 32	57-163
Número de individuos con un DAP \geq 30 cm	11	\pm 6	2-30
Area basal promedio	5.6 m ²	\pm 1.8	1.8-10.3
Altura promedio de individuos con un DAP \geq 10 cm	6.9 m	\pm 2	

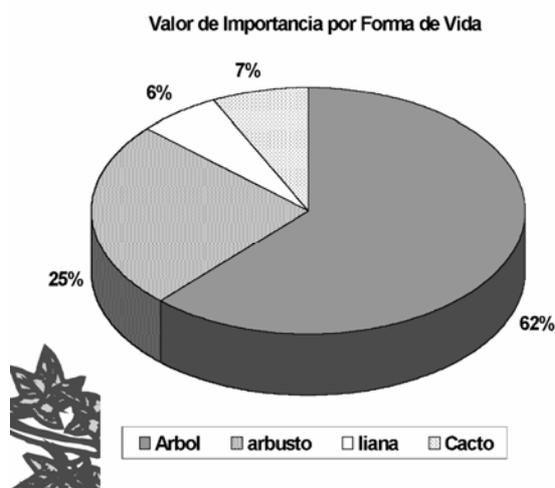


Fig. 3. Proporción que ocupan en promedio, por valor de importancia (frecuencia, dominancia y densidad) las formas de vida que constituyen a la selva baja.

La SBC se asienta sobre formaciones del Terciario y del Cretácico preferentemente y sobre rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, lo cual contribuye a la diversidad edáfica que soporta a estas selvas que incluye suelos de tipo regosol, feozem y cambisol entre otros. Es importante señalar que estas selvas se asientan preferentemente en laderas de cerros con pendientes de fuertes a moderadas, por lo que los suelos son muy someros, en donde es frecuente observar afloramientos de rocas. Esta misma condición contribuye a la heterogeneidad ambiental en las que se desarrolla la SBC, ya que se promueven diferentes microhabitats, con diferencias en insolación, exposición, pendiente y acumulación de suelo (Trejo, 1996).

Características estructurales y florísticas

La gran heterogeneidad ambiental en la que se desarrolla la SBC se refleja en una variación en sus características estructurales y florísticas. A pesar de esto, es posible distinguirlas de otras comunidades adyacentes, ya que dentro de la variación cumplen con ciertos patrones.

Fisonómicamente estas selvas son asociaciones dominadas por árboles que se ramifican a corta altura, de copas extendidas, cuyas estaturas fluctúan alrededor de los 8 y 12 m, aún cuando pueden encontrarse eminencias asiladas que por lo general no sobrepasan los 15 m (Miranda y Hernández-X, 1963; Pennington y Sarukhán, 1998; Rzedowski, 1978; Trejo, 1998). 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 enredadas trepando caprichosamente en los troncos y ramas de árboles y arbustos (Tabla II). Las cactáceas columnares y candelabroformes forman parte de la fisonomía de ciertas variantes de estas selvas. En la figura 3 se observa la dominancia de los árboles y la contribución estructural de otras formas de vida.

Destacan las cortezas brillantes y exfoliantes de algunas de sus especies (particularmente de familias como Burseraceae, Euphorbiaceae y Anacardiaceae). Las hojas compuestas predominan en estas selvas, así como la presencia de flores 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 posible encontrar especies con espinas, aún cuando el incremento de elementos espinosos puede relacionarse con el déficit en humedad o con perturbación. El estrato herbáceo es muy denso particularmente en la temporada lluviosa, hasta casi desaparecer en la época de sequía.

Florísticamente predominan los elementos neotropicales y abundan especies de las familias Leguminosae, Euphorbiaceae, Burseraceae, Cactaceae, Compositae, Malpighiaceae, Rubiaceae y Anacardiaceae entre otras. En la figura 4 se muestra la presencia de las familias que se encontraron en los 20 sitios analizados para conocer las características de la SBC.

Lo más distintivo es la fenología que contrasta claramente dos aspectos, el verdor exuberante en la época de lluvia y el monótono gris en el estío.

La magnitud de la diversidad local (α)

La información de la magnitud de la diversidad proviene del análisis de 20 sitios seleccionados, los cuales cumplen con ciertos requisitos como a) abarcar el ámbito geográfico de distribución de la SBC en México; b) considerar la gama de condiciones ambientales en la que se establece; c) mostrar signos mínimos de perturbación; d) cubrir una extensión que permitiera el muestreo; e) presentar condiciones más o menos homogéneas. Los sitios se localizan desde el nivel del mar hasta los 2000 m, desde Sonora hasta Yucatán y asentados en condiciones climáticas y litológicas distintas (Fig. 1 y Tabla III).

Los resultados de los análisis de riqueza de especies se muestran con detalle en la Tabla IV. El número total de especies con un DAP \geq 1 cm (incluye todas las formas de

Fig. 4. Familias que con mayor frecuencia se presentan en la selva baja en México.

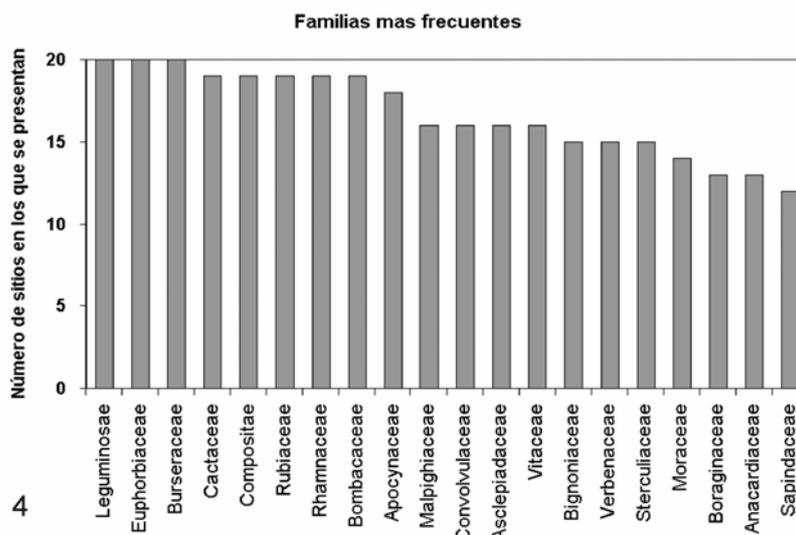


Tabla III. Localización y caracterización de los sitios de muestreo de selva baja caducifolia en México

