



Investigaciones Geográficas (Mx)

ISSN: 0188-4611

edito@igg.unam.mx

Instituto de Geografía

México

Trejo Vázquez, Irma

El clima de la selva baja caducifolia en México

Investigaciones Geográficas (Mx), núm. 39, 1999, pp. 40-52

Instituto de Geografía

Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56903903>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# El clima de la selva baja caducifolia en México

Irma Trejo Vázquez\*

Fecha de recibido: 8 de diciembre de 1998  
Aceptado en versión final: 19 de abril de 1999

**Resumen.** Se analizan las principales características climáticas de la selva baja caducifolia mexicana. Con base en datos de 390 estaciones climatológicas, se describen elementos tales como precipitación, temperaturas, días con lluvia apreciable, meses secos y tipo de clima, con el fin de conocer el ámbito climático de este tipo de vegetación. El clima más propicio para esta selva es el cálido subhúmedo (Aw<sub>0</sub>), pero se distribuye también en condiciones más secas o de mayor humedad, gracias a la combinación de factores ambientales. La variación ambiental en la que se desarrolla la selva baja influye en sus características fisionómicas y estructurales.

**Palabras clave:** Selva baja caducifolia, relación clima-vegetación.

**Abstract.** In this paper it is analyzed the main climatic characteristics of Mexican seasonally dry tropical forest. In order to know the corresponding climatic environment for this type of vegetation, elements such as precipitation, temperature, days with appreciable rain, dry months and climate type, are evaluated with data from 390 climatological stations. Although the most suitable climate for this forest is the subhumid warm (Aw<sub>0</sub>); it shows a wide distribution including dry and humid climates, due to the combined effect of environmental factors. The environmental variation of most dry forest locationship has a strong influence on their phisionomic and structural characteristics.

**Key words:** Seasonally dry tropical forest, climate-vegetation relation.

## INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente se ha considerado al clima como el mayor determinante de la distribución de la vegetación. Las plantas adaptadas a un régimen climático particular, con frecuencia tienen morfologías similares o ciertos tipos de formas de crecimiento (Cain, 1950); así por ejemplo, las especies con amplias hojas o grandes lianas se asocian con selvas tropicales lluviosas, y los bosques de coníferas, con las regiones frías de altas latitudes. En general, existe una correspondencia cercana entre el tipo de clima y el tipo de vegetación que se establece en un área (Oliver, 1973; Calow y Townsend, 1981; Pianka, 1982; Pielou, 1992).

De hecho, se han utilizado los elementos del clima para delimitar grandes unidades de vegetación, como es el caso del sistema de las zonas de vida elaborado por Holdridge (1967), o bien, para relacionar las adaptaciones de los grandes

biomas a ciertos rangos de variables ambientales (Cox *et al.*, 1978).

En este caso, se analiza un tipo de vegetación que presenta en su fenología las adaptaciones a las condiciones climáticas en las que se desarrolla: la selva baja caducifolia (SBC; Miranda y Hernández, 1963), conocida también como bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978), bosque tropical deciduo (Leopold, 1950), bosque tropical seco (Gentry, 1982b) y, recientemente, como bosque tropical seco estacional ("seasonally dry tropical forest"; Bullock *et al.*, 1995).

Estas comunidades caducifolias reflejan en su comportamiento los cambios estacionales del clima a lo largo del año, ya que se observan claramente dos condiciones contrastantes que se relacionan con las diferencias en la disponibilidad de humedad en dos épocas bien marcadas; la húmeda, en donde la vegetación luce con exuberante verdor, y la seca, en donde las plantas pierden su follaje.

\* Instituto de Geografía, UNAM, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F. e-mail: itrejo@igiris.igeograf.unam.mx

La selva baja caducifolia es una vegetación conformada por elementos tropicales, dominada por árboles de copas extendidas, con alturas promedio entre 7 y 8 m, aún cuando pueden encontrarse eminencias aisladas que se acercan a los 15 m. El estrato arbustivo es muy denso y el número de lianas se incrementa en las áreas más húmedas y en las cercanías a la costa (Trejo, 1998). En ella, es posible encontrar formas de vida suculentas como las cactáceas columnares y candelabrifórmes, que son muy abundantes en algunos sitios, así como las cortezas brillantes y exfoliantes (Miranda, 1942; Rzedowski, 1978; Pennington y Sarukhán, 1998).

Sobresale en este tipo de vegetación su alta diversidad, pero sobre todo su elevado nivel de endemismo: cerca de 60% de las especies que constituyen a estas comunidades sólo se encuentran en México (Rzedowski, 1991b; Trejo, 1998). La SBC tiene una amplia distribución en el territorio mexicano, ya que se encuentra desde el estado de Sonora (29° latitud norte), en algunas extensiones de la zona de San Javier (Martínez-Yrizar *et al.*, en prensa), hasta Chiapas, en la frontera con Guatemala, en una franja casi continua en la vertiente pacífica, 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.

También se la encuentra en las áreas menos secas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en la región del Bajío en la Altiplanicie Mexicana y en el área de los Cabos, en la porción sur de la península de Baja California. En la vertiente del Golfo de México, se distribuye desde Tamaulipas hasta la península de Yucatán, en áreas más aisladas y discontinuas.

Se distingue por asentarse sobre laderas de cerros con pendientes que van de moderadas a fuertes, con características geológicas y edáficas muy variables, lo cual contribuye a su gran diversidad florístico-fisionómica y a la gran variación de condiciones ambientales en las que se desarrolla esta selva.

El objetivo de este trabajo es reconocer cuáles son las condiciones climáticas en las que se desarrolla la selva baja caducifolia en el país.

## MÉTODOS

A fin de facilitar la descripción de los resultados obtenidos, así como para reconocer las diferencias que existen entre las distintas áreas en las que se establece la SBC, se hizo una subdivisión de las zonas de distribución de este tipo de vegetación en el país. Las áreas fueron separadas, en lo posible, por su relación con las regiones fitogeográficas, según Rzedowski y Reyna (1990), y de acuerdo con las regiones climáticas propuestas por García (García y Trejo, 1990) y éstas fueron las siguientes (Figura 1):

Baja California Sur (BC), Pacífico Norte (PN), Cuenca del Santiago (CS), Pacífico Sur (PS), Bajío (BJ), Cuenca del Balsas y Alta del Papaloapan (CB), Istmo de Tehuantepec (I), Depresión de Chiapas (CH), Golfo Norte (GN), Golfo Centro (GC) y Yucatán (Y). De un trabajo previo (Trejo, 1996) se utiliza la información obtenida de la sobreposición cartográfica (derivada de SPP, 1981; esc. 1:1 000 000) de variables ambientales (temperatura, precipitación, clima, geología y suelo), con las áreas de distribución de la SBC, para obtener las preferencias climáticas de establecimiento de cada región de selva baja, esto con el uso de sistemas de información geográfica (MICROMAP e ILWIS).

