

Diversidad, composición y estructura de especies leñosas de la selva baja caducifolia en Lerma, Campeche

Diversity, composition, and structure of wood species of tropical dry forest in Lerma, Campeche

Pedro Zamora-Crescencio^{1,2} , José Luis Aragón-Gastélum^{3*} , Jorge Albino Vargas-Contreras³ ,
Roberto Carlos Barrientos-Medina⁴ , Francisco Javier Aguirre-Crespo³ ,
Celso Gutiérrez-Báez^{1,2} , Alexis Herminio Plasencia-Vázquez² 

¹Herbario UCAM, Universidad Autónoma de Campeche, Avenida Agustín Melgar S/N entre Calle 20 y Juan de la Barrera, Colonia Buenavista. CP. 24039. San Francisco de Campeche, Campeche, México.

²Centro de Investigaciones Históricas y Sociales, Universidad Autónoma de Campeche, Av. Agustín Melgar S/N entre Calle 20 y Juan de la Barrera, Col. Buenavista, CP. 24039. San Francisco de Campeche, Campeche, México.

³Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche, Avenida Ing. Humberto Lanz Cárdenas y Fraccionamiento Ecológico Ambiental Siglo XXIII S/N, Colonia Ex Hacienda Kalá, San Francisco de Campeche, CP. 24085. Campeche, México.

⁴Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Km. 15.5 Carretera Mérida-Xmatkuil. CP. 97316. Mérida, Yucatán, México.

*Autor de correspondencia: jlaragon@uacam.mx

Artículo científico

Recibido: 09 de junio 2023

Aceptado: 23 de abril 2024

RESUMEN. El objetivo de este estudio fue describir la diversidad, composición y estructura de la vegetación leñosa en una sección de la selva baja caducifolia (SBC) en Lerma, Campeche. Entre agosto y septiembre 2018, se delimitaron 10 parcelas de 10 × 10 m² (1 000 m² en total) midiendo todos los individuos de 1 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho, 1.30 m). Se describió la estructura del sitio basado en los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia (IVI), así como la distribución de clases diamétricas. La diversidad se estimó con el índice de Shannon-Wiener (H'), mientras que la equidad fue medida por el índice de Pielou. Se registraron 40 especies leñosas, pertenecientes a 35 géneros y 19 familias. El índice H' tuvo un valor de 2.92, y el índice de Pielou fue de 0.79, la densidad fue de 8 950 ind ha⁻¹. *Gynopodium floribundum* (204 individuos) y *Lonchocarpus xuul* (129 individuos) fueron las especies más abundantes. *Bursera simaruba* y *Lysiloma latisiliquum* mostraron valores diamétricos más altos (36 y 28.6 cm de DAP, respectivamente). Las familias Rubiaceae (ocho especies) y Fabaceae (cinco especies), fueron las más representativas. Las especies con mayor IVI fueron *Gynopodium floribundum* (48.24%), *Lonchocarpus xuul* (29.12%), *Bursera simaruba* (26.11%) y *Lysiloma latisiliquum* (24.98%), siendo estas especies las más importantes en la estructura de la SBC en el sitio. La distribución de las clases diamétricas sugiere que la sección de la SBC en Lerma Campeche se encuentra en un adecuado estado de regeneración.

Palabras clave: Composición florística, índice de valor de importancia, riqueza florística, vegetación.

ABSTRACT. The objective of this study was to describe the diversity, composition, and structure of the woody vegetation in a section of LDF in Lerma, Campeche. Between August and September 2018, 10 plots of 10 × 10 m² (1 000 m² in total) were delimited, measuring all woody individuals with diameter at breast height (DBH = 1.30 cm). The structure of the site was described based on the relative values of density, frequency, and dominance (IVI), as well as the distribution of diameter classes. Diversity was estimated with the Shannon-Wiener index (H'), while equity was measured by the Pielou index. 40 woody species were recorded, belonging to 35 genera and 19 families. The H' index had a value of 2.92, and the Pielou index was 0.79, the density was 8 950 ind ha⁻¹. *Gynopodium floribundum* (204 individuals) and *Lonchocarpus xuul* (129) were the most abundant species. *Bursera simaruba* and *Lysiloma latisiliquum* showed higher diameter values (36 and 28.6 cm DBH, respectively). The families Rubiaceae (eight species), Fabaceae (five species), Ebenaceae and Polygonaceae (three species each) were the most representative. The species with the highest IVI were *Gynopodium floribundum* (48.24%), *Lonchocarpus xuul* (29.12%), *Bursera simaruba* (26.11%) and *Lysiloma latisiliquum* (24.98%), these species being the most important in the structure of the LDF in the site. The distribution of the diameter classes suggests that the section of the LDF in Lerma Campeche is in an adequate state of regeneration.

Keywords: Floristic composition, importance value index, floristic richness, vegetation.

Como citar: Zamora-Crescencio P, Aragón-Gastélum JL, Vargas-Contreras JA, Barrientos-Medina RC, Aguirre-Crespo FJ, Gutiérrez-Báez C, Plasencia-Vázquez AH (2024) Diversidad, composición y estructura de especies leñosas de la selva baja caducifolia en Lerma, Campeche. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 11(2): e3819. DOI: 10.19136/era.a11n2.3819.

INTRODUCCIÓN

Las selvas tropicales son los biomas más productivos del mundo (Malhi *et al.* 2011), ya que forman un gran reservorio de carbono (Pan *et al.* 2011, Hansen *et al.* 2020) y evapotranspiración (Malhi 2012). En estos biomas se estima que albergan más de la mitad de toda la biodiversidad terrestre del mundo (Pimm y Raven 2000, Barlow *et al.* 2018). Las selvas son de gran importancia debido que desempeñan un papel importante en la regulación del ciclo hidrológico, los ciclos biogeoquímicos y la mitigación del cambio climático a través de su papel como sumideros de carbono (Millennium Ecosystem Assessment 2005, Bonan 2008, Beer *et al.* 2010, Hansen *et al.* 2020). Estos biomas están influenciados por variaciones topográficas, y particularmente por las actividades antrópicas tales como aprovechamiento inadecuado de los recursos forestales (Bautista-Bello *et al.* 2019), generando modificaciones en la estructura y dinámica en las comunidades vegetales (Céspedes-Flores y Moreno-Sánchez 2010, Calderón-Aguilera *et al.* 2012).

