

Estructura, riqueza y diversidad de especies de árboles en un bosque tropical caducifolio de Morelos

Structure, richness and diversity of tree species in a tropical deciduous forest of *Morelos*

Miguel Ángel Sánchez Hernández¹, Aurelio M. Fierros González^{1*}, Alejandro Velázquez Martínez¹, Héctor Manuel De los Santos Posadas¹, Arnulfo Aldrete¹ y Enrique Cortés Díaz²

Abstract:

Because of its neighborhood to Mexico City, which is the nucleus with the largest population in the country, the state of *Morelos* has received considerable pressure on its forest resources; the tropical deciduous forest is one of the most impacted vegetation types. In order to know the state of conservation of this association, a study was conducted in which the structure, richness of species and diversity of tree species in the *Tepalcingo* municipality of said entity was described. All trees with a normal diameter ≥ 10 cm were counted in 34 sampling sites of 500 m² with a minimum separation between them of 200 m. These sites were located using a georeferenced map, which was confirmed in the field; each of them was identified with stakes and a cross ditch in the center, to facilitate its location and subsequent remeasurement. Results indicate the presence of 883 individuals, belonging to 50 species and 20 families, of which Fabaceae stands out. The Importance Value Index (IVI), highlights as main species *Lysiloma divaricatum* (61.1), *Amphipterygium adstringens* (28.5), *Conzattia multiflora* (27.1), *Mimosa benthami* (21.5), *Bursera copallifera* (18.03), the index values of diversity indicate trends similar to those described for the number of species.

Key words: Biodiversity, tropical deciduous forest, *Morelos* State, Importance Value Index, diversity indices, *Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J.F.Macbr.

Resumen:

Por su vecindad con la Ciudad de México, que es el núcleo con mayor población del país, el estado de Morelos ha recibido una considerable presión sobre sus recursos forestales; el bosque tropical caducifolio es uno de los tipos de vegetación más impactados. A fin de conocer el estado de conservación de esta asociación, se realizó un estudio en el que se describe la estructura, riqueza y diversidad de especies de árboles en el municipio Tepalcingo de dicha entidad. Se censaron todos los árboles con un diámetro normal ≥ 10 cm en 34 sitios de muestreo de 500 m² con una separación mínima entre ellos de 200 m, los cuales se ubicaron mediante un plano georreferenciado, que se cotejó en campo; cada uno de ellos fue identificado con estacas y una zanja en cruz en el centro, para facilitar su localización y remediación posterior. Los resultados indican la presencia de 883 individuos, pertenecientes a 50 especies y 20 familias, entre las cuales sobresale Fabaceae. Respecto al Índice de Valor de Importancia (IVI) destacan como taxa principales *Lysiloma divaricatum* (61.1), *Amphipterygium adstringens* (28.5), *Conzattia multiflora* (27.1), *Mimosa benthami* (21.5), *Bursera copallifera* (18.03); los valores de los índices de diversidad indican tendencias similares a las descritas para el número de especies.

Palabras clave: Biodiversidad, Bosque tropical caducifolio, estado de Morelos, Índice de Valor de Importancia, índices de diversidad, *Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J.F.Macbr.

Fecha de recepción/Reception date: 18 de octubre de 2017

Fecha de aceptación/Acceptance date: 22 de enero de 2018

¹Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. México.

²Centro Regional Universitario del Anáhuac, Universidad Autónoma Chapingo. México.

*Autor por correspondencia; correo-e: amfierros@hotmail.com

Introducción

Los bosques tropicales cubren solo 10 % de la superficie terrestre, pero tienen una gran importancia global ya que capturan y procesan cantidades significativas de carbono y albergan entre la mitad y dos tercios del total de las especies del planeta (Malhi y Grace, 2000). Esta vegetación se localiza en las regiones tropicales estacionalmente secas, es heterogénea y está influida por una compleja historia ambiental y biogeográfica (Pérez *et al.*, 2012).

Latinoamérica es la región con más riqueza de especies en el mundo con alrededor de 120 mil taxones de plantas con flores (Zarco *et al.*, 2010), pero la que presenta, a su vez, la mayor intensidad de destrucción y de 60 a 65 % de la deforestación total mundial (FAO, 2007).

México, Brasil, Colombia e Indonesia están en los primeros lugares de riqueza de especies en el planeta, que se reúne, principalmente, en sus bosques tropicales (Martínez y García, 2007); sin embargo, entre 1976 y 2000 la tasa de pérdida de esos ecosistemas fue de 0.76 % año⁻¹.

El estado de Morelos, por su cercanía con el núcleo de población más grande del país, la Ciudad de México, ha recibido una considerable presión sobre sus recursos forestales. Entre los tipos de vegetación más impactados están el bosque tropical caducifolio (BTC) y el bosque templado de coníferas y latifoliadas, ambos con una amplia extensión en el país (Sagarpa, 2001).