A fin de analizar con mayor detalle las condiciones climáticas de las áreas en donde se asienta la SBC, se utilizó la información de 390 estaciones climatológicas. Todas las estaciones seleccionadas se localizan en sitios en donde se establece la selva baja. Se recabó información, para cada una de ellas, de las siguientes variables: temperatura media (mensual y anual), precipitación total (mensual y anual), promedio de temperaturas máximas, promedio de temperaturas mínimas, número de días con precipitación apreciable, días con precipitación inapreciable (< 1 mm), número de días con rocío y días con heladas, número de meses con precipitación menor a los 60 mm y número de meses con precipitación mayor a los 100 mm.

Las estaciones se clasificaron por tipo de clima bajo la nomenclatura propuesta por Köppen y modificada por García para México (1988). Cada una de las estaciones se encuentra referida a las regiones

mencionadas anteriormente, por lo que se resumen las características predominantes para cada una de las áreas de distribución de la SBC, así como el promedio general de las estaciones, con el fin de tipificar el clima de cada una de estas zonas y en general para toda la SBC de México.

Se elaboraron diagramas ombrotérmicos (García y Hernández, 1983) con los datos de estaciones que representan las condiciones "medias" para cada una de las regiones señaladas.

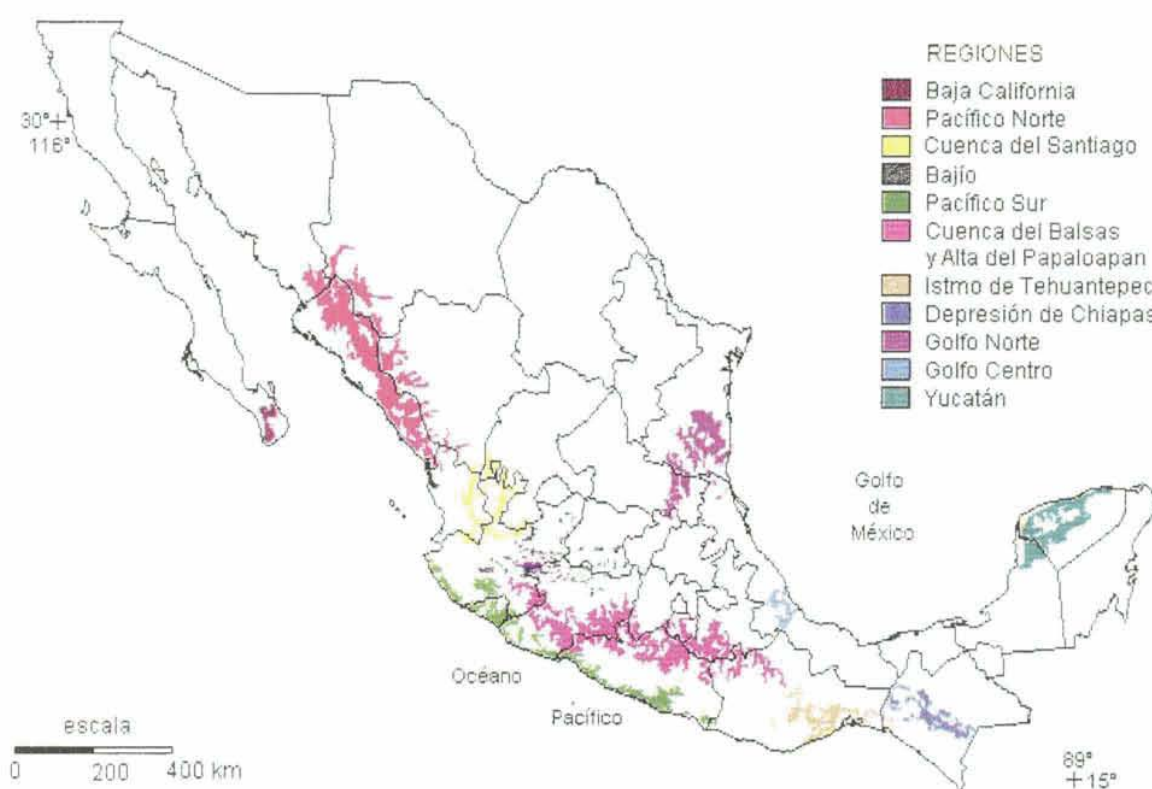


Figura 1. Distribución de la selva baja caducifolia en México (SPP, 1981) y su ubicación en las diferentes regiones climático-biogeográficas.

## RESULTADOS

### Clima

En la tabla 1, se muestran los tipos de clima predominantes en los que se establece la selva baja caducifolia, de acuerdo con el sistema de clasificación de Köppen modificado por García (1988). Las condiciones climáticas en las que se presenta la SBC en México muestran marcadas tendencias. Cabe destacar que cerca de 38% de este tipo de vegeta-

ción se encuentra en un clima cálido subhúmedo (Aw0), que es el de menor humedad de los subhúmedos. Este tipo de clima, según García (1988), presenta una temperatura media anual mayor a los 22°C y tiene un cociente P/T (precipitación/temperatura) menor de 43.2.

El segundo grupo de climas en importancia son los semiáridos cálidos (BS1h'), en los que se ubica 15% de la SBC, y en los cuales las condiciones de humedad son menores. Otro 11% está representado

en los cálidos subhúmedos de humedad intermedia, con un P/I mayor a 43.2 (Aw1 y Aw2); alrededor de 9% de la SBC se presenta en semicálidos subhúmedos (A(C)w0 y (A)Cw0), en donde la temperatura media anual oscila entre los 18 y los 22°C; 7% se localiza en climas semiáridos y semicálidos (BS1h), y en proporciones menores, en otros climas.

Al analizar las distintas áreas de distribución de la selva baja caducifolia, éstas presentan características particulares. En Baja California, la mayor parte de la selva baja de la zona se asienta en condiciones de mayor estrés hídrico (condiciones de menor humedad que tienen que soportar las plantas), ya que un 75% de la misma se establece en climas áridos (BS0 y BW), pero con temperaturas semicálidas (temperatura media entre 18 y 22°C). En la Cuenca del río Santiago, 42% de la SBC se desarrolla en climas cálidos subhúmedos (Aw0); en el Pacífico Norte predomina en climas con temperaturas cálidas, ya sean subhúmedos (Aw0) o semiáridos (BS1); en el Pacífico Sur, la selva baja predomina en climas cálidos subhúmedos, con 52% en Aw0, pero cerca de 35% se establece en condiciones un poco más húmedas (Aw1 y Aw2). En el Bajío, la SBC se encuentra preferentemente en condiciones térmicas semicálidas y templadas; en la

Cuenca del Balsas, 50% se localiza en un clima cálido subhúmedo (Aw0); en el área del Istmo 40% se ubica en clima cálido subhúmedo y un 25%, en condiciones semiáridas; en Chiapas las condiciones de humedad son mayores, ya que 60% de las selvas bajas se desarrollan en climas Aw1; en el Golfo Norte, además de mayor humedad, las condiciones preferentes son semicálidas (35% en A(C)w1); en el Golfo Centro, la mayor parte de la SBC se distribuye en clima cálido pero de humedad intermedia (Aw1), y en Yucatán, esta selva se establece predominantemente en climas cálidos subhúmedos.