Las comunidades vegetales de todo el mundo, especialmente en América Latina, han sido afectadas por actividades antrópicas, las cuales son uno de los factores que ejerce mayor impacto en la vegetación natural (Celentano *et al.* 2011), para ser convertidas en agricultura, ganadería, crecimiento de áreas urbanas, infraestructura de vías de comunicación y la extracción selectiva de especias arbóreas (Calderón-Aguilera *et al.* 2012). Una consecuencia inmediata de las actividades antrópicas es la disminución de la cobertura vegetal que provoca cambios en la estructura de las comunidades vegetales, composición, abundancia de las especies y riqueza específica (González-Castillo *et al.* 2007, Calderón-Aguilera *et al.* 2012). A pesar de muchas presiones que tienen que pasar las comunidades vegetales, carecemos de conocimiento sobre la riqueza de especies, composición y estructura, en particular de las selvas tropicales y de la selva baja caducifolia (SBC) (Palacios-Wassenaar *et al.* 2014, Avilés-Ramírez *et al.* 2018).

La SBC en México es un tipo de selva tropical que tiene una amplia distribución tanto en la vertiente del Océano Pacífico, el Golfo de México, y particularmente al norte del estado de Yucatán (Flores y Espejel 1994, Rzedowski 2006, Islebe *et al.* 2015). La Península de Yucatán es una región del sureste de México, con una extensión de 450 000 km², bordeada por el Golfo de México y el Mar Caribe, incluidos los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán (Bauer-Gottwein *et al.* 2011). Esta región es considerada una provincia biogeográfica en la región Neotropical y alberga una alta diversidad (Morrone 2005). Entre los estudios cuantitativos que describen la composición, variación y la estructura de la SBC en la Península de Yucatán destacan los de Rico-Gray y García-Franco (1992), White y Darwin (1995), y González-Iturbe *et al.* (2002).

La estructura y composición florística de la SBC varían dependiendo de las especies dominantes. Para la Península de Yucatán, las especies que caracterizan a este tipo de vegetación alcanzan alturas entre seis y 12 m, aun cuando pueden encontrarse árboles aislados que por lo general no sobrepasan los 15 m (Islebe *et al.* 2015) y sus diámetros a la altura del pecho (DAP) entre 10 y 30 cm (Flores y Espejel 1994). Entre las especies dominantes que componen la SBC en la Península de Yucatán se encuentran *Senegalia gaumeri* (S.F. Blake) Britton & Rose, *Alvaradoa amorphoides* Liebm., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Cenostigma gaumeri* (Greenm.) Gagnon & G.P. Lewis, *Erythrostemon yucatanensis* (Greenm.) Gagnon & G.P. Lewis, *Ceiba aesculifolia* (Kunth) Britten & Baker f., *Diospyros tetrasperma* Sw., *Gymnopodium floribundum* Rolfe, *Hampea trilobata* Standl., *Jatropha gaumeri* Greenm., *Neomillspaughia emarginata* (H. Gross) S.F. Blake, *Parmentiera*

aculeata (Kunth) Seem., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Randia longiloba* Hemsl., *Sideroxylon americanum* (Mill.) T.D. Penn., entre otras (Miranda 1978, Flores y Espejel 1994).

La SBC en el estado de Campeche esta poco representada, distribuyéndose solamente desde el norte del municipio de Champotón hacia Yucatán, y al norte del municipio de Calakmul (Palacio-Aponte *et al.* 2002). En Campeche, hay pocos estudios que evalúen aspectos cuantitativos de la SBC (Zamora-Crescencio *et al.* 2011, Dzib-Castillo *et al.* 2014), y hasta la fecha se desconocen aspectos de la riqueza de especies, composición y estructura de la vegetación de la SBC en diferentes sitios del estado (Dzib-Castillo *et al.* 2014). El presente trabajo es una contribución al estudio de la diversidad florística leñosa y la estructura en la localidad de Lerma municipio de Campeche, Campeche. En este contexto, el objetivo de esta investigación fue determinar la composición, estructura y diversidad de la vegetación leñosa de una sección de la SBC en la localidad de Lerma Campeche.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en un área de aproximadamente 1.5 km² dentro del ejido de Lerma, municipio de Campeche, Campeche, México (Figura 1). En esta localidad se localiza un relicto de la SBC; sin embargo, hasta el momento se desconoce la composición, estructura y la diversidad de las especies leñosas en este tipo de vegetación.

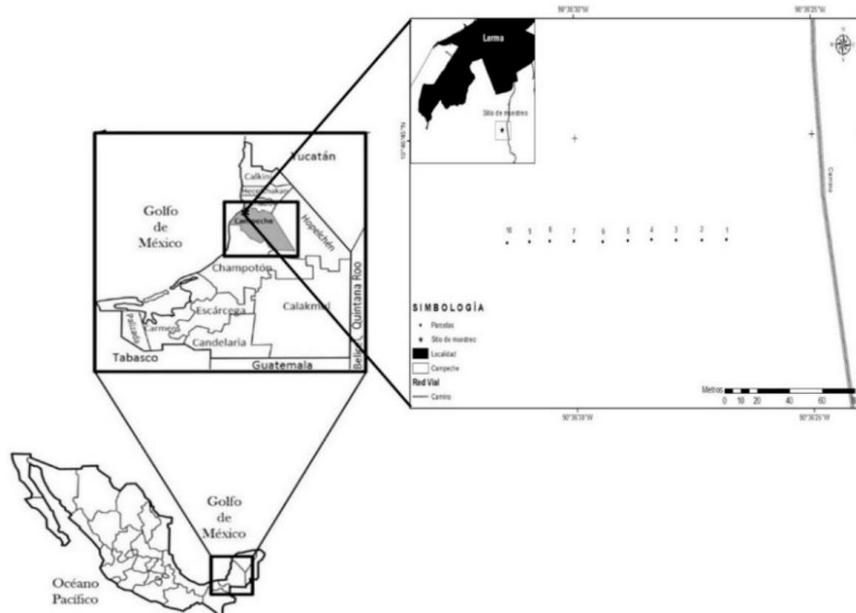


Figura 1. Ubicación del sitio de estudio en la localidad de Lerma Campeche, México. Los puntos enumerados indican las parcelas de muestreo.