En la zona sur del estado se localiza el macizo de BTC más importante de la entidad, que incluye la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH), y en ella se presenta la mayor concentración de la biodiversidad de Morelos. El decreto de áreas naturales protegidas no garantiza su conservación, cuando se trata de zonas pobladas por comunidades rurales. Los pobladores de la reserva tienen una relación estrecha con la biodiversidad local, y en algunos casos dependen directamente del entorno para su supervivencia, para efectos de alimentación, materiales para construcción, plantas medicinales, combustibles, áreas de cultivo y

de pastoreo, entre otros. En la REBIOSH se usan más de 640 especies de plantas para dichos fines (Conanp, 2005).

Por lo anterior, este estudio tuvo como objetivo describir la estructura, composición y diversidad de especies arbóreas en el BTC de un ejido de Morelos, México. La información básica generada contribuirá a un mejor entendimiento de los patrones espaciales y de abundancia de la vegetación, para su manejo y conservación.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se llevó acabo en el ejido El Limón de Cuauchichinola, municipio Tepalcingo de Hidalgo, que se ubica en el sureste del estado de Morelos, México, en las coordenadas 18°32' N y 98°56' O, a una altitud de 1 220 m. Cuenta con 4 236 ha de extensión, de las cuales 1 970 ha son arboladas; forma parte de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (Figura 1).

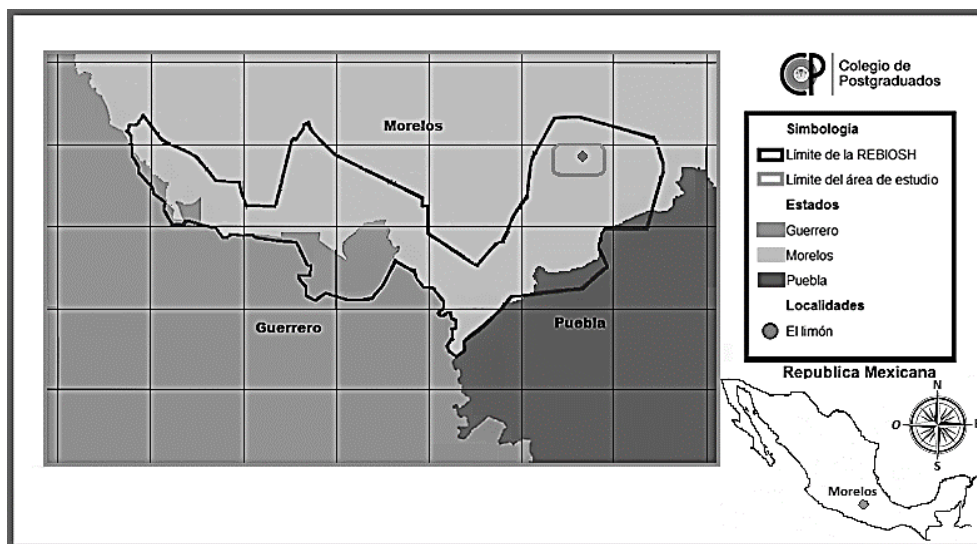


Figura 1. Ejido El Limón, Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos.

Al pertenecer a la cuenca del río Balsas, la REBIOSH constituye un rico reservorio de especies endémicas de México. Los tipos de suelo dominantes en las montañas de la reserva son Feozem háplicos, Regosol éutrico y Litosol (INEGi, 1990). La erosión es moderada, aunque tiende a ser severa en áreas con vegetación perturbada y agricultura de temporal o en pendientes pronunciadas > 15 % (Conanp, 2005).

La fórmula climática $Aw_0(w)(i)g$ describe un clima cálido subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, con un régimen de lluvias en verano, con una oscilación de las temperaturas medias mensuales entre 7 y 14 °C, y la temperatura más alta en mayo, entre 26 y 27 °C (García, 2004). La precipitación, de 900 mm anuales; las máximas durante julio y septiembre, con probables reducciones o aun ausencia total en agosto.

El principal tipo de vegetación es el BTC; sus características fisonómicas principales se relacionan con su marcada estacionalidad climática, lo que provoca que la mayor parte de las especies vegetales pierdan sus hojas por períodos de cinco a siete meses, durante la época seca del año. Los árboles, en general, alcanzan alturas de 4 a 10 m y eventualmente hasta 15 m (Dorado, 2001).

Muestreo y medición de variables

Con el propósito de incluir la mayor heterogeneidad del componente arbóreo, se establecieron 34 sitios circulares de 500 m², con una separación mínima entre ellos de 200 m, los cuales se ubicaron, inicialmente, en un plano georreferenciado que se cotejó en el terreno, a través de recorridos con un geoposicionador *Garmin eTrex* 10. Los sitios o parcelas fueron identificados con estacas y una zanja en forma de cruz en el centro, para facilitar su localización posterior.