De acuerdo con las condiciones térmicas y de humedad en las cuales se asienta la SBC, y con base en la clasificación de climas, se observa que cerca de un 70% se localiza en climas cálidos y en condiciones subhúmedas; alrededor de 28% se desarrolla en áreas semicálidas y otro 28% en zonas más secas. Aquí se hace notar que en la mayor parte de las zonas las condiciones cálidas son las predominantes. Cabe destacar Baja California, en donde 84% se encuentra en zonas semicálidas; el Golfo Norte con 58% de la SBC, y el Bajío con 63%, también con esas características térmicas; 37% se desarrolla en condiciones templadas.

Tabla 1. Superficie (%) del total de selva baja caducifolia que se establece en los distintos tipos climáticos, relativo para cada una de las áreas de distribución y para todas las SBC en México, según las cartas de climas (SPP, 1981)

Tipo de Clima	BC	PN	CS	PS	BJ	CB	I	CH	GN	GC	Y	TOTAL SBC
Cálidos subhúmedos (w0)		25.9	42.1	51.7		50.8	39.4	28.7	21.6	11.7	78.2	37.5
Cálidos subhúmedos (w1 y w2)		5.1	2.5	35.4		4.5	15.8	59.6	10.7	83.0	0.7	10.8
Semicálidos subhúmedos (w0)		9.3	17.6	2.6	41.2	8.5	8.2		22.2			10.3
Semicálidos subhúmedos (w1 y w2)		8.1	7.0	4.1	17.3	6.3	3.7	11.8	35.2	5.3		9.4
Templados subhúmedos	14.0	4.0	2.0		32.0	2.0	2.0					3.0
Semiáridos cálidos (BS1)		20.9	2.6	6.0	0.4	18.4	24.8		9.9		19.7	14.8
Secos cálidos (BS0 y BW)	1.6	10.5				6.1	8.8				1.2	5.2
Semiáridos semicálidos (BS1)	9.6	15.8	21.2	0.2	3.8	1.2						7.0
Secos semicálidos (BS0 y BW)	74.4	0.7				0.8	7.0					1.0
Semiáridos templados		0.3	5.0		5.0	1.0						1.0

\* Los tipos climáticos fueron agrupados de la siguiente manera para facilitar la interpretación. Cálidos subhúmedos w0 (Aw0), Cálidos subhúmedos (Aw1, Aw2), Semicálidos subhúmedos (A(C)w0, A(C)w1, A(C)w2, (A)Cw1, (A)Cw1, (A)Cw2), Templados subhúmedos (Cw0, Cw1), Secos cálidos (BS1, BS0 y BW con (h')h, (h') y h(h')), Secos semicálidos (BS1 BS0 y BW con h), Secos templados (BS1k).

En cuanto a características de humedad, resaltan por su baja precipitación: Baja California, cuyo 75% de selva baja se encuentra principalmente en zonas semiáridas, el Pacífico Norte (48%), la Cuenca del Santiago (29%); la Cuenca del Balsas (27%) y el Istmo (34%).

### Precipitación y temperatura

De acuerdo con los datos obtenidos, casi 70% de esta selva se encuentra en zonas con precipitación total anual entre 700 y 1 200 mm, aun cuando es posible encontrar SBC desde 300 a 1 500 mm de lluvia anual. El rango de precipitación que abarca la mayor proporción (32%) en el cual se establece la SBC, corresponde a la categoría de 800 a 1 000 mm.

En el área de Baja California es donde la cantidad de lluvia anual alcanza los rangos más bajos (300-500 mm), en cambio, en el área del Golfo Norte las precipitaciones pueden alcanzar hasta 1 500 mm. En el Pacífico Sur, Golfo Centro y Chiapas los porcentajes correspondientes a áreas con lluvias relativamente altas, también son considerables.

En cuanto a condiciones térmicas, la SBC se encuentra, en general, en zonas con temperaturas que van de 18 a 28°C de temperatura media anual, lo cual significa que estas comunidades pueden existir en un ámbito muy amplio, aunque la mayor parte de esta selva se concentra en áreas con temperaturas que van de 22 a 26°C (57%).

Si se analizan por separado las áreas de distribución, se observa que en Baja California, 59% de la SBC se establece en temperaturas medias que oscilan entre 20 y 22°C; en el Pacífico Norte 64% se desarrolla entre 22 y 26°C; en la Cuenca del Santiago, 36% entre 20 y 22°C; en el Pacífico Sur y en Yucatán está expuesta a temperaturas muy cálidas que alcanzan entre 26 y 28°C (49 y 66%, respectivamente). En contraste, en el Bajío, 81% se establece en temperaturas menores a los 20°C. La Cuenca del Balsas muestra una gran variación en el ámbito térmico, por lo que se observa un gradiente de temperaturas. Un 72% del área de cobertura de la SBC tiene temperaturas mayores a los 22°C; en el Istmo una proporción de 26% crece en

condiciones muy cálidas (26-28°C); en Chiapas, 60% se asienta en temperaturas entre 24 y 26°C; en las áreas del Golfo se observan diferencias espaciales notables, ya que en la parte norte las condiciones son menos cálidas (71% entre 22 y 24°C) y en la parte central, 80% se asienta en temperaturas medias, entre los 24 y los 26°C.

### Otras variables climáticas

Los datos registrados por las estaciones climatológicas proporcionan información más detallada, y amplían la visión acerca de las condiciones climáticas de las áreas en donde se establece la selva baja caducifolia en el país. En la tabla 2 se resumen los promedios de 11 variables climáticas analizadas, para cada una de las áreas de distribución de la SBC en México. Con esta información es posible caracterizar el tipo de clima predominante en cada una de ellas.

La temperatura media anual promedio para todas las áreas es de 24.6°C, pero se observa que los promedios para las distintas áreas pueden variar de 18.7°C, en el Bajío, a 27.4°C en el Istmo. Es necesario considerar que, en todos los casos, se trata de datos promedio de distintas estaciones dentro de un área, por lo que algunas áreas acusan variación espacial notable, lo cual está indicado por los valores de desviación estándar (d.e.). Así, por ejemplo, en el Balsas se encuentran sitios, como en la parte occidental de la cuenca (en los alrededores de la Presa Infiernillo), en donde la temperatura media puede alcanzar los 30°C, en contraste con otros puntos en el estado de Morelos, en donde la temperatura media anual fluctúa alrededor de los 19°C.