Sitio	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud ms.n.m.	Precipitación total anual (mm)	Temperatura media anual (°C)	Tipo de Clima (Köppen modificado por García)
2 Alamos, Sonora	27°15'	108°45'	666	664	23.8	BS1(h')hw(x')(e')
3 Cosalá, Sinaloa	24°30'	106°45'	561	900	24.5	Awo(w)ig
4 Jesus María, Nayarit	22°15'	104°35'	622	855	24.5	Awo(w)e
5 Caleta, Michoacán	18°07'	102°52'	97	1200	27.0	Aw1(w)i
6 Copalita, Oaxaca	15°50'	96°01'	60	800	26.5	Awo(w)ig
7 Tehuantepec, Oaxaca	16°21'	95°24'	274	920	26.5	Awo(w)ig
8 Cerro Zináparo, Michoacán	20°07'	102°02'	2020	880	19.0	(A)C(w1)(w)
9 Infiernillo, Michoacán	18°21'	101°54'	237	580	27.4	BSo(h')w(w)ig
10 El Limón, Morelos	18°32'	98°57'	1403	870	19.8	Awo(w)ig
11 Cerro Tuxpan, Guerrero	18°24'	99°29'	1259	1050	22.9	Aw1(w)ig
12 Cañón del Zopilote, Guerrero	17°45'	99°34'	863	690	25.6	BS1(h')w(w)eg
13 Calipam, Puebla	18°17'	97°09'	1118	450	24.1	BSo(h')w(w)eg
14 Cuicatlán, Oaxaca	17°50'	96°57'	1047	630	22.7	BSo(h')w(w)eg
15 Jocotipac, Oaxaca	17°48'	97°01'	897	500	23.8	BSo(h')w(w)eg
16 Las Flores, Tamaulipas	22°48'	99°24'	450	1370	23.3	(A)Ca(w2)(w)(e)
17 El Pensil, Tamaulipas	22°45'	99°24'	380	1350	23.5	(A)Ca(w2)(w)(e)
18 Ayutla, Queretaro	21°24'	99°35'	670	787	24.1	Awo(w)(e)g
19 Trinitaria, Chiapas	16°01'	92°01'	890	1000	24.0	Awo(w)(i)g
20 Sayil, Yucatán	20°10'	89°38'	100	932	26.5	Awo(i')g

Tabla IV. Riqueza florística de sitios de los 20 sitios de estudio de selva baja caducifolia de México.

Sitio	Número de especies							Número de Géneros	Número de Familias	H' Índice de Shannon	EH' Índice de Equitatividad	D _{Mg} Índice de Margalef	I/D Índice de Simpson
	total ≥1	total ≥2.5	árboles ≥2.5	total ≥10	total ≥30	lianas ≥1	lianas ≥2.5						
1	56	49	41	22	7	9	8	52	29	3.47	0.859	8.88	24.98
2	46	40	35	25	9	7	5	38	22	2.84	0.741	7.27	9.97
3	80	70	58	30	9	<u>16</u>	12	69	33	3.81	0.868	12.64	34.58
4	63	45	42	28	6	6	3	55	27	3.50	0.844	9.70	20.65
5	123	97	90	51	<u>11</u>	17	7	105	<u>45</u>	4.17	0.866	18.35	<u>39.76</u>
6	<u>107</u>	<u>86</u>	<u>76</u>	<u>47</u>	15	14	<u>10</u>	<u>89</u>	46	3.98	0.852	15.95	30.38
7	76	60	58	27	7	4	2	65	38	3.65	0.842	11.28	25.66
8	48	37	34	22	3	5	3	40	24	3.40	0.878	7.07	36.71
9	<u>115</u>	78	73	40	3	14	5	86	38	4.07	0.856	<u>17.15</u>	30.63
10	76	57	50	27	6	12	7	54	26	3.63	0.838	11.28	21.57
11	80	66	63	33	6	5	3	67	31	3.74	0.858	11.58	30.71
12	95	77	75	37	9	9	2	67	32	<u>4.09</u>	0.899	14.44	49.28
13	29	22	22	11	2	1	0	26	15	2.96	0.879	4.21	13.92
14	90	65	63	32	5	4	2	68	32	3.78	0.835	13.39	28.94
15	66	53	52	20	3	2	1	54	26	3.54	0.844	9.78	23.46
16	61	48	41	24	10	10	7	55	31	3.37	0.819	9.03	18.36
17	57	41	33	15	4	14	8	52	33	3.12	0.771	8.42	13.33
18	72	47	44	21	4	10	3	64	31	3.80	<u>0.888</u>	10.68	35.39
19	61	57	52	27	5	8	5	53	34	3.39	0.824	9.03	20.54
20	83	65	53	19	8	<u>16</u>	12	67	38	3.91	0.884	12.33	36.96

Nota: En cada columna están señalados para cada parámetro; con **negritas** el valor más alto, subrayado el segundo y con *itálicas* el tercero.

Tabla V. Datos de similitud entre sitios de selva baja calculados con dos índices distintos.

Sitio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Índice de Similitud de Sorensen (%)																				
1		8	4	2	6	4	3	4	0	2	3	0	0	1	2	4	4	2	3	3
2	7		27	15	8	11	10	2	9	10	10	3	0	9	4	4	8	2	8	2
3	14	14		14	9	11	12	2	5	6	11	5	0	7	3	10	10	7	9	4
4	20	13	29		11	9	14	4	14	17	17	14	4	12	8	3	7	9	13	1
5	5	5	4	4		21	16	2	18	8	10	6	0	5	4	8	6	4	9	7
6	5	5	6	4	9		22	3	19	14	9	6	4	7	7	6	5	2	10	8
7	13	2	18	23	5	8		5	15	13	13	10	6	17	13	6	9	8	7	6
8	2	0	0	1	0	0	1		2	8	5	0	0	7	0	7	11	5	0	6
9	0	1	2	10	4	4	29	1		19	14	21	6	19	17	2	4	6	6	6
10	27	3	25	47	5	5	30	3	8		19	12	0	16	10	6	9	7	9	4
11	9	1	13	15	2	2	10	1	3	19		27	28	24	18	6	6	7	11	3
12	0	0	5	8	2	2	7	0	17	5	22		19	28	25	1	4	10	9	1
13	0	0	0	2	0	1	1	0	1	0	2	4		24	40	0	0	4	2	2
14	17	2	16	32	3	5	32	1	17	49	29	26	11		44	5	8	6	9	2
15	3	0	2	8	1	1	11	0	9	9	22	24	26	57		3	7	7	6	1
16	0	0	4	0	2	40	5	3	1	1	0	0	0	0	0		46	28	7	10
17	0	0	0	5	4	37	15	6	8	8	3	7	0	19	12	46		23	7	9
18	2	0	5	3	7	1	3	2	1	1	1	2	1	1	1	12	11		6	3
19	2	1	4	6	1	3	3	0	1	5	4	6	2	5	1	3	2	2		1
20	1	0	0	0	2	1	2	5	1	3	1	0	0	0	0	4	5	0	2	
Índice de Similitud de Morisita-Horn (%)																				