Los árboles de ≥ 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP 1.30 m) presentes dentro de cada uno de los sitios fueron censados. En forma individual se les asignó un número y se les marcó con una etiqueta de aluminio, la cual se sujetó con un clavo, y se procuró no dañar a los árboles. Para cada ejemplar se registró su identidad taxonómica y se midió su diámetro con una cinta diamétrica *Forestry Suppliers*.

Estructura vertical y horizontal

La altura se obtuvo con un estadal extensible telescópico *GEO-SURV. FGTS-5* de cinco metros (individuos ≤ 8 m) y clinómetro *Suunto PM5/360PC* (árboles > 8 m). También, se midió el diámetro máximo (al norte y sur) de proyección de copa en cada árbol (Zarco *et al.*, 2010). La estructura horizontal del bosque se describió a partir de la distribución del número de árboles por clase diamétrica; para la estructura vertical por sitio, se elaboraron histogramas de frecuencia por categoría de altura (Zarco *et al.*, 2010).

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Índice de Valor de Importancia (IVI) permite determinar la dominancia de las especies y el grado de heterogeneidad del ecosistema. Además, provee una estimación global de la importancia de un taxon en una comunidad determinada.

El IVI consiste en la suma de los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia; fue desarrollado por Curtis y McIntosh (1951). Es un índice sintético estructural, orientado, principalmente, a jerarquizar la dominancia por especie en rodales mezclados y se calcula como se indica:

$$IVI = \text{dominancia relativa} + \text{densidad relativa} + \text{frecuencia relativa}$$

La dominancia (estimador del área basal) relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{dominancia relativa} = \frac{\text{dominancia absoluta por especie}}{\text{dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{dominancia absoluta} = \frac{\text{área basal de una especie}}{\text{área muestreada}}$$

El área basal (AB) de los árboles se estimó mediante la fórmula:

$$AB = \frac{\pi}{4} DAP^2$$

La densidad relativa se determinó así:

$$\text{densidad relativa} = \frac{\text{densidad absoluta de cada especie}}{\text{densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{densidad absoluta} = \frac{\text{número de individuos de una especie}}{\text{área muestreada}}$$

La frecuencia relativa resultó de:

$$\text{frecuencia relativa} = \frac{\text{frecuencia absoluta por especie}}{\text{frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:

$$\text{frecuencia absoluta} = \frac{\text{número de sitios en los que se presenta cada especie}}{\text{número total de sitios muestreados}}$$

Diversidad

La riqueza de especies (D_α) se deriva del Índice de Margalef (1977) utilizado para estimar la biodiversidad de una comunidad.

$$D_\alpha = \frac{S - 1}{\log N}$$

Donde:

S = Número de especies

N = Número total de individuos

A mayor valor de D_α aumenta la riqueza de especies. Valores inferiores a 2 son considerados como zonas de baja biodiversidad y superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad.

Con el propósito de conocer qué tan homogéneas o heterogéneas eran las parcelas, se calcularon los índices de diversidad que se describen a continuación (Magurran, 2004).

Shannon-Wiener (H'). Mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de las parcelas. Este índice asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Los valores que produce son cercanos a cero, cuando hay una sola especie, y al logaritmo natural de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i)$$

Donde:

S = Número de especies

P_i = Proporción de individuos de la especie i

A mayor valor de H' , la diversidad de especies aumenta.

Simpson (S). Mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en las parcelas sean de la misma especie.

$$S = \frac{1}{\sum \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}}$$

Donde:

n_i = Número de individuos en la i ésima especie

N = Número total de individuos

A mayor valor de S , menor la dominancia de especie(s).

Diversidad de *Fisher*. El índice de *Fisher* (Fisher *et al.*, 1943) intenta mitigar el problema de la infravaloración o sobrevaloración de los índices antes descritos, por lo que una especie es el resultado intermedio de los dos anteriores; calcula el Promedio Geométrico:

$$S = \alpha(\log e) \left(1 + \frac{N}{\alpha} \right)$$

Donde:

S = Número de especies registradas en la muestra

N = Número total de individuos en la muestra = índice de diversidad

Este índice puede emplearse para comparar el presente trabajo con otros, ya que solo considera el número de especies (S) y el total de individuos (N) en las muestras estudiadas (Berry, 2002); además, no depende del tamaño del área muestreada, como los índices de *Shannon-Wiener* y *Simpson*.

Resultados

Estructura

Se registraron 883 individuos en los 34 sitios (1.7 ha). Ningún taxon estuvo presente en todos ellos, y las de mayor frecuencia fueron *Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J.F.Macbr., con 79.4 % de los sitios; *Conzattia multiflora* (B. L. Rob.) Standl. (70.6 %); *Bursera copallifera* (Sessé & Moc. ex DC. Bullock) (47.1 %); *Amphipterygium adstringens* (Schltdl.) Schiede ex Standl. y *Malpighia mexicana* A. Juss. (44.1 %) que representaron 10 %. Un total de 35 especies (70 %) aparecieron en cinco o menos sitios y 10 especies (20 %) se registraron solamente en uno. La densidad fue de 520 individuos ha^{-1} , con 26 por sitio en promedio, con una desviación estándar (DE) de ± 9 , y un intervalo de 13 a 48 (Cuadro 1)

Cuadro 1. Valores de los atributos estructurales y de diversidad en los 34 sitios de 500 m² del Bosque Tropical Caducifolio en el ejido El Limón, Morelos.