Los datos de las estaciones proporcionan información concerniente al comportamiento de la temperatura a través del año, de manera que se presentan los promedios de las temperaturas máximas y mínimas de estas zonas (para el mes más cálido y para el mes más frío). El ámbito de las condiciones térmicas en las que se desarrolla la SBC en el país va de los 37.6°C de temperatura promedio máxima (Pacífico Norte) a los 6.2°C de temperatura promedio mínima (Bajío). Cabe destacar que, en la zona

Tabla 2. Características climáticas de las áreas de distribución de las selvas bajas caducifolias y en promedio para las SBC en México ( $\pm$  desviación estándar), según datos de 390 estaciones climatológicas.

Area SBC	Temp. Media °C	Precip. anual (mm)	Temp. Máxima °C	Temp. Mínima °C	Cociente P/T	Precip. invernal %	Osc. térmica °C	Días con Precip. apreciable	Días con Precip. inap.	Días con rocío	Días con heladas	Meses con Precip. < 60 mm	Meses con Precip. > 100 mm	Tipo de Clima (Köppen, modificado por García, 1988)
BC	22.7	432.1	35.6	7.9	19.1	5.8	11.5	20.5	36.1	12.7	0.2	10	1.8	BS0(h')hw(e)
(4) d.e	2.7	34.9	1.5	1.4	1.7	1.6	1.8	6.7	20.5	16.5	0.1	0	0.5	
PN	24.0	742.9	37.6	8.4	30.7	7.5	12.1	51.6	15.5	21.0	5.0	8.5	2.8	BS1(h')hw(e)
(74) d.e	1.5	183.4	2.9	2.9	8.7	3.2	2.9	14.0	11.1	32.7	12.3	0.8	0.7	
PS	25.7	999.0	34.2	15.9	39.1	2.8	4.2	57.9	18.9	47.7	0.1	7.0	4.4	Awo(w)i
(83) d.e	1.6	221.5	1.8	3.7	8.7	1.4	1.3	15.7	12.3	57.3	0.3	0.3	0.6	
CS	24.8	858.3	37.3	10.3	35.4	3.1	7.6	69.0	13.8	47.7	3.3	7.7	3.8	Awo(w)e
(17) d.e	1.9	113.3	2.1	2.0	5.6	1.1	0.9	7.1	10.3	62.9	7.1	0.5	0.6	
CB	25.4	827.1	36.2	14.9	32.7	2.1	5.9	65.0	13.3	15.5	0.7	6.9	4.0	Awo(w)(i')g
(109) d.e	2.7	164.3	3.7	4.0	8.5	1.3	1.1	13.4	10.4	37.4	3.1	0.6	0.4	
B'J	18.7	810.3	30.2	6.2	43.3	3.0	7.1	74.0	19.8	30.2	13.6	7.8	4.0	(A)Ca(wo)(w)(e)g
(31) d.e	1.4	75.8	1.7	2.1	4.9	0.6	0.7	11.0	10.9	40.2	16.3	0.4	0	
GN	24.3	1032.2	34.9	11.2	42.0	4.8	10.7	66.2	24.6	37.5	1.2	6.5	4.1	Awo(w')(e)g
(31) d.e	0.9	251.0	1.8	1.3	10.6	1.1	2.7	17.8	29.5	57.1	0.9	0.5	0.8	
GC	25.0	1127.7	34.2	14.7	46.1	3.8	6.4	69.1	19.9	39.4	0.0	6.8	4.1	AW1(W')(i)g
(15) d.e	1.6	145.7	2.2	1.0	7.1	1.8	0.6	21.7	20.3	64.5	0.0	0.7	0.8	
I	27.4	795.2	33.8	20.3	31.0	0.9	3.7	49.7	25.6	4.2	0.0	7.4	4.0	Awo(w')ig
(8) d.e	0.8	199.6	1.7	2.2	5.2	0.3	1.1	4.6	15.8	4.1	0.0	0.5	0	
CH	24.9	1033.0	34.7	14.8	40.9	1.4	5.5	75.5	20.6	16.5	1.3	6.3	4.4	Awo(w')(i')g
(16) d.e	1.1	169.0	2.1	1.5	6.0	0.7	0.7	15.4	16.4	24.0	4.0	0.5	0.6	
Y	25.9	985.6	35.6	15.8	38.1	7.2	5.9	70.1	17.3	26.3	0.0	6.2	4.4	Awo(i')gw
(22) d.e	0.9	189.5	1.9	1.6	6.9	2.8	0.9	19.0	16.5	53.4	0.0	1.0	0.9	
Prom SBC	24.6	879.0	35.5	13.0	36.0	3.9	7.3	61.9	17.5	27.3	2.3	7.3	3.8	Awo(w)(e)
d.e.	2.7	224.7	3.3	4.9	9.8	2.9	3.3	17.1	17.8	46.8	8.0	1.0	0.9	

Nota: El número entre paréntesis indica el número de estaciones consideradas para cada una de las áreas

del Bajío, la temperatura promedio mínima es muy baja y además es ahí donde se puede encontrar la selva baja establecida a mayores altitudes en México. También es importante mencionar que, aun cuando en promedio la Cuenca del Balsas no resulta de las más cálidas, en su interior se encuentra todo un gradiente altitudinal que, obviamente se refleja en las condiciones climáticas particulares de la cuenca (véanse las desviaciones estándar). Por ejemplo, en algunas zonas de las partes más bajas, cercanas al río (en Infiernillo y en Mezcala), los promedios de temperaturas máximas se acercan a los 40°C.

En el norte del país las temperaturas son más extremosas, por lo que ahí se registran las mayores variaciones en las oscilaciones térmicas anuales. En Baja California, el Pacífico Norte y en el Golfo Norte las diferencias de temperatura pueden ser

hasta de 12°C; en contraste, en el Pacífico Sur y el área del Istmo se encuentran las zonas con mayor estabilidad térmica.

En cuanto a la lluvia anual, el promedio registrado en las precipitaciones para las estaciones analizadas es de 879 mm. En zonas como Baja California el promedio alcanza alrededor de 432 mm, y en el área del Golfo es mayor a los 1 000 mm de lluvia anual, al igual que en Chiapas. Las zonas del Pacífico Norte presentan lluvias alrededor de los 750 mm.