vida consideradas en la muestra) que pueden encontrarse en selvas bajas caducifolias de México a la escala de 0.1 ha, va desde 29 especies en Calipam (13), hasta 123 en Caleta (5), con un promedio de 74 (\pm 24) especies para todos los sitios. El sitio Calipam (13), ubicado en la zona semiárida de Tehuacán-Cuicatlán, representa en varios aspectos, el extremo de la distribución de las selvas bajas, por sus condiciones ambientales y por su contacto directo con vegetación de afinidades xéricas; sin embargo, sus características estructurales y florísticas permiten clasificarlo como selva baja caducifolia. Este sitio presentó la más baja riqueza de especies de DAP \geq 1 (29 spp.), la cual es 2.6 veces más baja que el promedio de todos los sitios. Los sitios con mayor diversidad están localizados en la costa del Pacífico (Caleta (5) y Copalita (6)) y en la cuenca del Balsas (Infiernillo (9) y C. Zopilote (12)). El número de especies presente en los sitios resaltan el hecho de que la magnitud de la diversidad es alta aún cuando no alcance los niveles de algunas selvas húmedas, en algunos casos son comparables.

Otra manera de analizar la diversidad es el cálculo de índices. De acuerdo al índice de Shannon los sitios con diversidad más alta son Copalita (5), C. Zopilote (12) e Infiernillo (9) con valores mayores a 4 y el menos diverso es Alamos (2) con un índice de 2.84. La diferencia entre sitios se hace más evidente con el índice de Simpson, que es más sensible a los cambios en las abundancias de las especies comunes (Peet, 1974). Para este caso el sitio más diverso resulta ser C. Zopilote (12), que también es el más equitativo de acuerdo al índice EH'. La diversidad más baja está representada, según Simpson, en los sitios Alamos (2), El Pensil (17) y Calipam (13).

El índice de Margalef está altamente relacionado con el de Shannon y arroja resultados muy similares en cuanto a la equitatividad. Los sitios resultan ser bastante homogéneos, solamente los sitios Alamos (2) y El Pensil (17) presentan valores menores a 0.8. Probablemente en los índices se vea reflejado algún efecto de la pertur-

bación que propicia la abundancia de algunas especies.

En las muestras de SBC se encuentra una gran proporción de especies representadas por un sólo individuo; al igual que en otros sitios tropicales las gráficas especies/individuos, muestran muchas especies raras, lo cual es común en sitios tropicales (Hubbell & Foster, 1986; Rabinowitz *et al.*, 1986). Las curvas especie-área obtenidas para las selvas bajas indican que aun después de haber muestreado 0.1 ha la curva no llega a la asintota, lo que significa que de continuar el muestreo el número de especies tendería a incrementar. Esto aumenta la posibilidad de que en distintas muestras en el mismo sitio, el número de especies se puede mantener, pero probablemente las especies que componen a cada muestra serían diferentes, lo cual contribuye con la alta diversidad local (α). Es importante mencionar que el objetivo de los muestreos no estaba encaminado a obtener un censo de la diversidad total de los sitios, sino a obtener datos que fueran comparables entre sí.

Similitud florística, diversidad regional (β)

La composición florística de los 20 sitios analizados de selvas bajas de México está representada por alrededor de 900 especies. Gran parte de éstas (72%) solamente fueron muestreadas en un solo sitio. No existe una sola especie que se haya encontrado en los 20 sitios; la más comúnmente distribuida, *Lysiloma divaricata*, se encuentra sólo en 12 de los sitios analizados. Esto implica un gran recambio de especies en el área de distribución de estas selvas y por lo tanto elevados niveles de diversidad regional (β y γ).

La similitud florística entre los sitios, calculada con el coeficiente de Sorensen refleja muy baja similitud (Tabla V). El promedio general del índice es de 8.6%. La mayor proporción es de 44% de similitud (entre los sitios Las Flores (16) y El Pensil (17)), con 27 especies compartidas. Es decir la disimilitud entre estos sitios es cercana al 56%, a pesar de que estos sitios

Fig. 5. Frecuencia de la distribución de valores de los índices de similitud de Sorensen y Morisita-Horn para sitios de selva baja en México.