El sitio de muestreo (19° 46' 43.4" LN y 90° 36' 29.2" LO, Figura 1), se ubicó utilizando un mapa topográfico a escala 1:50 000 (INEGI 2010) e imágenes satelitales obtenidas de Google Earth (2023) versión 10.43.02, además, se realizó un recorrido de campo para verificar el sitio

seleccionado, adoptando el criterio de la mínima perturbación posible, ya sea por causa natural o por actividades humanas. La topografía del sitio comprende una serie de lomeríos que alcanzan elevaciones de 10 a los 50 msnm (INEGI 1999, Palacio-Aponte *et al.* 2010). El lecho rocoso sedimentario subyacente pertenece a formaciones de piedra caliza de edad Eocénica (INEGI 1985, Flores y Espejel 1994). El suelo es del tipo Redzinas combinado con Litosol y Gleysol Vértico (E + I + Gy/2) (INEGI 1984, 2024). En general, el clima es cálido subhúmedo (Awo) con lluvia en el verano y una temperatura media anual de 27.6 °C con precipitación total anual de 1 012.9 mm, siendo el período entre marzo y abril el más seco y agosto el mes con mayor precipitación (CONAGUA 2010).

Muestreo de vegetación

Para describir las características florísticas, estructurales y de diversidad de una comunidad vegetal, se sugiere cubrir un área de muestreo de al menos 1 000 m² (0.1 ha) (Gentry 1982, Trejo 2005). De este modo, para el muestreo de la vegetación leñosa en el sitio de estudio se utilizaron 10 parcelas cuadradas (10 × 10 m = 100 m²) distribuidas de manera equitativa (Gallardo-Cruz *et al.* 2009) en línea recta con dirección este-oeste, sobre un lomerío de 10 msnm, cubriendo un área total de 1 000 m² (Figura 1). El muestreo de vegetación se realizó durante los meses de agosto y septiembre de 2018. En cada parcela de muestreo se registraron todas las plantas leñosas con un diámetro a la altura del pecho (DAP = 1.30 m) DAP ≥ 1 cm y se estimó la altura total de las plantas mediante apreciación visual (m) (Ibarra-Manríquez *et al.* 2023).

Las especies leñosas se identificaron en el sitio por la experiencia del primer autor. Cuando no se pudo identificar una especie en el sitio, se recolectaron especímenes con flores y/o frutos para ser cotejados con ejemplares del herbario UCAM del Centro de Investigaciones Históricas y Sociales de la Universidad Autónoma de Campeche y literatura disponible (Standley y Steyermark 1946, 1949, Ortiz-Díaz 1994, Pennington y Sarukhán 2005, Borhidi 2006). El orden de la lista de especies se arregló de acuerdo con el sistema APG IV (APG 2016), mientras que los nombres de las especies se verificaron con la base de datos del Missouri Botanical Garden (MBG 2024) y con el Índice Internacional de Nombres de Plantas y Plantas del Mundo Online (IPNI 2022, RBG Kew 2024).

Análisis de los datos

Para conocer la representación de riqueza de especies vegetales leñosas en el área de estudio, se estimó una curva de acumulación de especies mediante el programa Species Accumulation Functions propuesto por Díaz-Francés y Soberón (2005). Para evaluar la composición florística se usó la técnica de observación directa y recolección de material botánico. La estructura cuantitativa de la vegetación se basó en el cálculo de la densidad, área basal (dominancia) y frecuencia. Donde la densidad es el número de individuos por área de muestreo, el área basal es la superficie de una sección transversal del tallo del individuo a determinada altura y la frecuencia se refiere a las unidades de muestreo en la cual ocurre una especie (McCune y Grace 2002).

Las diferentes clases de diámetro y altura se definieron considerando los valores de ambos parámetros y el número total de individuos censados (Bannister *et al.* 2008, Báez-Vargas *et al.* 2017). Para determinar el índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas en las parcelas de muestreo se calcularon y sumaron la abundancia relativa (número de individuos por especie/total de individuos de las especies × 100), la frecuencia relativa (frecuencia de una especie/suma de la

frecuencia de todas las especies $\times 100$) y la dominancia relativa (área basal de cada especie/total del área basal de todas las especies $\times 100$) (Muller-Dombois y Ellenberg 2002).

La riqueza de especies se tomó como un recuento del número de especies presente en el sitio de muestreo. La heterogeneidad del sitio (diversidad de especies) se midió utilizando el índice de información de Shannon-Wiener (H') (Magurran 1988) y la uniformidad o equidad (recuento de individuos de cada especie en un área de estudio) se calculó con el índice de Pielou con el paquete PAST versión 2.17 (Hammer *et al.* 2001). Con la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i.$$

Donde: P_i = proporción de la muestra que pertenece a la especie i .

RESULTADOS

Composición y riqueza florística

Se registraron 40 especies leñosas, distribuidas en 35 géneros y 19 familias de plantas vasculares. Se encontró que los datos se acercan al modelo propuesto por Clench, cuyos parámetros ajustados son $a = 32.700$, $b = 0.724$, error de correlación $\rho = 0.582$, cociente de probabilidades de 0.036 y la riqueza estimada de 46 especies. De este modo, las especies observadas representan el 87% de la riqueza estimada (Figura 2).

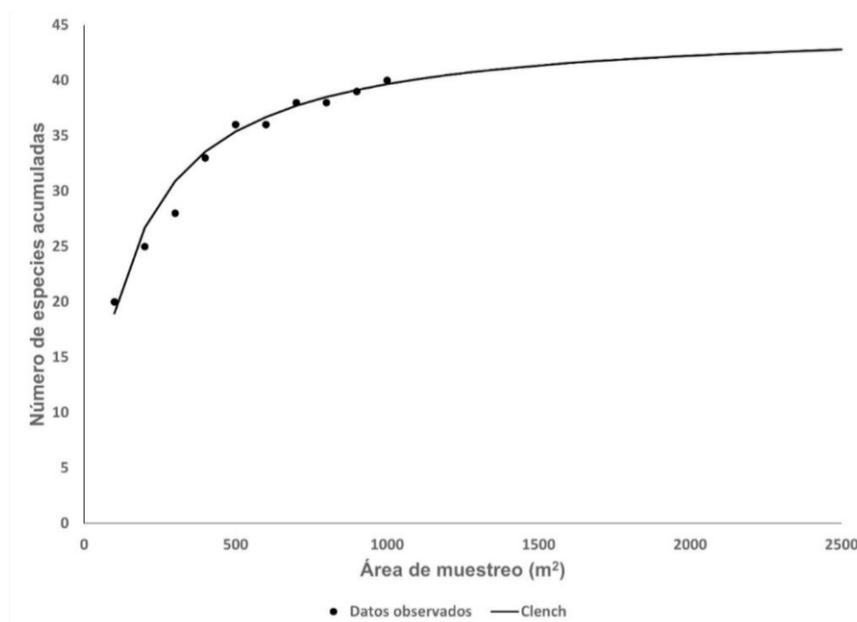


Figura 2. Especies leñosas acumuladas comparado por el modelo de Clench en la localidad de Lerma, Campeche, México.