Es importante observar que la cantidad de lluvia que se registra en estos sitios cae en pocos días al año, en promedio 62, con aproximadamente otros 18 días más en los cuales la cantidad de lluvia no puede ser cuantificada, pues es menor a 1 mm. Sin embargo, en casos como Baja California, el número de días con lluvia inapreciable adquiere una im-

portancia relevante, pues significa la presencia de humedad en el ambiente que es utilizada por la vegetación, aun cuando ésta no pueda ser medida en los pluviómetros.

Por otra parte, la lluvia en estas áreas se concentra en una estación determinada (generalmente de mayo a octubre) lo cual se constituye en uno de los elementos cruciales para las respuestas fenológicas de este tipo de selva. Sin embargo, la precipitación que se pueda presentar fuera de la estación típica de la lluvia, puede adquirir importancia en algunas zonas; en este caso, la proporción de lluvia invernal (enero, febrero y marzo) se incrementa en áreas del norte del país, como el Pacífico Norte y también en Yucatán con 7.5 y 7.8%, respectivamente.

Otra fuente de humedad la constituye el rocío, considerado como un aporte de agua importante en el balance hídrico de las plantas. En el Pacífico Norte y en la Cuenca del Santiago el promedio es de 48 días, aun cuando la desviación estándar es muy alta, ya que es un fenómeno más localizado.

La mayor parte del área en donde se ubica la selva baja no presenta heladas, y sólo en algunos casos como en la Altiplanicie, en la región del Bajío, donde la SBC logra establecerse en altitudes cercanas a los 2 000 msnm, se encuentra más expuesta a este tipo de eventos meteorológicos.

El número de meses secos, considerados como aquellos en donde la precipitación no supera los 60 mm, va desde 10 en Baja California hasta 6.2 y 6.3 en Yucatán y Chiapas, respectivamente; en contraste, los meses húmedos, aquéllos en los que la precipitación es mayor a los 100 mm, es en promedio de 1.8 y 2.8 en Baja California, la Cuenca Alta del Papaloapan y el Pacífico Norte, consideradas como las zonas con menor disponibilidad de humedad; y de 4.4 en Chiapas, el Pacífico Sur y Yucatán.

Todas estas características climáticas de las diferentes áreas de distribución de la SBC en México están expresadas en el tipo de clima que se obtiene para cada una de las zonas (fórmula climática, de acuerdo con el sistema de Köppen, modificado por García, 1988), lo cual representa las condicio-

nes promedio para cada una de ellas y que pueden observarse gráficamente en los diagramas ombrotérmicos (Figuras 2 y 3). En la mayoría de las áreas el clima representativo es el cálido subhúmedo de menor humedad (Awo); en Baja California el clima es de tipo seco (BS0) y semiárido en el Pacífico Norte (BS1); en el Golfo Centro la humedad se incrementa y origina un clima cálido subhúmedo intermedio (Aw1) y, en el Bajío, la temperatura es menor, de manera que el clima semicálido subhúmedo ((A)Cwo) es el que representa al área. Sin embargo, al observar detalladamente cada una de las gráficas, es posible detectar la variación que existe entre las diferentes áreas de distribución.

En la tabla 2 se muestran las condiciones climáticas promedio en las que se establece una selva baja caducifolia que se podría considerar como el clima "típico" para estas comunidades caducifolias de México. El clima que representa más típicamente a la SBC es el Awo (w)(e), que es un cálido subhúmedo (el más seco de los subhúmedos), con régimen de lluvias de verano y con oscilación térmica anual extremosa.

## DISCUSIÓN

Si se considera que la SBC se distribuye desde áreas tan norteñas como casi los 29° de latitud norte, hasta la frontera con Guatemala, la diversidad de las condiciones climáticas ambientales en las que se establece, se hace evidente. A nivel del clima, un factor fundamental es la estacionalidad, y aun cuando el área de distribución de la SBC abarca varios tipos climáticos, es la combinación de elementos como la temperatura y la humedad, lo que hace posible el establecimiento de estas comunidades.

Cuando las condiciones climáticas más "típicas" en las que se encuentra la SBC se alejan del promedio, el gradiente entre comunidades adaptadas a esas características dificulta, incluso, delimitar al tipo de vegetación como tal. Si las condiciones tienden a ser más secas, el cambio hacia comunidades aledañas, como el bosque espinoso o algún otro tipo de matorral, dificulta en gran medida su clara delimitación. En estos casos es necesario recurrir a métodos cuantitativos para definir claramen-