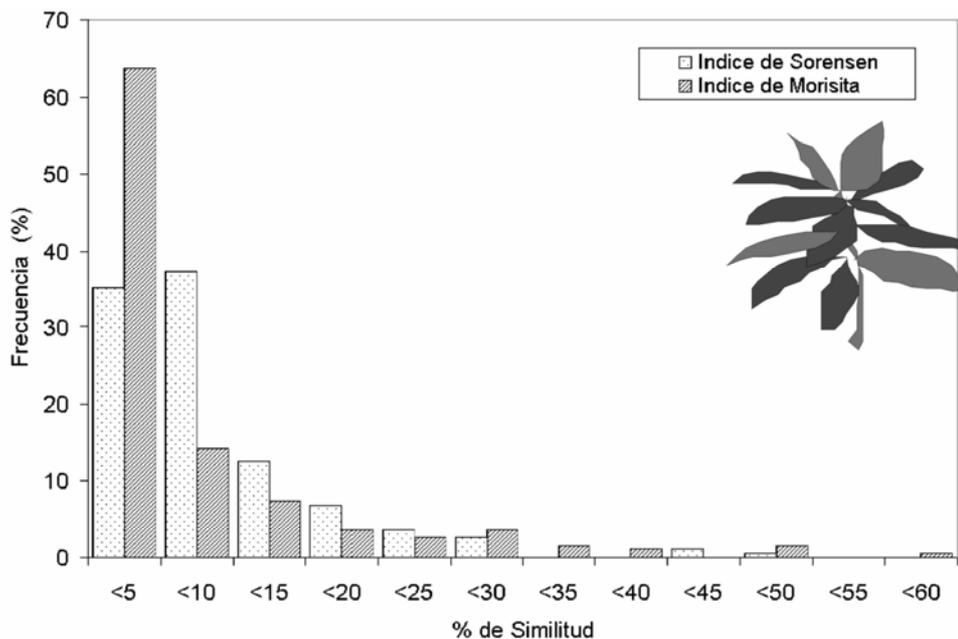
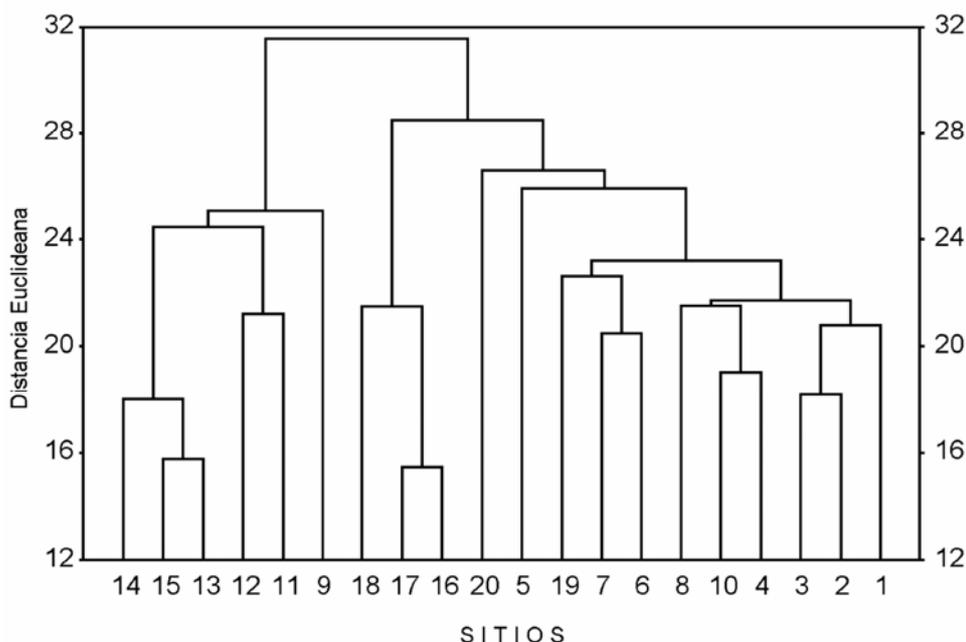


Fig. 6. Dendrograma que muestra el agrupamiento de los sitios de selva baja de acuerdo a su similitud en la presencia y abundancia de las especies componentes de los sitios analizados.



prácticamente son contiguos. Sin embargo, en este caso uno de los sitios está asentado sobre roca caliza (Las Flores (16)) y el otro en roca basáltica (El Pensil (17)).

Los sitios Cuicatlán (14) y Jocotipac (15) se encuentran muy cercanos en el valle de Cuicatlán y comparten 35 especies con una similitud de apenas 44%, la cual se eleva a 57% con el índice de Morisita-Horn, el cual utiliza la abundancia de las especies, por lo que es más sensible en el caso de que las especies compartidas presenten densidades más altas, con lo cual se reconoce mayor similitud estructural (Magurran, 1988). En este caso el promedio de similitud es de 7%. Es importante mencionar que existen casos en que no se comparte ninguna especie.

En la Figura 5, se ven claramente las tendencias en las relaciones de similitud de especies entre los sitios muestreados, las diferencias entre los sitios son evidentes. Ambos índices demuestran que el recambio de especies es muy alto. De acuerdo a Sorensen el 35% de

los casos presentan una similitud menor al 5%, valor que se eleva hasta el 63% al evaluarlo con el índice de Morisita-Horn. Con éste último, se hacen más evidentes, las disimilitudes entre los sitios, que aún cuando pueden compartir algunas especies, los datos de abundancia de las mismas muestra las diferencias entre ellos. En los intervalos que van de 0.1 a 14.9 en los valores de ambos índices, se agrupan prácticamente el 85% de las similitudes entre los sitios. Lo anterior implica composiciones florísticas, a nivel de especie, muy distintas entre los sitios de selva baja analizados, lo que supone procesos de diversificación local y alta diversidad β .

Otra forma de examinar la afinidad florística entre los sitios, es el dendrograma que agrupa los sitios de acuerdo a las especies compartidas y a sus abundancias (Fig. 6). El primer gran grupo comprende de los sitios 9 al 14, exceptuando al 10, que están ubicados dentro de la Cuenca del Balsas y la zona del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Los sitios más afines son Jocotipac (15) y

Calipam (13) con relaciones cercanas a Cuicatlán (14) (todos estos dentro del valle de Tehuacán) y que llegan a relacionarse con los sitios de la Cuenca del Balsas (C. Tuxpan (11) y C. Zopilote (12). Se separa un poco más del grupo el sitio Infiernillo (9) que contiene un mayor número de especies no compartidas.

Otro grupo bien definido lo constituyen los sitios Las Flores (16), El Pensil (17) y Ayutla (18), ubicados en el área del Golfo de México; los primeros dos son los más similares (ver índice de similitud) y se asemejan en cierto grado con Ayutla (18), situado en el límite sur de la distribución de las selvas bajas en la porción media de la vertiente del Golfo. El sitio 20 (Sayil), que se localiza en la península de Yucatán, tiene una composición florística muy poco relacionada con los demás sitios. El sitio Caleta (5) destaca como una entidad distinta, ya que es uno de los de mayor diversidad y la proporción de especies compartidas con otros es baja.

En el extremo del diagrama un grupo más definido lo forman los sitios La Burrera (1), Alamos (2) y Cosalá (3) localizados en el norte de la vertiente pacífica y que tienen cierta afinidad con la península de Baja California. Los sitios Copalita (6) y Tehuantepec (7) se relacionan florísticamente por su ubicación en la porción sur del Pacífico y que comparten especies con La Trinitaria (19) establecido en la depresión de Chiapas.