Las familias con mayor riqueza específica fueron Rubiaceae (ocho especies, 19.5%), Fabaceae (cinco, 12.2%), Ebenaceae (tres, 7.3%) y Polygonaceae (tres, 7.3%), que juntas conforman el 45% de las especies registradas, mientras que todas las demás familias estuvieron representadas por una o

dos especies. Las familias con mayor número de géneros fueron Rubiaceae (seis), Fabaceae (cinco) y Polygonaceae (tres), aportando el 40% de todos los géneros encontrados en el sitio de estudio. Los géneros que se destacaron por su riqueza específica fueron *Diospyros* L., 1753 (Ebenaceae), con tres especies, *Guettarda* L. (Rubiaceae), *Randia* L. (Rubiaceae) y *Sideroxylon* L., 1753 (Sapotaceae), con dos especies cada uno (Tabla 1).

Las especies más abundantes fueron *Gymnopodium floribundum* Rolfe (204 individuos), *Lonchocarpus xuul* Lundell (129 individuos) y *Thouinia paucidentata* Radlk. ex Millsp. (60 individuos), aportando el 43.9% (393 individuos) del total de individuos registrados. Las siguientes nueve especies fueron las menos representadas porque solo se registró un individuo para cada una: *Vachellia* sp., *Allophylus cominia* (L.) Sw., *Chiococca alba* (L.) Hitchc., *Helicteres baruensis* Jacq., *Jatropha gaumeri* Greenm., *Krugiodendron ferreum* (Vahl) Urb., *Randia longiloba* Hemsl., *Vitex gaumeri* Greenm. y *Xylosma flexuosa* (Kunth) Hemsl. La comunidad vegetal en el sitio tuvo una diversidad de Shannon-Wiener de $H' = 2.92$ y el índice de equidad fue $E = 0.79$.

Estructura de la vegetación

La densidad fue de 8 950 ind ha⁻¹ con DAP ≥ 1 cm. El 53.7% del total de individuos inventariados correspondió a cinco especies, de las cuales *G. floribundum* presentó la mayor densidad (2 040 ind ha⁻¹), seguida de *L. xuul* (1 290 ind ha⁻¹), *T. paucidentata* (600 ind ha⁻¹), *C. cozumelensis* (480 ind ha⁻¹), y *S. gaumeri* (400 ind ha⁻¹). La distribución de altura de los individuos (Figura 3) muestra que la mayoría (70.7%) se presentó en la clase de 1-4.9 m de altura, con una riqueza de 35 especies de las cuales las especies mejor representadas (más de 30 individuos) en orden descendente fueron: *G. floribundum* (157 individuos) *L. xuul* (83 individuos), *C. cozumelensis* (41 individuos) y *T. paucidentata* (32 individuos). Le sigue en proporción de individuos la clase de altura 5-8.9 m con el 22.8% y riqueza de 24 especies, de las cuales *G. floribundum*, *L. xuul*, *T. paucidentata* y *S. gaumeri* fueron las mejores representadas. El menor porcentaje (6.5%) de individuos se registró en la última clase (9-12.9 m) de altura con una riqueza de 9 especies, las especies que predominaron fueron *L. latisiliquum*, *L. xuul*, *T. paucidentata* y *B. simaruba*. Los individuos de las especies *B. simaruba*, *C. alliodora*, *L. xuul* y *L. latisiliquum* lograron alcanzar los 12 m de altura. Las especies que se presentaron en las tres clases de altura y con mayor abundancia fueron *G. floribundum* (204 individuos), *L. xuul* (129 individuos) y *T. paucidentata* (60 individuos).

En la Figura 4, se aprecia que la mayoría de los individuos leñosos pertenecen a la clase de diámetro más pequeño, 1-4.9 cm (75.3%). Mientras que el 0.1% de los individuos pertenecen a la última clase de diámetro más grande (más de 29 cm). Las especies que aportaron mayor número (más de 30) de individuos en la clase de menor diámetro (1-4.9 cm) fueron *G. floribundum* (147 individuos), seguida de *L. xuul* (101), *T. paucidentata* (42), *C. cozumelensis* (39), *D. yucatanensis* ssp. *yucatanensis* y *H. trilobata* con 30 individuos cada una, y la especie que alcanzó la última clase diamétrica (más de 29 cm) fue *B. simaruba* con un solo individuo.

Ninguna especie estuvo presente en todas las clases de diámetro. Por otro lado, la única especie que se encontró en siete de las ocho clases fue *B. simaruba*, mientras que *G. floribundum*, *L. xuul*, *L. latisiliquum* y *T. paucidentata* se registraron en las cuatro clases de diámetro más pequeño (Figura 4). Las especies que presentaron los mayores valores de DAP fueron *C. alliodora* (25.7 cm), *L. latisiliquum* (28.6 cm) y *B. simaruba* (36 cm). Asimismo, el área basal de la SBC en el sitio de estudio fue 22.6.

Tabla 1. Valores del Índice de Valor de Importancia (IVI) y los valores relativos de las variables estructurales por especie en la localidad de Lerma, Campeche, México.