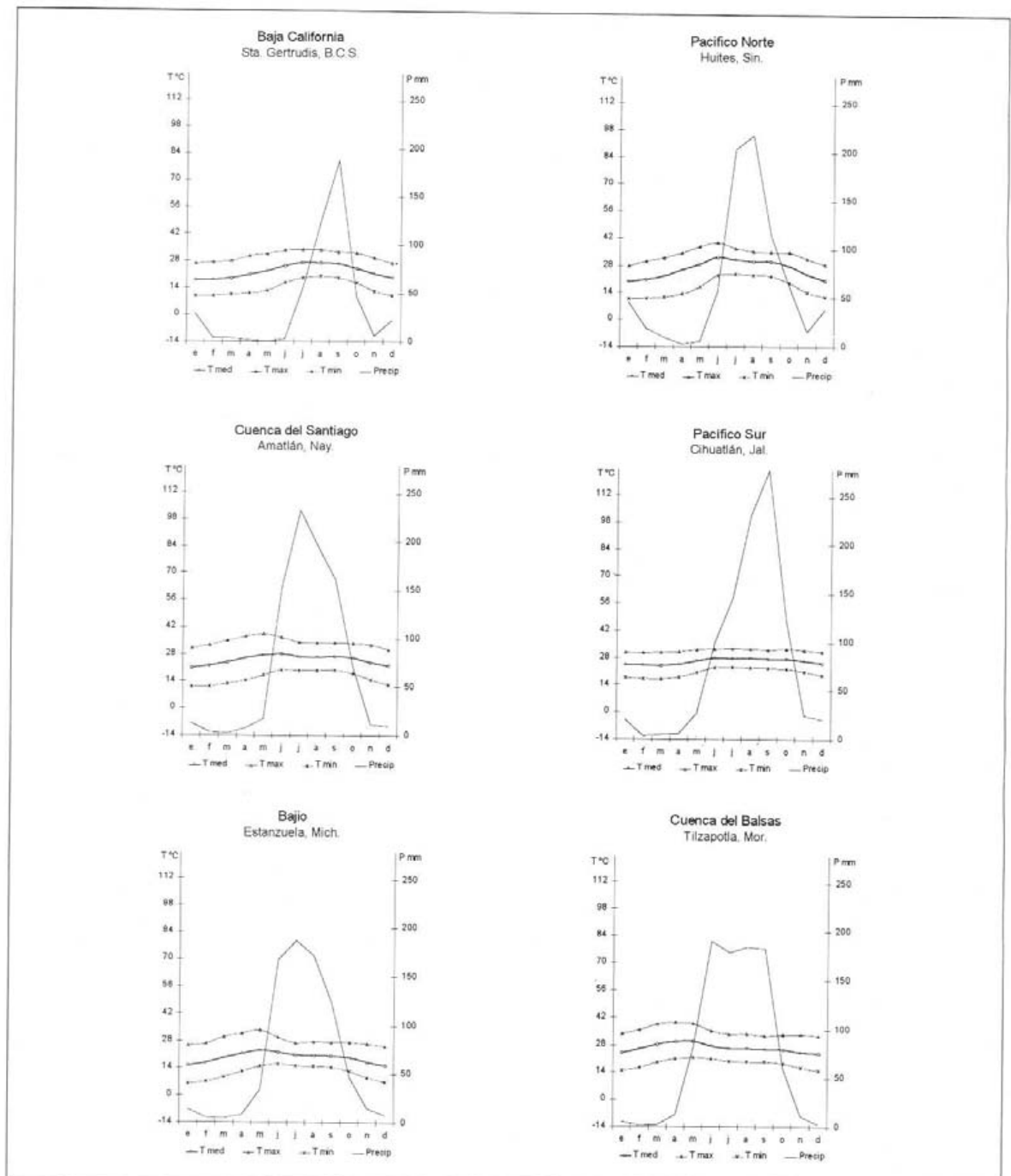


Figura 2. Diagramas ombrotérmicos representativos de las condiciones climáticas predominantes en las distintas áreas de distribución de la selva baja caducifolia en México.

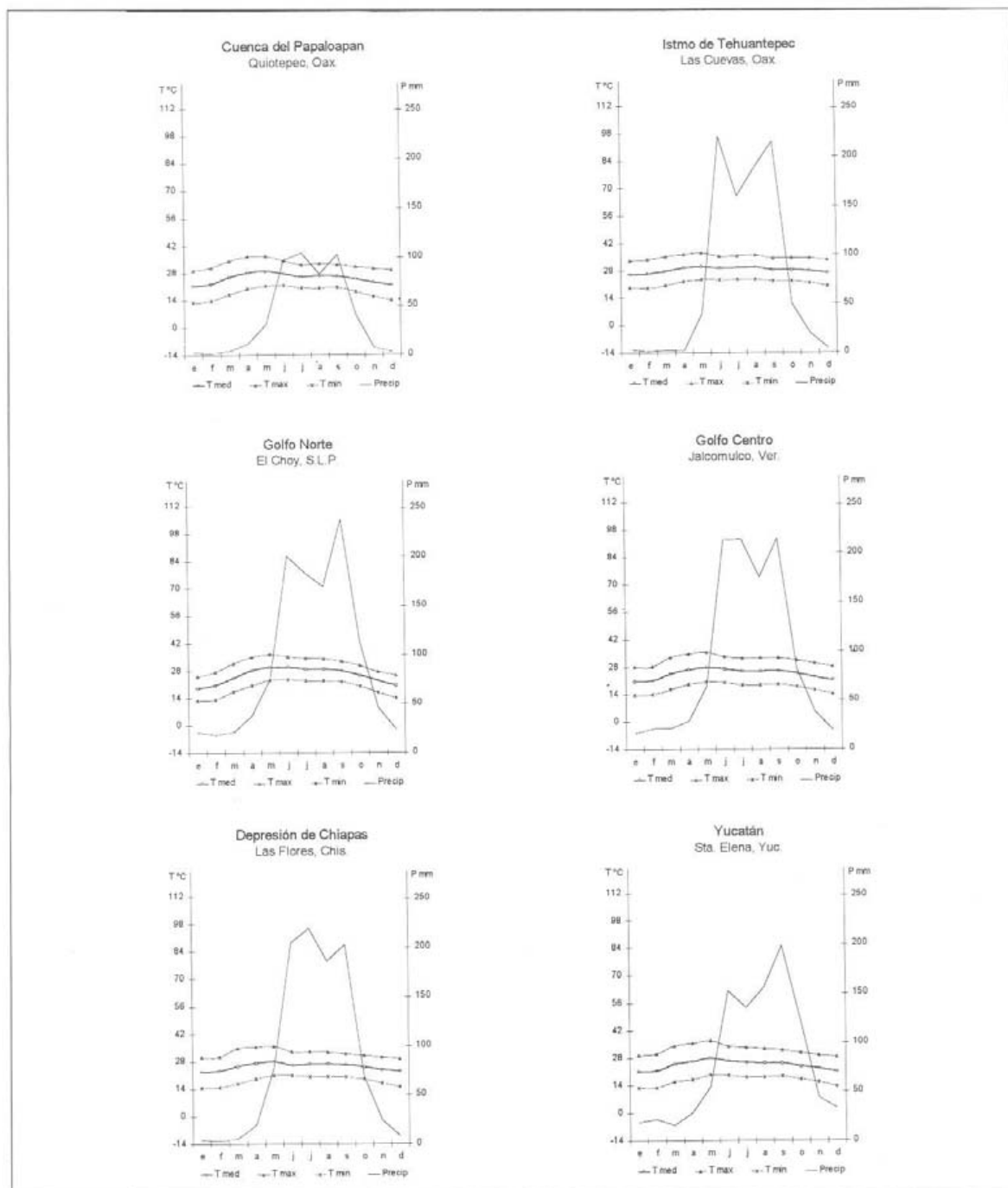


Figura 3. Diagramas ombrotérmicos representativos de las condiciones climáticas predominantes en las distintas áreas de distribución de la selva baja caducifolia en México.

te a la comunidad. Esto sucede comúnmente en áreas como en Baja California, o en Sonora en la gradación con el Desierto Sonorense, o en las zonas más secas de la Cuenca del Balsas y en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

En el primer caso, donde la lluvia anual va de los 300 a los 500 mm, la baja precipitación se refleja en la estructura de la vegetación (p. ej. menor estatura, mayor abundancia de arbustos), pero a pesar de la escasez de agua, el área es capaz de sostener una selva baja y la explicación a esto se puede encontrar al analizar con detenimiento otras características climáticas del área y no sólo la cantidad de lluvia. La eficiencia de la precipitación se incrementa por las temperaturas que predominan en la zona, que corresponden al ámbito de las semicálidas, lo cual abate las tasas de evapotranspiración.