Claramente el comportamiento en este sentido de la SBC, contrasta con el de las selvas húmedas en donde los niveles de diversidad local son elevados, sin embargo la distribución de las especies en las selvas secas es de ámbitos restringidos, en muchos de los casos. Un análisis de la distribución de las especies que componen a las selvas analizadas, muestra que el 30% de ellas solamente se encuentran en zonas restringidas, como por ejemplo la Cuenca del Balsas, o la depresión de Chiapas; otro 20% solo se encuentra en dos regiones contiguas. Sobresale el hecho de que alrededor del 60% de las especies solamente se encuentran dentro del territorio mexicano (Figura 7).

Las causas de la diversidad de las selvas bajas de México pueden estar relacionadas con factores como su relación con centros de diversificación, la complicada historia geológica y fitogeográfica del país (Kohlmann & Sánchez-Colón, 1984; Toledo, 1988); la diversificación a través de la especialización fenológica (Lott *et al.*, 1987); y su alto nivel de endemismo Rzedowski (1962, 1991a). Las áreas de distribución de las selvas bajas pueden ser consideradas como islas ecológicas en donde los procesos de diversificación se han llevado a cabo y han contribuido al elevado índice de endemismo que las caracteriza; algunas áreas incluso deben haber jugado el papel de refugios durante los cambios climáticos en el Pleistoceno (Rzedowski, 1991b).

La relación de la diversidad con la lluvia

En la búsqueda de patrones que expliquen las variaciones en la diversidad, Gentry (1982, 1988) propone que la cantidad de lluvia que se deposita en un lugar tiene poder predictivo en relación con la cantidad de

especies que se encuentran en ese sitio. Sin embargo cuando se utiliza la ecuación encontrada por Gentry para obtener el número de especies que se relaciona con la lluvia anual en sitios ocupados por SBC en México, en general se observa que existe un "exceso" de especies en gran parte de los sitios analizados.

Cuando se grafican los sitios de SBC conjuntamente con una serie de datos de sitios del neotrópico recopilados por Gentry (1982b, 1988b, 1995), Clinebell *et al.* (1995) y Gillespie *et al.* (2000), en los que se incluyen muestras de 0.1 ha de sitios tropicales secos, en un ámbito de precipitación que va desde los 400 a los 1600 mm, con marcada estacionalidad y altitudes menores a los 2 000 ms.n.m, se observa que muchos de los sitios de México (13) están por encima de la recta que describe la relación lluvia-diversidad (Fig. 8). Fundamentalmente en sitios en donde la precipitación es menor a los 1 000 mm el exceso de especies es notable. En otros sitios neotropicales secos fuera de México, la mayoría de los cuales se encuentran en condiciones de mayor humedad (entre 1 000 y 1 600 mm), la tendencia es a la inversa y la mayor parte de ellos son más pobres que lo propuesto por la predicción.

En este sentido, resulta que comparativamente, los sitios mexicanos son más ricos en especies que los sitios neotropicales similares ubicados en Centroamérica, Sudamérica y las Antillas. En promedio la riqueza de especies con un DAP ≥ 2.5 cm que se encuentran en muestras de 0.1ha en México es de 62, en contraste con un promedio de 58 en los neotropicales secos. Sin embargo es importante resaltar que los sitios mexicanos se establecen en condiciones más secas que sus similares neotropicales con promedios de lluvia anual de 830 y 1280 respectivamente.

Los resultados obtenidos muestran que para el caso de las selvas bajas caducifolias de México no es posible plantear un modelo lineal que pueda ser empleado para predecir el número de especies que se establecen en un sitio, basado únicamente en el dato de la cantidad de lluvia total anual. Incluso cuando se recalcula la regresión original propuesta por Gentry, la cual explica el 93% de la varianza y se incluyen más sitios secos neotropicales (Gentry, 1995; Gillespie *et al.*, 2000) pero se excluye a los sitios mexicanos, la regresión explica el 22% de la variación, sin embargo al incluir a estos últimos, la regresión se descompone totalmente.

Es necesario mencionar que, como patrón general de diversidad no se puede descartar la importancia de la precipitación en este sentido, pero al parecer es más significativa para 46 sitios tropicales húmedos (lluvia anual entre 1 600 y 4 000 mm), en donde la correlación entre lluvia-diversidad explica el 54% de la variación, en contraste con los sitios secos en donde la correlación solamente explica el 22% de la variación. Una probable explicación está relacionada con la estacionalidad de la lluvia en el trópico seco, que se convierte en una fuerte restricción en la disponibilidad de humedad para estas comunidades, por lo que es necesario explorar otras variables que puedan explicar la variación en la diversidad.

Fig. 8. Riqueza de especies en sitios de SBC en México y en sitios neotropicales secos.