Familia	Especie	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	22.79	5.99	19.46	48.24
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i> Benth.	14.41	5.99	8.72	29.12
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	2.23	4.79	19.09	26.11
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	1.90	4.19	18.89	24.98
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk. ex Millsp..	6.70	4.79	6.09	17.59
Fabaceae	<i>Senegalia gaumeri</i> (S.F. Blake) Britton & Rose	4.47	5.39	2.95	12.81
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	2.46	3.59	5.71	11.76
Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i> Hemsl.	5.36	3.59	2.25	11.20
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	4.02	4.19	1.74	9.95
Ebenaceae	<i>Diospyros yucatanensis</i> Lundell ssp. <i>yucatanensis</i>	4.02	4.19	1.58	9.79
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.	3.02	5.39	0.68	9.09
Rubiaceae	<i>Machaonia lindeniana</i> Baill.	3.24	3.59	1.00	7.83
Sapotaceae	<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	3.02	2.99	1.50	7.51
Fabaceae	<i>Caesalpinia</i> sp.	2.23	2.40	1.42	6.05
Anacardiaceae	<i>Spondias</i> sp.	1.68	3.59	0.78	6.05
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i> L.	2.12	2.99	0.47	5.58
Primulaceae	<i>Ardisia escallonioides</i> Schltld. & Cham.	2.46	2.40	0.39	5.24
Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	1.68	2.99	0.49	5.16
Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i> (Mill.) T.D. Penn.	0.89	2.99	0.31	4.19
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> L.	2.01	1.80	0.20	4.01
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	0.45	1.80	1.54	3.79
Polygonaceae	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F. Blake	1.56	1.80	0.28	3.64
Rubiaceae	<i>Guettarda gaumeri</i> Standl.	0.89	1.80	0.72	3.41
Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	1.01	0.60	1.68	3.29
Rubiaceae	<i>Chiococca motleyana</i> Borhidi	0.45	2.40	0.07	2.92
Capparidaceae	<i>Capparis</i> sp.	1.12	1.20	0.38	2.70
Ebenaceae	<i>Diospyros</i> sp.	0.56	1.80	0.13	2.49
Ebenaceae	<i>Diospyros anisandra</i> S.F. Blake	0.89	1.20	0.12	2.21
Primulaceae	<i>Bonellia</i> sp.	0.34	1.80	0.02	2.15
Menispermaceae	<i>Hyperbaena winzerlingii</i> Standl.	0.56	1.20	0.17	1.93
Salicaceae	<i>Casearia yucatanensis</i> (Standl.) T. Samar & M.H. Alford	0.45	1.20	0.08	1.72
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	0.11	0.60	0.56	1.27
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	0.11	0.60	0.36	1.07

Sapindaceae	<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	0.11	0.60	0.08	0.79
Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i> (Vahl) Urb.	0.11	0.60	0.06	0.77
Salicaceae	<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) Hemsl.	0.11	0.60	0.02	0.73
Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	0.11	0.60	0.02	0.73
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	0.11	0.60	0.00	0.71
Fabaceae	<i>Vachellia</i> sp.	0.11	0.60	0.00	0.71
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	0.11	0.60	0.00	0.71
		100	100	100	300.00

*IVI = Índice de valor de Importancia.

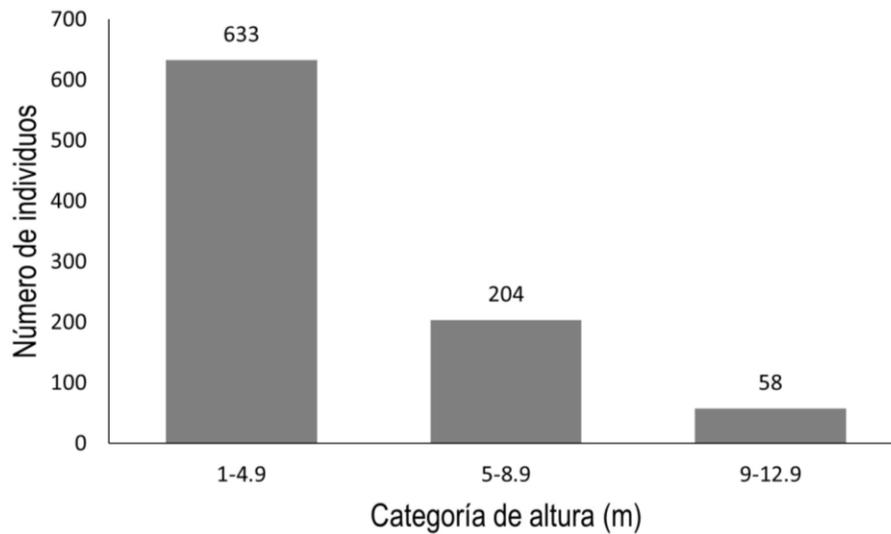


Figura 3. Distribución de frecuencias de altura (m) de los individuos leñosos en la localidad de Lerma, Campeche, México.

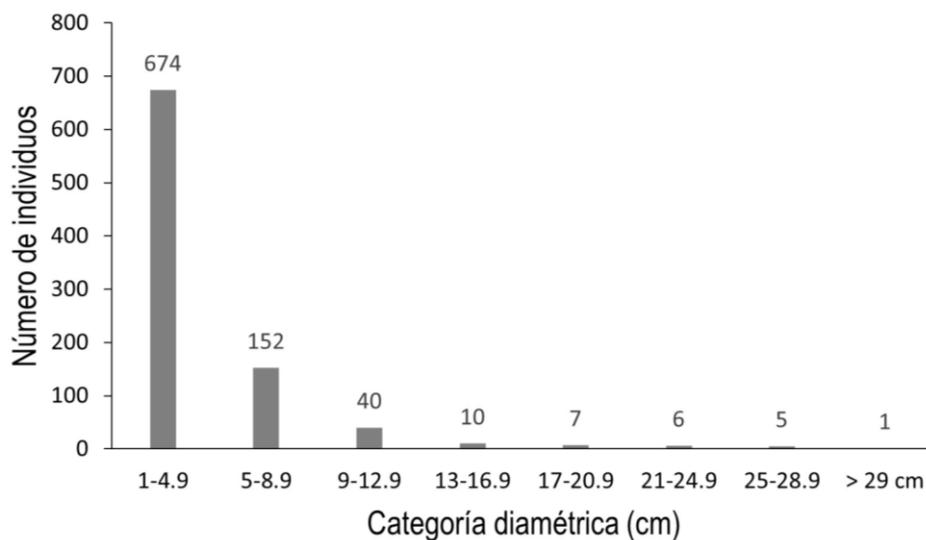


Figura 4. Distribución de frecuencias de diámetro (cm) de los individuos leñosos en la localidad de Lerma, Campeche, México.

En la Tabla 1 se señalan los componentes y el índice de valor de importancia (IVI), en donde dos especies mostraron valores superiores al resto, *Gymnopodium floribundum* (48.24) y *Lonchocarpus xuul* (29.12). Los valores altos de IVI encontrados para *G. floribundum* y *L. xuul* están dadas por sus altas densidades. Otras especies codominantes encontradas en el sitio de estudio fueron *B. simaruba* (IVI = 26.11), *L. latisiliquum* (IVI = 24.98), *T. paucidentata* (IVI = 17.59) y *S. gaumeri* (IVI = 12.81). Los valores de IVI encontrados para *B. simaruba* y *L. latisiliquum* se deben por su alta dominancia, mientras que para *T. paucidentata* se le atribuyó a su densidad y dominancia, y para *S. gaumeri* se debió a su frecuencia y densidad. Estas seis especies representaron el 53% del total del IVI de todas las especies, mientras que las especies restantes representan menos del 4% del IVI total.