Autores como Arriaga y León (1989), describen estas comunidades y confirman su clasificación como selva baja. En este caso se usan datos como el número de días con precipitación inapreciable (en promedio alrededor de los 36 días), que comparado con otras áreas en donde se distribuye la selva baja, es mayor. Esto implica que aun cuando la lluvia no pueda ser cuantificada, la humedad disponible en el ambiente contribuye al sostenimiento de este tipo de vegetación en esta región del país. Otro factor importante en esta zona, así como en la parte sur de Sonora (PN), es el ligero incremento en la cantidad de lluvia invernal (lluvia que precipita entre enero y marzo) debido a la influencia de sistemas invernales como los vientos del oeste y la Corriente de Chorro, que ocasionalmente acarrearán humedad (García y Trejo, 1994) y elevan la humedad relativa de la zona.

En el sur de Baja California y de Sonora, así como en el norte de Sinaloa y en la Cuenca del Balsas, descripciones como las de Shreve (1937), Gentry (1946), Miranda (1942, 1943b, 1947) y Solís (1994), remiten a comunidades de baja estatura con un incremento en el número de cactáceas, que le confieren un aspecto xérico y que representan el límite climático de la SBC hacia comunidades más áridas. En todas estas áreas los períodos de sequía son muy marcados y pueden extenderse hasta casi ocho meses, pero la combinación de variables climáticas, como se men-

cionó anteriormente, compensan la sequía y permiten la existencia de selva baja en estas zonas.

La Cuenca del Balsas presenta grandes restricciones en cuanto a la disposición de humedad debido a su posición geográfica, rodeada de altas montañas, esto es aplicable tanto a la humedad acarreada por los vientos alisios, ondas del este o ciclones del Golfo, como a la que proviene de sistemas de tiempo originados en el Pacífico, como los ciclones, cuya humedad es llevada hacia el continente por sistemas monzónicos (García y Trejo, 1994). Dicha humedad es retenida en su mayoría en las partes altas de las sierras. Las zonas más secas se localizan en la porción occidental de la cuenca, en las inmediaciones de la Presa de Infiernillo. Estas condiciones favorecen el establecimiento de comunidades xéricas que colindan con la selva baja que se establece en esas áreas y cuyos elementos en común, en ocasiones, suelen confundir al observador, que encontrará dificultades para distinguir a los distintos tipos de vegetación que ahí se establecen.

Otra zona en condiciones muy similares es la de Tehuacán-Cuicatlán, en donde se desarrolla una selva baja caducifolia muy peculiar (Jaramillo y González, 1983) que colinda con comunidades de afinidades áridas, pero que han encontrado las condiciones climáticas necesarias para establecerse en esos sitios y, además, diferenciarse estructural y florísticamente para ser definidos como SBC, y que en este caso se constituye como el límite seco de la distribución de estas comunidades estacionales.

En el otro extremo climático se encuentran áreas como el Golfo Norte, en el sur de Tamaulipas, donde la lluvia alcanza casi los 1 500 mm y las especies con afinidades más húmedas incrementan su abundancia (Puig, 1976). Aquí las comunidades subcaducifolias representan el otro límite climático de la SBC. La humedad que aportan los sistemas invernales que afectan al Golfo de México como los nortes (García, 1989) cobra importancia en esta vertiente, así como también en la península de Yucatán. Esta cantidad de lluvia disponible fuera de la estación húmeda, propicia el establecimiento de especies subcaducifolias, así como la mayor estatura de los elementos que conforman a esta selva baja.

Un índice que refleja las características de disponibilidad de humedad en un sitio es el cociente Precipitación/Temperatura (P/T). Para las áreas de distribución de SBC el promedio es de 36.0 lo cual, según García (1988), representa condiciones subhúmedas de menor humedad. Este cociente disminuye en zonas como Baja California, que se clasifica dentro de los áridos, y en el Pacífico Norte donde alcanza el rango de los semiáridos. En contraste, el Bajío y las regiones del Golfo son áreas subhúmedas con humedad intermedia. Los resultados obtenidos concuerdan con lo planteado por Holdridge (1967), quien menciona que las condiciones más secas deberían soportar a bosques espinosos y las más húmedas a bosques subhúmedos.

Otra condición a la que están expuestas estas comunidades vegetales es la gran variabilidad interanual de la lluvia (Wallen, 1955). La variación en la precipitación, año tras año, es muy alta; la mayoría de las áreas de distribución tienen apenas alrededor de 46% de probabilidad de que la lluvia de un año sea la promedio del lugar. Particularmente zonas como la costa de Oaxaca presentan un coeficiente de variación muy alto. En esta zona de la vertiente pacífica los patrones de la precipitación dependen, en buena medida, de la presencia de perturbaciones tropicales como los ciclones, cuya frecuencia e intensidad son muy variables (Bullock, 1986; García *et al.*, 1991; García y Trejo, 1998). Este tipo de eventos meteorológicos, así como las variaciones interanuales y la intensidad en las lluvias, tienen influencia en la estructura y composición de las comunidades, por ejemplo, por apertura de claros del dosel (Lugo *et al.*, 1983; Dittus, 1985), o bien cambios en la estructura y en la dinámica de las selvas (Basnet, 1993).

Adicionalmente a toda esta gama de características climáticas, se encuentran las distintas condiciones topográficas, geológicas, litológicas y edáficas en las que se asienta la SBC. Esto permite la presencia de comunidades distintas e intercaladas en un área, como las franjas de selva subcaducifolia en las zonas de mayor humedad, o los matorrales en las áreas más expuestas y secas. La orientación de la ladera, el grado de la pen-

diente, las diferencias en la insolación, las condiciones microclimáticas, el tipo de roca, sus características fisicoquímicas y la disponibilidad de nutrientes, constituyen una matriz muy heterogénea que conforma el marco ambiental en el que se desarrolla la selva baja caducifolia en el país.

Tal heterogeneidad de los recursos en tiempo y espacio juega un papel importante en la determinación de la estructura de las comunidades vegetales (Dunson y Travis, 1991). Esta gran variación influye directamente en los parámetros estructurales de la vegetación, como la densidad, la altura y la cobertura, así como en la proporción de distintas formas de vida (Medina, 1995; Trejo, 1998) y en la riqueza de esta selva.

Es claro que no sólo los factores climáticos determinan la presencia de las comunidades, es más bien la combinación de diversos factores físicos (como los mencionados anteriormente), además de los propios factores bióticos (competencia, interacciones con animales; Bullock *et al.*, 1995), la que repercute en la distribución, en los patrones de diversidad, y en la estructura y composición de las comunidades,

Por otra parte, otros elementos, como la historia en el establecimiento de estas comunidades, sus afinidades biogeográficas, así como la historia de disturbio de las áreas estudiadas, tienen un efecto definitivo en la composición, la estructura y en los patrones de diversidad.

Estudios detallados sobre la estructura y composición florística de esta selva aportarán más elementos que contribuyan a delimitar con mayor precisión este tipo de vegetación y a conocer el marco ambiental en el que se desarrolla. No obstante, es importante destacar que, como primer paso, es necesario conocer en detalle las condiciones del medio físico en las que actualmente se asientan estas comunidades vegetales.