Sitio	Densidad (individuos)	Área basal (m ²)	DAP (cm)	Altura (m)	S	Shannon-Wiener (H)	Simpson D	Fisher α
1	22	0.041	21.5	10.0	10	1.9	5.4	7.1
2	21	0.045	21.1	8.4	7	1.5	3.8	3.7
3	23	0.042	19.7	9.5	9	1.7	4.1	5.4
4	28	0.019	14.8	8.3	11	2.0	6.1	6.7
5	16	0.027	16.9	7.1	6	1.5	4.6	3.5
6	33	0.025	17.3	6.2	7	1.4	3.0	2.7
7	26	0.023	15.8	4.1	6	1.2	2.5	2.4
8	14	0.023	15.5	6.1	9	2.0	10.1	10.9
9	32	0.031	17.9	6.5	12	2.2	8.9	7.0
10	23	0.014	12.9	4.5	2	0.2	1.1	0.5
11	17	0.041	21.4	7.2	4	1.3	3.9	1.6
12	31	0.034	19.6	10.0	10	1.8	4.1	5.1
13	37	0.028	17.8	9.7	11	1.8	4.0	5.3
14	19	0.052	21.7	9.8	8	1.7	4.3	5.2
15	32	0.029	18.5	10.0	11	1.8	3.9	5.9
16	20	0.021	15.9	8.0	7	1.7	6.1	3.8
17	30	0.030	18.6	10.9	9	1.7	4.9	4.4
18	29	0.035	19.2	8.6	11	1.9	5.6	6.5
19	13	0.064	26.6	10.4	4	1.2	3.5	2.0
20	15	0.044	21.8	9.9	4	1.2	3.5	1.8
21	33	0.030	18.4	9.2	14	2.2	7.4	9.2
22	13	0.039	20.9	10.3	8	2.0	11.1	8.9
23	26	0.029	18.1	9.6	7	1.6	4.5	3.1
24	19	0.032	18.9	6.8	7	1.7	5.3	4.0
25	33	0.023	16.5	8.1	8	1.5	3.6	3.4
26	29	0.027	17.8	6.7	6	0.9	1.7	2.3
27	16	0.046	21.0	7.2	8	1.8	6.0	6.4
28	20	0.033	18.9	6.1	3	0.9	2.6	1.0
29	23	0.027	17.9	10.9	5	1.2	3.0	2.0
30	48	0.023	16.4	7.4	13	2.0	5.3	5.9
31	36	0.028	17.6	10.8	8	1.4	2.8	3.2
32	35	0.030	18.3	10.2	11	2.0	6.0	5.5
33	39	0.019	14.9	11.2	7	1.1	2.1	2.5
34	32	0.022	15.9	7.4	8	1.7	5.5	3.4
Total	883	1.075	-	-	50	2.9	9.02	11.5
Promedio	26	0.032	18.4	8.4	8.0	1.6	4.7	4.5
DE	9	0.011	2.6	1.9	2.9	0.4	2.2	2.4
CV (%)	32.73	32.89	14.3	22.6	35.7	26.5	46.7	54.3

CV = Coeficiente de variación; DN = Diámetro Normal; DE = Desviación Estándar;
S = número de especies

Composición florística

En los 34 sitios censados se registraron 50 especies pertenecientes a 36 géneros y 20 familias. Fabaceae es la que tuvo los valores más altos por número de especies (15) y de individuos (517); Burseraceae ocupó el segundo lugar con siete especies y 88 individuos, Fabaceae junto con Burseraceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae y Malpighiaceae representaron 60 % de la riqueza total y 78.5 % del número de individuos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Las cinco familias con los valores más altos en número de especies e individuos.

Familias	Especies	Individuos
Fabaceae	15	517
Burseraceae	7	88
Convolvulaceae	3	40
Euphorbiaceae	3	19
Malpighiaceae	2	29
Subtotal*	30 (60 %)	693 (78.5 %)
Otras (15)	20 (40 %)	190 (21.5 %)

*El subtotal representa la contribución de las cinco familias, así como su porcentaje con respecto al total.

Estratificación vertical

La altura promedio en el total de los sitios muestreados fue de 8.4 ± 1.9 m, con un intervalo de 4.1 a 11.2 m (Cuadro 1); las especies con mayor altura fueron *Conzattia multiflora* y *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth. (16 m), se diferenciaron dos estratos: el inferior estuvo constituido por categorías de 2 a 9 m (64.9 % de los individuos), y el superior comprendió categorías de 10 a 15 m (34.9 %); mientras que solo 0.2 % rebasaron 15 m (Figura 2).