DISCUSIÓN

Composición y riqueza florística

La riqueza florística encontrada (40 especies) es relevante, principalmente porque el estudio se realizó en un sitio en la localidad de Lerma en el estado de Campeche donde se desconocía la riqueza, composición y la abundancia de las especies leñosas presentes dentro un fragmento de SBC. Los valores de riqueza florística encontrada en este estudio son similares a los reportados en la SBC de Tepakan, Campeche con 42 especies (Zamora-Crescencio *et al.* 2011) y las 42 y 41 especies documentadas en los estados de Baja California Sur y Michoacán, México (Arriaga y León 1989, Ibarra-Manríquez *et al.* 2023), pero son diferentes respecto a las 51 especies de Pomuch, Campeche (Dzib-Castillo *et al.* 2014) y las 45, 46 y 48 especies de Chamela, en el estado Jalisco (Durán *et al.* 2006). Estas diferencias en términos de riqueza florística pueden deberse al número y al tamaño del área muestreada (Dzib-Castillo *et al.* 2014 y Durán *et al.* 2006) y posiblemente a cambios ambientales y topográficos de cada uno de estos sitios. En cuanto a la composición florística, los resultados del presente estudio indican que las familias Rubiaceae y Fabaceae fueron las más dominantes con ocho y cinco especies, respectivamente. Estos resultados coinciden con lo documentado por otros estudios realizados en la Península de Yucatán (Zamora-Crescencio *et al.* 2011) y en otras entidades federativas de México, tales como: Guerrero (Pineda-García *et al.* 2007), Jalisco (Lott *et al.* 1987, Durán *et al.* 2006), Michoacán (Méndez-Toribio *et al.* 2014) y Veracruz (Palacios-Wassenaar *et al.* 2014).

Las especies con mayor densidad por unidad de área fueron *G. floribundum* (2 040 ind ha⁻¹) y *L. xuul* (1 290 ind ha⁻¹). Los altos valores de densidad de estas especies en el sitio de estudio posiblemente se deban a que son de rápido crecimiento (González-Iturbe *et al.* 2002). Además, la presencia de *G. floribundum* se relaciona por ser una planta melífera ampliamente reconocida y apreciada en la Península Yucatán, es fuente principal para la obtención de miel (Moguel-Ordóñez *et al.* 2005) y tiene propiedades antiinflamatorias y analgésicas (Mendoza-Osorno *et al.* 2023). Mientras que *L. xuul* ha sido utilizada para construcción de techos, ya que es una especie no resistente para postes (Zamora-Crescencio *et al.* 2009).

Se han documentado diferentes valores de abundancia en las especies previamente mencionadas en la vegetación secundaria de la zona norte de Campeche. En este sentido, para *L. xuul* 1 070 ind ha⁻¹; (Zamora-Crescencio *et al.* 2011), 1 920 ind ha⁻¹ (Dzib-Castillo *et al.* 2014), 730 ind ha⁻¹ (Zamora-Crescencio *et al.* 2016), y 880 ind ha⁻¹ (Zamora-Crescencio *et al.* 2018). En tanto que

para *G. floribundum* 810 ind ha⁻¹ (Dzib-Castillo *et al.* 2014), 1 580 ind ha⁻¹ (Zamora-Crescencio *et al.* 2016) y 670 ind ha⁻¹ (Zamora-Crescencio *et al.* 2018). Complementariamente, en la SBC del estado de Yucatán se han reportado altas abundancias de estas especies (González-Iturbe *et al.* 2002).

Estructura de la vegetación

Con respecto a la distribución vertical, la comunidad vegetal de Lerma presentó individuos bajos, mostrando una estructura en forma de J inversa. El 70.7% de los individuos se encontraron dentro de la clase de altura más baja (1-4.9 m). En este sentido, se ha sugerido que la mayor presencia de individuos en esta clase de alturas pudiera indicar que se está llevando a cabo el remplazo de los individuos de mayor edad (Whitmore 1984). Ecológicamente esto pudiera ejemplificarse con el hecho de que muchos árboles pequeños y un dosel cerrado proporcionan humedad y humus, que son esenciales para la germinación de semillas y el crecimiento de árboles (Arya y Ram 2019). Así, es posible que en la comunidad de Lerma Campeche se esté llevando a cabo un proceso de regeneración; no obstante, esta premisa debe ser verificada en trabajos futuros.

Al igual que la estructura vertical, la distribución de individuos de especies en las diferentes clases diamétricas también presenta una tendencia en forma de J invertida, lo que pudiera indicar que la mayoría de los individuos son jóvenes y tienen tallos delgados ya que el 75.3% de los individuos caen dentro de la primera clase diamétrica. Este comportamiento indica que la estructura leñosa de la SBC se encuentra con un buen estado de regeneración (Zegeye *et al.* 2006). Adicionalmente, las especies *G. floribundum*, *L. xuul*, *B. simaruba*, *L. latisiliquum*, *T. paucidentata* y *S. gaumeri*, registraron altos valores de IVI en el sitio de estudio y fueron reportadas por Dzib-Castillo *et al.* (2014) como especies estructuralmente importantes para la SBC. La posible interpretación de los valores altos para estas especies podría estar en función de que ellas tienen una amplia tolerancia ecológica, ya que se presentan en diferentes etapas sucesionales desde los acahuales hasta las selvas maduras y se presentan con diferentes densidades y tamaños de diámetro, lo que hace que la SBC en el área de estudio sea más dinámica (Macario-Mendoza *et al.* 1995).

CONCLUSIONES

La riqueza de especies leñosas en la sección de la SBC en la comunidad de Lerma Campeche fue de 40 especies, incluidas en 35 géneros y 19 familias botánicas. El sitio muestreado estuvo caracterizado por cuatro especies dominantes (*Gymnopodium floribundum*, *Lonchocarpus xuul*, *Bursera simaruba* y *Lysiloma latisiliquum*). La densidad de los individuos leñosos mostró un patrón decreciente con diámetros hasta alcanzar muy pocos individuos en las categorías superiores. Del total de individuos leñosos registrados, el 56.6% se agruparon en las familias Polygonaceae (3 spp.), Fabaceae (5 spp.) y Rubiaceae (8 spp.). Las especies que tuvieron más individuos fueron *G. floribundum* (204) y *L. xuul* (129). En función de las clases diamétricas, *B. simaruba* y *L. latisiliquum* presentaron valores diamétricos más altos (36 y 28.6 cm de DAP, respectivamente), con altos valores de importancia.