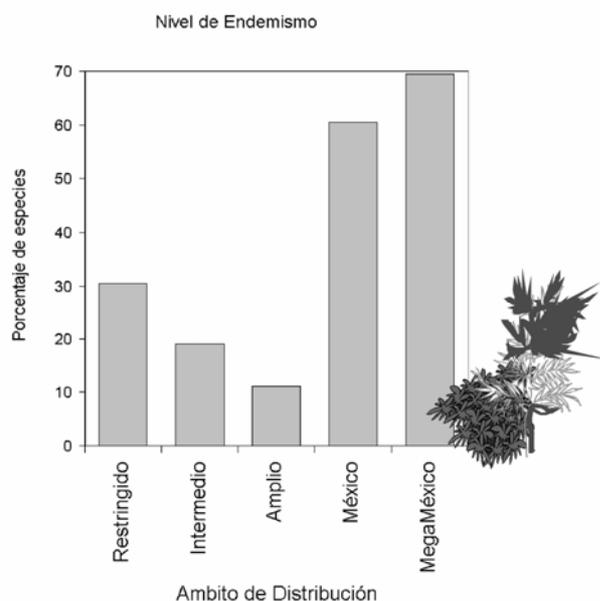
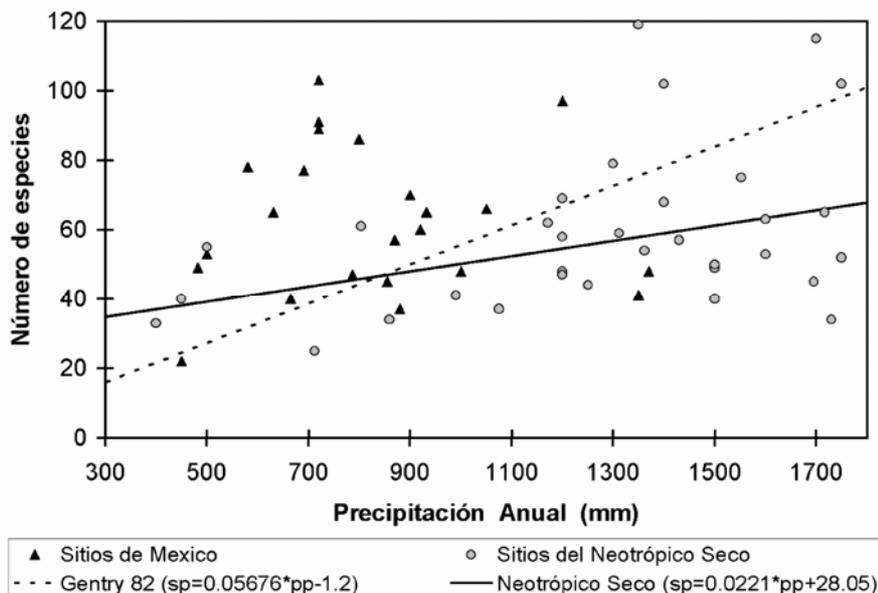


Fig. 7. Frecuencia en la distribución de las especies presentes en los sitios de muestreo de selva baja en México.

La diversidad y otras variables ambientales

La combinación de factores como la lluvia y su relación con la temperatura, que puede expresarse como la evapotranspiración, es una posibilidad de encontrar variables que puedan tener un poder predictivo mayor. Con el cálculo de una regresión que relaciona la evapotranspiración potencial de acuerdo a Thornthwaite (1948) y la diversidad en selva baja, se explica el 67% de la variación en la diversidad de especies con un DAP ≥ 2.5 cm (Trejo & Dirzo, 2002). Otros autores como Currie & Paquin y González-Espinoza *et al.* 2004, mencionan a la evaporación como una variable relacionada con la diversidad.

Para el caso de los sitios de SBC en México, el análisis de diferentes variables ambientales así como con sus términos cuadráticos, destaca la importancia de algunos factores del medio que intervienen en la variabilidad de la riqueza de especies en las selvas bajas. La combinación de factores que relacionan el efecto de la temperatura con la lluvia como la evapotranspiración potencial, así como la estacionalidad de la precipitación, en conjunto con parámetros edáficos adquieren un poder predictivo mayor que las correlaciones simples. La inclusión de algunos de estos factores genera una ecuación que explica gran parte de la variación en la diversidad en especies con DAP ≥ 2.5 cm.

$$spT \geq 2.5 = e (4.576 - 0.0416 (\text{Oscilación térmica}) - 0.00087 (\text{EP Thornthwaite}) + 0.432 (\text{No. meses húmedos}) + 0.0145 (\% \text{ de arcilla}) - 3.413 (\text{P total}) - 0.000000265 (\text{Altitud}^2) - 0.0424 (\text{No. meses húmedos}^2))$$

Devianza Total = 109.5 19 g.l.; Devianza residual = 20.56 12 g.l.; $R^2 = 81.22$

Para todas las especies con diámetros ≥ 2.5 cm, la oscilación térmica anual, las tasas de evapotranspiración altas y el incremento en altitud, ejercen un efecto negativo en la diversidad; el fósforo total en el suelo también se correlaciona negativamente con la diversidad. Los períodos más largos con disponibilidad de agua (número de meses húmedos) propician mayor riqueza de especies. Con estos factores se explica el 81% de la variación.

La evaluación de las correlaciones que existen entre las variables abióticas con la riqueza florística, muestra que no hay alguna variable ambiental, que por sí sola explique en gran medida las variaciones en la diversidad y que por tanto pudieran tener capacidad predictiva en relación a la diversidad de especies en

estos sitios de selva baja en México. Es la combinación de una serie de variables ambientales, tanto climáticas como edáficas lo que hace posible encontrar ciertos patrones en la variación de la riqueza florística de estas selvas. Es importante hacer notar el incremento en el poder predictivo cuando se conjuntan una serie de variables. Por otra parte no puede obviarse que en muchos casos, es necesario considerar que no sólo el efecto del ambiente explica las variaciones en la diversidad y se requiere analizar efectos que provienen de las interacciones bióticas así como de la historia biogeográfica.

La pérdida de las selvas

A pesar de la importancia de las SBC actualmente se encuentra gravemente afectada y has sido transformada por completo en algunas áreas. De acuerdo a los datos más recientes se calcula que las tasas de deforestación que se registran en este tipo de comunidades son similares a las que se reportan para las selvas húmedas, las cuales se consideran las más amenazadas.

La única referencia cartográfica de la distribución original de las selva baja es la que presenta Rzedowski (1990), en donde se hace una reconstrucción de las áreas cubiertas por estas comunidades en el país, basado en sus requerimientos ambientales y los elementos florísticos que se registran en esas zonas. De acuerdo a esta fuente, se calcula que alrededor del 14% del territorio mexicano estuvo cubierto por este tipo de vegetación y conforme las actividades humanas hicieron su efecto, se inició su conversión a sistemas productivos, lo cual conlleva a su transformación y en los casos más drásticos a su desaparición. Los efectos de las actividades humanas tienen efectos a diferentes niveles que van desde su total desaparición, a cambios en la estructura y la composición de las especies.

De acuerdo a datos obtenidos de fuentes cartográficas, como las proporcionadas principalmente por el INEGI, es posible reconocer las áreas que actualmente están ocupadas por selva baja en distintos estados de conservación. Se calcula que actualmente se ha perdido cerca del 50% del área cubierta originalmente por SBC y del área que aún permanece, sólo alrededor de la mitad presenta una estructura arbórea que corresponde a los parámetros representativos de la selva, aunque no necesariamente se refiere a comunidades con un buen estado de conservación. La otra mitad contiene algunos elementos arbustivos y herbáceos pertenecientes a la SBC (Figura 9).