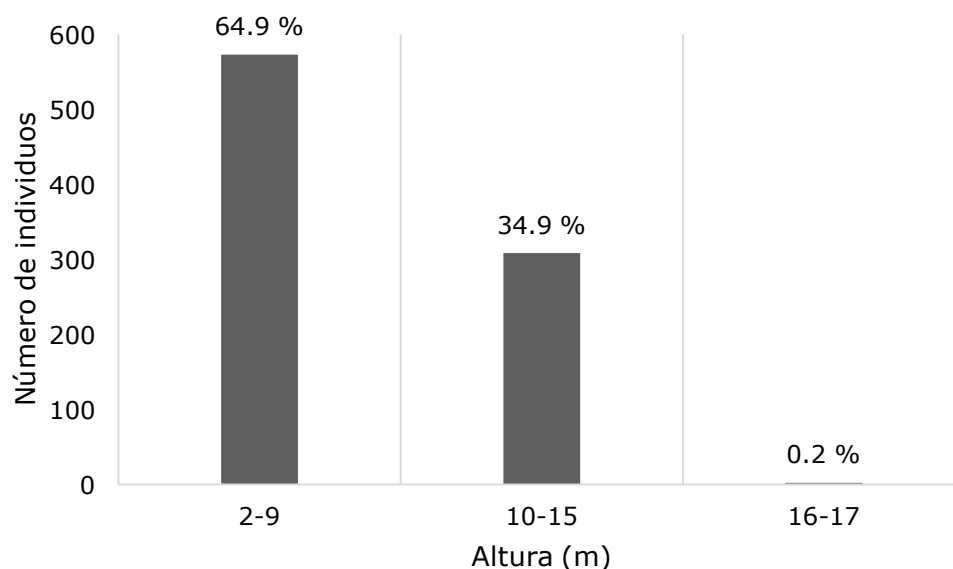


Figura 2. Estratificación vertical del componente arbóreo en el ejido El Limón, Morelos.

El promedio del DAP fue de 18.4 ± 2.6 cm, en un intervalo de 10 a 74.3 cm (Cuadro 1). Las especies con los valores promedio más sobresalientes fueron *Ficus cotinifolia* Kunth (47.4 cm), *Euphorbia fulva* Stapf (37.2 cm) y *Bursera schlechtendalii* Engl. (29.3 cm). De 883 individuos, 93.6 % pertenecen a las dos categorías diamétricas menores (Figura 3).

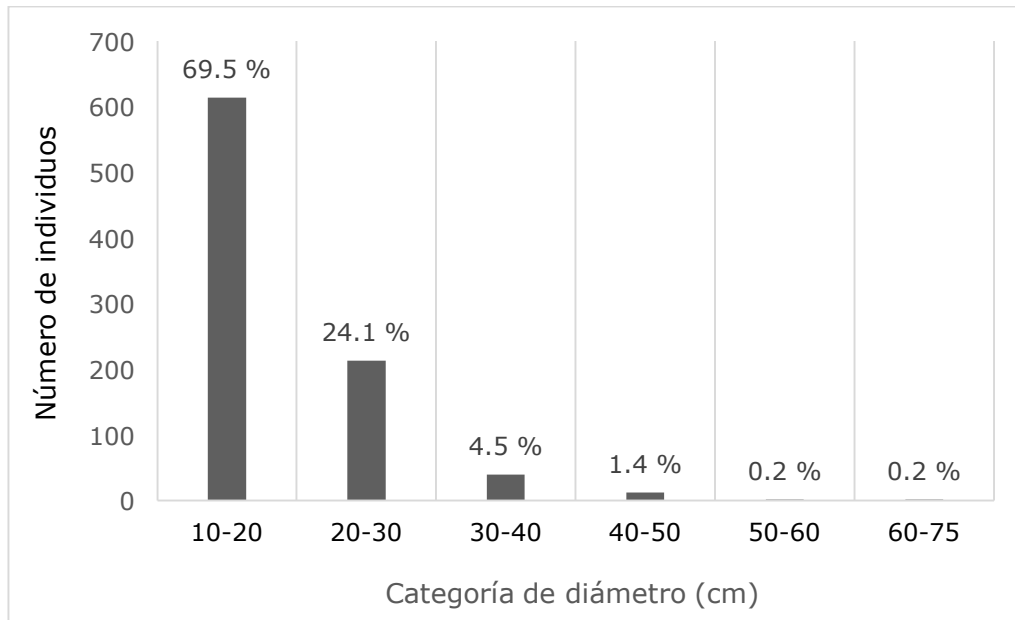


Figura 3. Distribución diamétrica del componente arbóreo en el ejido El Limón, Morelos.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Las cinco especies con alto IVI presentes en los 34 sitios fueron *Lysiloma divaricatum*, *Amphipterygium adstringens*, *Conzattia multiflora*, *Mimosa benthami* J.F.Macbr. y *Bursera copallifera* (Cuadro 3).