AGRADECIMIENTOS

A Joaquina Antonia Sarao Ballina, Leslie Nallely Guadalupe Ramírez Medina y Mariana Sosa Valenzuela por el apoyo brindado durante el trabajo de campo. Agradecemos a Itzel Guadalupe Poot Sarmiento por su ayuda en la elaboración del mapa del sitio de estudio. A los comentarios del editor y revisores anónimos, los cuales en gran medida mejoraron la claridad de este manuscrito.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

https://www.researchgate.net/publication/380264515_Zamora-Crescencio_et_al_2024_Informacion_Complementaria

LITERATURA CITADA

- APG (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.
- Arriaga L, León JL (1989) The Mexican tropical deciduous forest of Baja California Sur: A floristic and structural approach. *Vegetatio* 84: 45-52.
- Arya N, Ram J (2019) Variation in species richness and other vegetational parameters in pine and mixed broadleaf forest of central Himalaya. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology* 4: 54-162. <https://doi.org/10.22161/ijeab/4.1.25>.
- Avilés-Ramírez GA, Candelaria-Martínez B, Sandoval-Gío JJ, Chan-Uc DM, Chan-Coba JG, Medina-García M, Rodríguez-Ávila NL (2018) Diversidad florística de un ecosistema de franja costera en Campeche, México. *Ecosistemas* 27: 123-129. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1581>.
- Báez-Vargas AM, Esparza-Olguín L, Martínez-Romero E, Ochoa Gaona S, Ramírez-Marcial N, González-Valdivia NA (2017) Efecto del manejo sobre la diversidad de árboles en vegetación secundaria en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México. *Biología Tropical* 65: 41-53.
- Bannister JR, Le Quesne CE, Lara A (2008) Estructura y dinámica de bosques de *Pilgerodendron uviferum* afectados por incendios en la Cordillera de la Costa de la Isla Grande de Chiloé. *Bosque (Valdivia)* 29: 33-43.
- Barlow J, França F, Gardner TA, Hicks CC, Lennox GD, Berenguer E, Castello L, Economo EP, Ferreira J, Guénard B, Gontijo-Leal C, Isaac V, Lees AC, Parr CL, Wilson SK, Young PJ, Graham NA (2018) The future of hyperdiverse tropical ecosystems. *Nature* 559(7715): 517-526. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0301-1>.
- Bauer-Gottwein P, Gondwe B, Charvet G, Marín LE, Rebolledo-Vieyra M, Merediz-Alonso G (2011) The Yucatán Peninsula karst aquifer, Mexico. *Hydrogeology Journal* 19(3): 507-524. <https://doi.org/10.1007/s10040-010-0699-5>.
- Bautista-Bello AP, López-Acosta JC, Castillo-Campos G, Gómez-Díaz JA, Thorsten Krömer T (2019) Diversidad de arbustos a lo largo de gradientes de elevación y perturbación en el centro de Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana* 126: 1-21. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1369>.
- Beer C, Reichstein M, Tomelleri E, Ciais P, Jung M, Carvalhais N, Rödenbeck C, Altaf-Arain M, Baldocchi D, Bonan GB, Bondeau A, Cescatti A, Lasslop G, Lindroth A, Lomas M, Luysaert S, Margolis H, Oleson KW, Rouspard O, Veenendaal E, Viovy N, Williams C, Ian-Woodward F, Papale D (2010) Terrestrial gross carbon dioxide uptake:

- Global distribution and covariation with climate. *Science* 329(5993): 834-838. <https://doi.org/10.1126/science.1184984>.
- Bonan GB (2008) Forests and climate change: Forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science* 320(5852): 1444-1449. <https://doi.org/10.1126/science.1155121>.
- Borhidi A (2006) Rubiáceas de México. Akadémiai Kiadó. Budapest. 512p.
- Calderón-Aguilera LE, Rivera-Monroy VH, Porter-Bolland L, Martínez-Yrizar A, Ladah LB, Martínez-Ramos M, Alcocer J, Santiago-Pérez AL, Hernández-Arana HA, Reyes-Gómez VM, Pérez-Salicrup DR, Díaz-Nuñez V, Sosa-Ramírez J, Herrera-Silveira J, Búrquez A (2012) An assessment of natural and human disturbance effects on Mexican ecosystems: current trends and research gaps. *Biodiversity and Conservation* 21: 589-617. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0218-6>.
- Celentano D, Zahawi RA, Finegan B, Ostertag R, Cole RJ, Holl K D (2011) Litterfall dynamics under different tropical forest restoration strategies. *Biotropica* 43: 279-287. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00688.x>.
- Céspedes-Flores, SE, Moreno-Sánchez E (2010) Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la deforestación en las entidades federativas de México. *Investigación Ambiental* 2: 5-13.
- CONAGUA (2010) Base de datos mensuales climatológicos correspondientes a la estación de Campeche. Comisión Nacional del Agua. Dirección local Campeche, residencia técnica. Campeche, México. fecha de consulta: 12 de enero 2019.
- Díaz-Francés E, Soberón J (2005) Statistical estimation and model selection of species-accumulation functions. *Conservation Biology* 19: 569-573. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00453.x>.
- Dzib-Castillo B, Chanatásig-Vaca C, Noel A, González-Valdivia NA (2014) Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 167-178. <https://doi.org/10.7550/rmb.38706>.
- Durán E, Meave JA, Lott EJ, Segura G (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.
- Flores JS, Espejel I (1994) Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*, Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México. 135p.
- Gallardo-Cruz JA, Pérez-García EA, Meave JA (2009) β -Diversity and vegetation structure as influenced by slope aspect and altitude in a seasonally dry tropical landscape. *Landscape Ecology* 24: 473-482. <https://doi.org/10.1007/s10980-009-9332-1>.
- Gentry AH (1982) Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-84. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6968-8_1.
- González-Castillo O, Jiménez-de Azcárate J, García-Pérez J, Aguirre-Rivera JR (2007) Flórlula vascular de la Sierra de Catorce y territorios adyacentes, San Luis Potosí, México. *Acta Botánica Mexicana* 78: 1-38.
- González-Iturbe JA, Olmsted I, Tun-Dzul F (2002) Tropical dry forest recovery after long term Henequen (sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern Yucatan, Mexico. *Forest Ecology and Management* 167: 67-82. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00689-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00689-2).
- Google Earth (2023) Versión 10.43.0.2. <https://earth.google.com/web/@0,-3.41240015,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,0r/data=OgMKATA>. Fecha de consulta: 12 de enero de 2024.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 1: 1-9.
- Hansen MC, Wang L, Song XP, Tyukavina A, Turubanova S, Potapov PV, Stehman SV (2020) The fate of tropical forest fragments. *Science Advances* 6(11): eaax8574. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax8574>.
- Ibarra-Manríquez G, Urrea-Galeano LA, Cortés-Flores J, Hernández-Esquivel KB, Navarrete-Segueda A, Ek-Rodríguez IL (2023) Plant community attributes of a tropical dry forest physiognomically dominated by *Heteroflorum sclerocarpum* (Fabaceae). *Botanical Sciences* 101: 57-75. <https://doi.org/10.17129/botsocie.3054>.
- INEGI (1984) Carta edafológica: escala: 1:50, 000 E15-3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI (1985) Carta geológica: escala: 1: 50, 000 E15-3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI (1999) Carta topográfica: escala: 1: 50, 000 E15B18. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI (2010) Carta uso del suelo y vegetación: escala: 1: 250, 000 E15-3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía México.
- INEGI (2024) Geografía y Medio Ambiente. 40 años de conocer México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía México. <https://www.inegi.org.mx/temas/usopsuelo/> Fecha de consulta: 18 de enero de 2024.