Existen pocos datos que proporcionan información sobre las tasas de deforestación en zonas de SBC. Trejo y Dirzo (2000), reportan que para el estado de Morelos se calcula que se perdió el 1.3% anual de la superficie de este tipo de vegetación en el período comprendido entre 1973 y 1989. Sin embargo, estas tasas pueden variar en distintas localidades y por épocas ya que pueden estar relacionadas con procesos muy complejos como la demanda del mercado de productos agrícolas o ganaderos, programas gubernamentales, tipo de control del territorio, cambios demográficos, etc.

Lo que es una realidad, es que en regiones como el Bajío (en el centro del país), el centro de Veracruz y

la depresión de Chiapas, prácticamente han desaparecido las selvas bajas que originalmente se asentaban en esas zonas y en general solo se mantiene menos del 30% de la superficie original.

Conclusiones

Las selvas bajas de México constituyen el límite boreal de la vegetación tropical del continente. Conforman más de mitad de las comunidades tropicales que se distribuyen en el país que agrupa a las selvas húmedas, subhúmedas y secas.

Tienen una amplia distribución geográfica, lo que deriva en el establecimiento en una variedad de condiciones ambientales, esto conforma un marco de heterogeneidad lo cual puede ser un promotor para la diversidad.

A pesar de la amplitud en la distribución y las condiciones en las que se establecen estas selvas, es posible reconocer patrones estructurales, florísticos y fenológicos que contribuyen a su caracterización y por lo tanto a su definición como un conjunto de comunidades que constituyen un tipo de vegetación distinguible.

La SBC sostiene una gran diversidad florística, incluso mayor a la encontrada en otras selvas neotropicales similares. La utilización de un método que permite la evaluación de la magnitud de la diversidad, en muestras comparables, hace posible la identificación de estos patrones.

Estas selvas contribuyen con cerca del 20% de las especies de la flora del país, pero lo más relevante, es no sólo la magnitud de la diversidad sino el recambio de especies entre sitios. En contraste con otro tipo de selvas, como las húmedas, el contingente de especies cambia drásticamente de una zona a otra. Esto se convierte en un reto para la conservación, ya que es necesario incluir la variación representada en este tipo de selvas, para proteger la alta diversidad beta.

La variación en la diversidad está relacionada en parte con la influencia que ejercen las condiciones abióticas en las que se establecen, pero otros factores como los bióticos y los biogeográficos pueden explicar las diferencias entre áreas con condiciones similares.

A pesar de la importancia de estas selvas, se están perdiendo en forma acelerada y es necesario evaluar las repercusiones de ésta transformación. Es necesario conocer el efecto de la reducción del área cubierta por estas selvas, con consecuencias como el aislamiento, la pérdida de conectividad y la distancia a posibles fuentes de propágulos. Esto significa que nos sólo es necesario analizar los procesos de deforestación sino también los de fragmentación. En este sentido, es importante mencionar que los remanentes actuales de SBC están constituidos por una matriz de fragmentos de distintos tamaños, inmersos en áreas transformadas en distinto grado.

Aunado a lo anterior, se encuentra no solamente la pérdida de especies de la flora, sino también de la fauna, lo cual tiene consecuencias que no han sido evaluadas en la pérdida de interacciones, así como en el funcionamiento del ecosistema. Todo lo anterior se enmarca ante otra amenaza que significa el probable efecto del cambio climático sobre los ecosistemas.

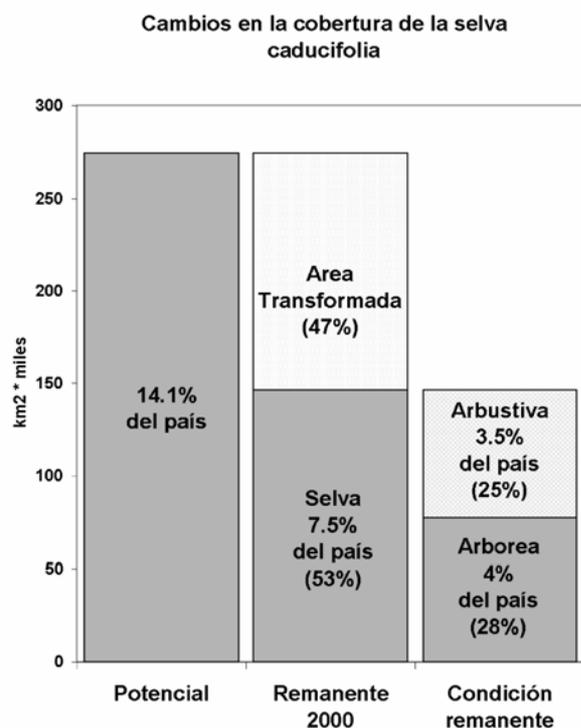


Fig. 9. Cambio en la superficie cubierta por la SBC en México y su actual estado de conservación.

Ante este panorama, es necesario tomar medidas que conduzcan al mantenimiento, conservación y recuperación de la selva baja. Como alternativa se encuentra la protección, sin embargo actualmente, menos del 10% del área cubierta por este tipo de vegetación mantiene ese estatus. Adicionalmente es importante analizar el estado de conservación de las selvas remanentes, ya que las áreas que actualmente persisten con elementos arbóreos, no necesariamente mantienen la composición florística y la diversidad original.

Es necesario generar alternativas que incluyan posibilidades de manejo y aprovechamiento que mantengan la diversidad de estas comunidades. En estas alternativas es relevante incluir activamente a las comunidades humanas que dependen de alguna manera de estos ecosistemas.

Una visión optimista es que aún es posible encontrar remanentes en buen estado de conservación a lo largo de distribución de la SBC, y aún en donde la perturbación ha tenido efectos en la estructura, composición y diversidad, se encuentran elementos originales de estas comunidades, que pueden ser utilizados como fuentes de propágulo para la recuperación de estos ecosistemas.

El reto es enorme, pero es necesario afrontarlo para no perder a este importante ecosistema, que desde innumerables puntos representa una riqueza biológica invaluable.