### Agradecimientos

Se agradece a Eva Saavedra Silva el apoyo brindado en la revisión y corrección de la redacción de este trabajo.

## REFERENCIAS

- Arriaga, L. y J. L. León (1989), "The mexican tropical deciduous forest of Baja California Sur: a floristic and structural approach", *Vegetatio*, 84: 45-52.
- Basnet, K. (1993), "Recovery of tropical rain forest after hurricane damage", *Vegetatio*, 109: 1-4.
- Breceda-Solis, C. A.M. (1994), *La selva baja caducifolia y la vegetación de fondo de cañada en la Sierra de la Laguna, B.C.S., México*, Tesis de Maestría en Ciencias, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Bullock, S.H. (1986), "Climate of Chamela, Jalisco, and trends in the south coastal region of Mexico", *Archives for Meteorology, Geophysics, and Bioclimatology*, 36: 297-316.
- Bullock, S.H., H.A. Mooney and E. Medina (eds.; 1995), *Seasonally dry tropical forests*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Cain, S.A. (1950), "Life forms and phytoclimates", *Botanical Review*, 16:1-32.
- Calow, P. and C.R. Townsend (1981), "Energetics, ecology and evolution", in Townsend and Calow (eds.), *Physiological ecology. An evolutionary approach to resource use*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 3-19.
- Cox C.B., I.N. Healey and P.D. Moore (1978), *Biogeography an ecological and evolutionary approach*, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Dittus, W.P. J. (1985), "The influence of cyclones on the dry evergreen forest of Sri Lanka", *Biotropica*, 17:1-14.
- Dunson, W. A. y J. Travis (1991), "The role of abiotic factors in community organization", *American Naturalist*, 138:1067-1091.
- García, E. (1988), *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*, offset Larios, 4a. ed., México.
- García, E. (1989), *Apuntes de climatología*, offset Larios, 6a. ed., México.
- García, E. y E. Hernández (1983), "Las gráficas ombrotérmicas y los regímenes pluviométricos en la República Mexicana", *Memorias IX Congreso Nacional de Geografía*, Guadalajara, Jalisco, México, Tomo I:140-148.
- García, E. e I. Trejo (1990), "Climatología de satélites aplicada al estudio de la precipitación en México", *Memorias del XII Congreso Nacional de Geografía*, Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística e INEGI, Tepic, Nayarit, México, pp. 224-233.
- García, E. e I. Trejo (1994), "La presencia del monzón en el noroeste de México", *Investigaciones Geográficas*, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 28:33-64.
- García, E. e I. Trejo, (1998), "Áreas de influencia de los ciclones tropicales en México", *Memoria VIII Congreso de la Organización Mexicana de Meteorólogos*, Veracruz, México, pp. 123-126.
- García-Oliva, F., E. Ezcurra e I. Galicia (1991), "Pattern of rainfall distribution in the central pacific coast of Mexico", *Geografiska Annaler*, 73:179-186.
- Gentry, H.S. (1946), "Sierra Tacuichamona. A Sinaloa plant locale", *Bulletin of Torrey Club*, 73:356-362.
- Gentry, A. H. (1982b), "Patterns of neotropical plant species diversity", *Evolutionary Biology*, 15:1-54.
- Holdridge, L. (1967), *Life zone ecology*, Tropical Science Center, San José, Costa Rica.
- Jaramillo L.V. y F. González-Medrano (1983), "Análisis de la vegetación arbórea de la Provincia Florística de Tehuacán-Cuicatlán", *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 45:49-64.
- Leopold, A.S. (1950), "Vegetation zones of México", *Ecology*, 31:507-518.
- Lugo, A.E., M. Applefield, D.J. Pool y R.B. McDonald (1983), "The impact of hurricane David on the forest of Dominica", *Canadian Journal of Forest Research*, 13:201-211.
- Martínez-Yrizar, A., A. Burquez y M. Maass (en prensa), "Structure and functioning of tropical deciduous forests in western Mexico", in Robichaux, R. H.T. (ed.), *The tropical deciduous forest of southern Sonora Mexico: Ecology and conservation of a threatened ecosystem*, USA.
- Medina, E. (1995), "Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forests", in S. H. Bullock, H. A. Mooney y E. Medina (eds.), *Seasonally dry tropical forests*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 221-242.
- Miranda, F. y 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.
- Miranda, F. (1942), "Estudios sobre la vegetación de México. III. Notas sobre la vegetación del suroeste del estado de Puebla", *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Tomo XIII, 2:417-459.
- Miranda, F. (1943b), "Estudios sobre la vegetación de México. IV. Algunas características de la vegetación y de la flora de la zona de Acatlán", *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, 14:407-421.

- ▣ Miranda, F. (1947), "Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación del río Balsas", *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 8:95-114.
- ▣ Oliver, J. E. (1973), *Climate and man's environment. An introduction to applied climatology*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- ▣ Pennigton, T. D. y J. Sarukhán (1998), *Arboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*, UNAM, FCE, México.
- ▣ Pianka, E. R. (1982), *Evolutionary ecology*, Harper and Row, New York.
- ▣ Pielou, E.C. (1992), *Biogeography*, Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.
- ▣ Puig, H. (1976), *Végétation de la Huasteca, Mexique*. Mission Archéologique et Ethnologique Française au Mexique, México.
- ▣ Rzedowski, J. (1978), *Vegetación de México*, Ed. Limusa, México.
- ▣ Rzedowski, J. (1991b), "El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar", *Acta Botánica Mexicana*, 15: 47-64.
- ▣ Rzedowski, J. y T. Reyna (1990), "Divisiones florísticas. Tópicos fitogeográficos (provincias, matorral xerófilo y cactáceas)", Sección Naturaleza, Hoja IV. 8. 3, vol. II, mapa escala 1: 8 000 000, *Atlas Nacional de México*, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- ▣ Shreve, F. (1937), "Lowland vegetation of Sinaloa", *Bulletin of Torrey Club*, 64: 605-613.
- ▣ SPP (1981), *Atlas Nacional del Medio Físico*. Secretaría de Programación y Presupuesto, México.
- ▣ Trejo, I. (1996), "Características del medio físico de la selva baja caducifolia en México", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, Instituto de Geografía, núm. especial 4, UNAM, México, pp. 95-110.
- ▣ Trejo, R.I. (1998), *Distribución y diversidad de selvas bajas de México: relaciones con el clima y el suelo*, Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología), Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- ▣ Wallen, C.C. (1955), "Some characteristics of precipitation in México", *Geografiska Annaler*, XXXVII, Estocolmo, Suecia, pp. 51-85.