Cuadro 3. Especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) en los 34 sitios del ejido El Limón, Morelos.

Especies	Dominancia		Densidad		Frecuencia		IVI
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
1- <i>Lysiloma divaricatum</i> Jacq.) J.F.Macbr.	6.71	23.44	245	27.74	27	9.96	61.16
2- <i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Schiede ex Standl.	4.15	14.49	75	8.49	15	5.53	28.52
3- <i>Conzattia multiflora</i> (B. L. Rob.) Standl.	2.93	10.21	71	8.04	24	8.85	27.11
4- <i>Mimosa benthami</i> J. F. Macbr.	2.02	7.06	89	10.07	12	4.42	21.57
5- <i>Bursera copallifera</i> (Sessé & Moc. ex DC. Bullock)	1.56	5.44	59	6.68	16	5.90	18.03
Subtotal	17.37	60.64	539	61.02	94	34.66	156.39
45 especies restantes	11.27	39.36	344	38.98	177	65.34	143.61
Total	28.64	100	883	100	271	100	300

ABS = Absoluta; REL = Relativa.

Diversidad

La riqueza promedio en las parcelas muestreadas fue de 8 ± 2.9 , con un intervalo de 2-14 especies (Cuadro 1). El índice de *Margalef* reveló una riqueza de especies de 7.2.

El valor total para el índice de *Shannon-Wiener* fue de 2.9, el promedio de 1.6 ± 0.4 , con valores de 0.2 a 2.2 y un coeficiente de variación de 26.5 %. El valor del índice de *Simpson* (9.02) y el promedio 4.7 ± 2.2 , con un coeficiente de variación de 47 %. El valor para el índice de *Fisher* fue de 11.5 y el promedio de 4.5 ± 2.4 , con una variabilidad de 54.3 % (Cuadro 1).

Discusión

Estructura

La densidad promedio para el ejido El Limón es de 26 individuos, lo que coincide con experiencias previamente documentadas para este tipo de vegetación en México (Trejo, 2005).

La comparación de la densidad con otros estudios es limitada, ya que en ellos se consideraron categorías diamétricas diferentes, que dependen de los objetivos. En este trabajo en particular se tomó a los individuos con $DAP \geq 10$ cm.

Composición florística

Se determinó que Fabaceae reúne al mayor número de especies e individuos (Cuadro 2), lo que concuerda con descripciones de los bosques secos de México, Centro y Sudamérica (Gillespie *et al.*, 2000; Phillips y Miller, 2002; Trejo y Dirzo, 2002; Gallardo *et al.*, 2005; Ruiz *et al.*, 2005; Lott y Atkinson, 2006; Pineda *et al.*, 2007; Pérez *et al.*, 2010; Almazán-Núñez *et al.*, 2012; Martínez *et al.*, 2013). La revisión de Rzedowski y Calderón (2013) sobre el BTC confirma el predominio de dicha familia.

Asimismo, Burseraceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae y Malpighiaceae ocupan posiciones importantes por el número de taxa e individuos, como lo consignan Phillips y Miller (2002); Gallardo *et al.* (2005), Sousa (2010) y Almazán-Núñez *et al.* (2012).

No sorprende que la familia Burseraceae presente altos valores en número de especies e individuos (Cuadro 2), ya que la cuenca del Balsas ha sido reconocida como centro de endemismo y diversificación de este taxón (De-Nova *et al.*, 2012). Se postula que su gran diversidad se debe, en parte, a procesos geográficos como el levantamiento de la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico Transmexicano, eventos que sucedieron durante los periodos Terciario y

Cuaternario (Rzedowski *et al.*, 2005) y que permitieron su radiación, principalmente, a lo largo de la vertiente del Pacífico y la cuenca del Balsas.

Estratificación vertical

La altura promedio del arbolado en el ejido fue de 8.44 m, que, al compararla con la de otros estudios resulta superior a la obtenida por Méndez *et al.* (2014) de 4.6 m, y de 4.1 m de Gallardo *et al.* (2005) en Cerro Verde, Oaxaca, pero más cercana a los 6 y 8 m registrados en distintas localidades de México e islas del Caribe (Murphy y Lugo, 1986; Martínez *et al.*, 1996; Salas, 2002; Segura *et al.*, 2002; Gallardo *et al.*, 2005; McLaren *et al.*, 2005; Durán *et al.*, 2006; Álvarez- Yépiz *et al.*, 2008).