Bibliografía

- Bullock, S. H., H. A. Mooney & E. Medina (eds.). 1995. *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Clinebell, R. R., O. L. Phillips, A. H. Gentry, N. Stark & H. Zuuring. 1995. Prediction of neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. *Biodiversity and Conservation*, **4**: 56-90.
- Connell, J. H. & E. Orias. 1964. The ecological regulation of species diversity. *American Naturalist*, **98**: 399-491.
- Currie, D. J. & V. I. Paquin. 1987. Large scale biogeographical patterns of species richness of tree. *Nature*, **329**: 326-327.
- Dirzo, R. 1994. *Diversidad de la Flora de México*. CEMEX y Agrupación Sierra Madre. México. 191 pp.
- Fisher, A. G. 1960. Latitudinal variation in organic diversity. *Evolution*, **14**: 64-81.
- García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Offset Larrios, 4a. Ed. México. 220 pp.
- Gentry, A. H. 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*, **15**: 1-54.
- 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.
- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. Páginas 146-194 en S.H. Bullock, Mooney H.A. & Medina E. (eds.) *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. En: Bullock, S.H., Mooney H.A. & Medina E. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Pp. 146-195. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gillespie, T. W., A. Grijalva & Ch. N. Afarris. 2000. Diversity, composition, and structure of tropical dry forests in Central America. *Plant Ecology*, **14**: 37-47.
- González-Espinosa, M., J. M. Rey-Benayas, N. Ramírez-Marcial, M. A. Huston & D. Golicher. 2004. Tree diversity in the northern Neotropics: regional patterns in highly diverse Chiapas, Mexico. *Ecography*, **27**: 741-756.
- Heywood V. H. & R. T. Watson. 1995. *Global Biodiversity Assessment*. United Nations Environment Programme. Cambridge.
- Holdridge, L. 1967. *Life zone ecology*. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.
- Hubbell, S. P. & R. B. Foster. 1986. Biology, chance and history and the structure of tropical rain forest tree communities. Páginas 314-329 en Diamond J. & T. J. Case (eds.) *Community Ecology*. Harper and Row Pub. New York.
- Hubbell, S. P. 1979. Tree dispersion, abundance and diversity in tropical dry forest. *Science*, **203**: 1299-1309.
- Janzen, D. 1988. Tropical dry forest. The most endangered major tropical ecosystems. Páginas 130-137 en Wilson E.O. (ed.) *Biodiversity*. National Academy Press.
- Kohlman, B. & S. Sánchez-Colón. 1984. Estudio aerográfico del género *Bursera* en México. en Ezcurrea, E., M. Equihua, B. Colman & S. Sánchez *Métodos cuantitativos en la Biogeografía*. Instituto de Ecología. México.

- Lott, E., S. H. Bullock & A. Solís-Magallanes. 1987. Floristic diversity structure of upland and Arroyo forest of Coastal Jalisco. *Biotropica*, **19**(3): 228-235.
- MacArthur, R. H. & E. O. Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, Princeton.
- Menge, B. A. & J. P. Sutherland. 1976. Species diversity gradients: synthesis of the roles of predation, competition and temporal heterogeneity. *American Naturalist*, **110**: 351-369.
- Miranda, F. & E. Hernández-Xolocotzi. 1963. Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, **23**. C.P. SARH. México.
- Mittermeier, R. A. y C. G. Mittermeier. 1992. La Importancia de la Diversidad Biológica de México. Páginas 63-74 en Sarukhán y Dirzo (compiladores). *México Ante los Retos de la Biodiversidad*. CONABIO. México.
- Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematic*, **5**: 285-307.
- Pennigton, T. D. & J. Sarukhán. 1998. *Arboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. UNAM. FCE. México 521 pp.
- Pennington R.T., D. A. Prado & C. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forest and Pleistocene vegetation changes. *Journal of Biogeography*, **27**: 261-273.
- Pianka, E. R. 1982. *Evolutionary Ecology*. Harper and Row. New York.
- Pianka, E. R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *American Naturalist*, **100**: 33-46.
- Rabinowitz, D., S. Cairns & T. Dillon. 1986. Seven forms of rarity and the frequency in the flora of the British Isles. Páginas 182-204 en Soulé M.E. (ed.) *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer, Sunderland.
- Rzedowski, J. 1962. Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México. I. Algunas consideraciones acerca del elemento endémico en la flora mexicana. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, **27**: 52-65.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México.
- 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. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, **14**: 3-21.
- Rzedowski, J. 1991b. El endemismo de la flora fanerogámica de México: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana*, **15**: 47-64.
- Thornthwaite, H. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, **38**: 55-96.
- Toledo, V. M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo*, **8**: 7-16.
- Trejo, I. & R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation*, **94**: 133-142.
- Trejo, I. & R. Dirzo. 2002. Floristic Diversity of Mexican seasonally dry tropical forest. *Biodiversity and Conservation*, **11**: 2063-2084.
- Trejo, I. 1996. Características del medio físico de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas. Boletín Instituto de Geografía*, Numero Especial **4**: 95-110.
- Trejo, I. 1998. *Distribución y Diversidad de Selvas Bajas de México: Relaciones con el Clima y el Suelo*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F.
- Trejo, I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones geográficas. Boletín del Instituto de Geografía*, **39**: 40-52.
- Valencia, R., H. Balslev & G. Paz y Miño. 1994. High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador. *Biodiversity and Conservation*, **3**: 21-28.
- Wilson, E. O. 1988. *Biodiversity*. National Academy Press. Washington, D.C.

Entre los días 18 y 20 de mayo del 2004 se celebró en la Ciudad de México el simposium titulado “Conversaciones sobre diversidad: el significado de alfa, beta y gamma” organizado por CONABIO y el grupo DIVERSITAS-México, con el apoyo financiero de la Dirección de Asuntos Internacionales del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México. La celebración de esta reunión respondió a una verdadera necesidad, sentida por muchos investigadores: convocar a una parte importante de los interesados en esta temática para discutir ideas y enfrentar puntos de vista sobre lo que significan las distintas expresiones de la biodiversidad, las relaciones que tienen entre sí y la forma de medirlas. El simposio fue un éxito, tanto por las comunicaciones presentadas, como por la amplia discusión desarrollada en su seno y ello nos llevó a considerar la publicación de sus contenidos, con la ayuda de la Sociedad Entomológica Aragonesa (España), para ofrecer al mundo científico un libro que los editores creemos nuevo y original, y en español, con las contribuciones más destacadas de aquel evento.