Como ya se mencionó las alturas tienen una relación directa con las clases de diámetros que se consideraron; Gallardo *et al.* (2005) incluyeron ejemplares con diámetros ≥ 5 cm y Méndez *et al.* (2014) ≥ 1 cm.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Los resultados son congruentes con los de Hernández *et al.* (2011) en tres ejidos de la Sierra de Huautla, Morelos, en los que *Lysiloma divaricatum* y *Mimosa benthami* registraron un IVI alto, que las ubica dentro de las primeras 10 especies en este rubro. Sin embargo, es importante puntualizar que ellos levantaron censos de especies sin considerar el diámetro.

Diversidad

En el muestreo total de 1.7 ha se cuantificaron 50 especies a partir de DAP ≥ 10 cm. La riqueza de especies es similar a lo consignado por Hernández *et al.* (2011), quien cita 54 taxa. También, Méndez *et al.* (2014) contabilizaron 53 y 47 especies, al incluir a todos los individuos ≥ 1 y ≥ 2.5 cm de DAP, respectivamente; asimismo, se han registrado resultados cercanos en varias localidades de México (Trejo y

Dirzo, 2002; Pineda *et al.*, 2007; Martínez *et al.*, 2013). La riqueza es lejana de los valores más altos (> 100 especies) documentados para el BTC del Neotrópico (Gentry, 1995) y a nivel mundial (Phillips y Miller, 2002). De hecho, la cifra de este atributo de diversidad se parece más a las calculadas por Pineda *et al.* (2007), Martínez *et al.* (2013) y Trejo (2005). Al compararlos con otros sitios localizados en América, los valores de los índices de diversidad (Cuadro 1) siguen tendencias similares a las descritas.

Conclusiones

Los resultados permiten confirmar que la estructura, riqueza y diversidad de especies forestales del bosque tropical caducifolio en el ejido El Limón de Cuauchichinola son comparables con lo descrito para este tipo de vegetación en otras localidades de México.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), por el apoyo brindado para la realización de la presente investigación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Contribución por autor

Miguel Ángel Sánchez Hernández: toma de datos de campo, análisis de datos, redacción y revisión del documento; Aurelio M. Fierros González: diseño y supervisión del proyecto, apoyo de material de campo, revisión del manuscrito; Alejandro Velázquez Martínez: supervisión del proyecto, revisión del manuscrito;

Héctor Manuel De los Santos Posadas: apoyo en análisis de datos y revisión del manuscrito; Arnulfo Aldrete: revisión del manuscrito; Enrique Cortés Díaz: apoyo en campo y revisión del manuscrito.

Referencias

Almazán-Núñez, R. C., M. del C. Arizmendi, L. E. Eguiarte and P. Corcuera. 2012. Changes in composition, diversity and structure of woody plants in successional stages of tropical dry forest in southwest Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83(4):1096-1109.

Álvarez-Yépiz, J. C., A. Martínez-Yrizar, A. Bórquez and C. Lindquist. 2008. Variation in vegetation structure and soil properties related to land use history of old-growth and secondary tropical dry forests in northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management* 256(3):355-366.

Berry, P. E. 2002. Diversidad y endemismo en los bosques neotropicales de bajura. *In: Guariguata, M. R. and G. H. Kattan (eds.). Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ). Cartago, Costa Rica. pp. 83-96.*

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2005 Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, México. SEPRIM ed. México, D.F., México. 204 p.

Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32(3):476-496.

De-Nova, J. A., R. Medina, J. C. Montero, A. Weeks, J. A. Rosell, M. E. Olson, L. E. Eguiarte and S. Magallón. 2012. Insights into the historical construction of species-rich Mesoamerican seasonally dry tropical forests: the diversification of *Bursera* (Burseraceae, Sapindales). *New Phytologist* 193(1):276-287.

Dorado R., O. R. 2001. Sierra de Huautla-Cerro Frío, Morelos: Proyecto de Reserva de la Biosfera. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación. Informe final. SNIB-Conabio. Proyecto No. Q025. México D. F., México. 189 p.

Durán, E., J. A. Meave, E. J. Lott and G. Segura. 2006. Structure and tree diversity patterns at the landscape level in a Mexican tropical deciduous forest. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 79:43-60.

Fisher, R. A., A. S. Cobet and C. B. Williams. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology* 12(1):42-58.

Gallardo C., J. A., J. A. Meave y E. A. Pérez G. 2005. Estructura, composición y diversidad de la selva baja caducifolia del Cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 76:19-35.

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, adaptado para las condiciones de la República Mexicana. 5ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 98 p.

Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. *In*: Gentry, A. H., H. A. Mooney and E. Medina (eds.). *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press. New York, NY, USA. pp. 146-194.

Gillespie, T., A. Grijalva and C. Farris. 2000. Diversity, composition, and structure of tropical dry forests in Central America. *Plant Ecology* 147(1):37-47.

Hernández S., D. A., E. Cortés D., J. L. Zaragoza R., P. A. Martínez H., G. T. González B., B. Rodríguez C. y D. A. Hernández S. 2011. Hábitat del venado cola blanca, en la Sierra de Huautla, Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana* 27(1):47-66.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1990. Anuario Estadístico del Estado de Morelos. <http://www.inegi.org.mx/lib/buscador/bibliotecas/busqueda.aspx?textoBus=industria&busxMetodo=1&CveBiblioteca=JEBIB&totDes=1&tipoRedIntExt=1&av=1> (8 de febrero de 2018).
- Lott, E. J. and T. H. Atkinson. 2006. Mexican and Central American seasonally dry tropical forests: Chamela-Cuixmala, Jalisco, as a focal point for comparison. *In*: Pennington, R. T., G. P. Lewis and J. A. Ratters (eds.). *Plant diversity, biogeography, and conservation*. Taylor and Francis. Boca Raton, FL, USA. pp. 315-342.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell, Oxford, UK. 256 p.
- Malhi, Y. and J. Grace. 2000. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Trends in Ecology and Evolution* 15(8):332-337.
- Margalef, R. 1977. *Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona, España. 951 p.
- Martínez C., J. M., M. Méndez T., J. Cortés F., P. Coba y G. Ibarra M. 2013. Estructura y diversidad de los bosques estacionales desaparecidos por la construcción de la presa Gral. Francisco J. Múgica, en la Depresión del Balsas, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84(4):1216-1234.
- Martínez R., M. y X. García O. 2007. Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 80: 69-84.
- Martínez Y., A., J. M. Maass, L. A. Pérez J. and J. Sarukhán. 1996. Net primary productivity of a tropical deciduous forest ecosystem in western Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12(1):169-175.
- McLaren, K. P., M. A. McDonald, J. B. Hall and J. R. Healey. 2005. Predicting species response to disturbance from size class distributions of adults and saplings in a Jamaican tropical dry forest. *Plant Ecology* 181(1):69-84.

- Méndez T., M., J. Martínez C., J. Cortés F., F. J. Rendón S. y G. Ibarra M. 2014. Composición, estructura y diversidad de la comunidad arbórea del bosque tropical caducifolio en Tziritzícuaró, Depresión del Balsas, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(4):1117-1128
- Murphy, P. G. and A. E. Lugo. 1986. Structure and biomass of a subtropical dry forest in Puerto Rico. *Biotropica* 18(2):89-96.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2007. Situación de los bosques del mundo. Comité de Montes. Roma, Italia. 143 p.
- Pérez G., E. A., J. A. Meave and S. R. S. Cevallos F. 2012. Flora and vegetation of the seasonally dry tropics in Mexico: origin and biogeographical implications. *Acta Botánica Mexicana* 100:149-193.
- Pérez G., E. A., J. A. Meave, J. L. Villaseñor, J. A. Gallardo C. and E. E. Lebrija T. 2010. Vegetation heterogeneity and life-strategy diversity in the flora of the heterogeneous landscape of Nizanda, Oaxaca, Mexico. *Folia Geobotánica* 45(2):143-161.
- Phillips, O. and J. S. Miller. 2002. Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest transect data set. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 89:1-319.
- Pineda G., F., L. Arredondo A. y G. Ibarra M. 2007. Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78(1):129-139.
- Ruiz, J., M. C. Fandino and R. L. Chazdon. 2005. Vegetation structure, composition, and species richness across a 56-year chronosequence of dry tropical forest on Providencia Island, Colombia. *Biotropica* 37(4):520-530.

- Rzedowski, J. y G. Calderón de R. 2013. Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México. *Acta Botánica Mexicana* 102:1-23.
- Rzedowski, J., R. Medina L. y G. Calderón de R. 2005. Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Botánica Mexicana* 70:85-111.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). 2001. Diagnostico Forestal del Estado de Morelos. Publicación Especial No. 7. 2ª Edición. Zacatepec, Mor., México. 181 p.
- Salas M., S. H. 2002. Relaciones entre la heterogeneidad ambiental y la variabilidad estructural de las selvas tropicales secas de la costa de Oaxaca, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., México. 101 p.
- Segura, G., P. Balvanera, E. Durán and A. Pérez. 2002. Tree community structure and stem mortality along a water availability gradient in a Mexican tropical dry forest. *Plant Ecology* 169(2):259-271.
- Sousa, M. 2010. Centros de endemismo: las leguminosas. *In*: Ceballos, G., L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo (eds.). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. México, D. F., México. pp. 77-91.
- Trejo, I. 2005. Análisis de la diversidad de la selva baja caducifolia en México. *In*: Halffter, G., J. Soberon, P. Koleff y A. Melic (eds.). *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Monografías Tercer milenio. Sociedad Entomológica Aragonesa, Conabio, Grupo Diversitas, Conacyt. Zaragoza, España. pp. 111-122.

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

Zarco E., V. M., J. I. Valdez H., G. Ángeles P. y O. Castillo A. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia* 26(1):1-17.



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales**—sin excepción—se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 [Atribución-No Comercial \(CC BY-NC 4.0 Internacional\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.