- IPNI (2022) International Plant Names Index, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria, Libraries y Australian National Botanic Gardens. <http://www.ipni.org>. Fecha de consulta: 19 de agosto de 2022.
- Islebe GA, Sánchez-Sánchez O, Váldez-Hernández M, Weissenberger H (2015) Distribution of vegetation types. In: Islebe GA, Calmé S, León-Cortés JL, Schmook B (ed) Biodiversity and conservation of the Yucatan Peninsula. Springer International Publishing. Switzerland. pp: 39-53.
- Lott EJ, Bullock SH, Solís-Magallanes JA (1987) Floristic diversity and structure of Upland and Arroyo Forest of Coastal Jalisco. *Biotropica* 19: 228-235. <https://doi.org/10.2307/2388340>.
- Macario-Mendoza PA, García-Moya E, Aguirre-Rivera JR, Hernández-Xolocotzi E (1995) Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. *Acta Botánica Mexicana* 32: 11-23.
- Magurran AE (1988) Ecological diversity and its measurement. Princeton: Princeton University Press. New Jersey, USA. 179p.
- Malhi Y, Doughty C, Galbraith D (2011) The allocation of ecosystem net primary productivity in tropical forests. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 366: 3225–3245. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0062>.
- Malhi Y (2012) The productivity, metabolism and carbon cycle of tropical forest vegetation. *Journal of Ecology* 100: 65-75. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01916.x>.
- MBG (2024) Notable plant collections. Missouri Botanical Garden. <https://www.missouribotanicalgarden.org/gardens-gardening/our-garden/notable-plant-collections>. Fecha de consulta: 18 de enero de 2024.
- McCune B, Grace JB (2002) Analysis of ecological communities. Gleneden Beach, Oregon: MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon. 304p.
- Méndez-Toribio M, Martínez-Cruz J, Cortés-Flores J, Rendón-Sandoval FJ, Ibarra-Manríquez G (2014) Composición, estructura y diversidad de la comunidad arbórea del bosque tropical caducifolio en Tzirtizcuaro, Depresión del Balsas, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 95: 1117-1128. <https://doi.org/10.7550/rmb.43457>.
- Mendoza-Osorno AE, Avilés-Betanzos KA, Uc-Varguez A, Carballo-Castañeda R, Moreno-Ulloa A, Ramírez-Sucre MO, Rodríguez-Buenfil IM (2023) Metabolomic Profiling (LC–MS2) of Flowers and Bee Honey of *Dzidzilche* (*Gymnopodium floribundum* Rolfe) and *Jabin* (*Piscidia piscipula* L. Sarg.) from Yucatán, México. *Processes* 11(10): 3028. <https://doi.org/10.3390/pr11103028>
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press. Washington, USA. 137p.
- Miranda F (1978) Vegetación de la Península de Yucatán. Colegio de Postgraduados-SARH. Chapingo, México. 271p.
- Moguel-Ordóñez Y, Echazarreta-González C, Mora-Escobedo R (2005) Físicoquímica de la miel de abeja *Apis mellifera* producida en el estado de Yucatán durante diferentes etapas del proceso de producción y tipos de floración. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 43: 323–334.
- Morrone JJ (2005) Toward a synthesis of Mexican biogeography. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76: 207-252. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2005.002.303>.
- Muller-Dombois D, Ellemberg H (2002) Aims and methods of vegetation ecology. John Willer and Sons. Nueva York, Estados Unidos. 547p.
- Ortiz-Díaz JJ (1994) Polygonaceae. Etnoflora Yucatanense, No. 10. México. Universidad Autónoma de Yucatán. 61p.
- Palacio-Aponte AG, Noriega-Trejo R, Zamora-Crescencio P (2002) Caracterización físico-geográfica del paisaje conocido como “bajos inundables”. El caso del Área Natural Protegida Balankín, Campeche. *Investigaciones Geográficas* 49: 57-73.
- Palacio-Aponte AG, Bautista-Zuñiga F, Ortiz-Pérez MA (2010) Relieve. En: Villalobos-Zapata GJ, Mendoza-Vega J (ed) La biodiversidad de Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. pp: 8-15.
- Palacios-Wassenaar O, Castillo-Campos G, Vázquez-Torres SM, Del Amo-Rodríguez S (2014) Flora vascular de la selva mediana subcaducifolia del centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 125-142. <https://doi.org/10.7550/rmb.34663>.

- Pan Y, Birdsey RA, Fang J, Houghton R, Kauppi PE, Kurz WA, Phillips OL, Shvidenko A, Lewis SL, Canadell JG, Ciais P, Jackson RB, Pacala SW, McGuire AD, Piao S, Rautiainen A, Stich S, Hayes D (2011) A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science* 333(6045): 988-993. <https://doi.org/10.1126/science.1201609>.
- Pennington T D, Sarukhán J (2005) Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica. México. 523p.
- Pimm SL, Raven P (2000) Extinction by numbers. *Nature* 403(6772): 843-45. <https://doi.org/10.1038/35002708>.
- Pineda-García F, Arredondo-Amezcuca L, Ibarra-Manríquez G (2007) Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 129-139. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2007.001.396>.
- RBG Kew (2024) Plants of the World Online. Royal Botanic Garden Kew. Plants of the World Online | Kew Science. <http://www.plantsoftheworldonline.org/> Fecha de consulta: 18 de enero de 2024
- Rico-Gray V, García-Franco JG (1992) Vegetation and soil seed bank of successional stages in tropical lowland deciduous forest. *Journal of Vegetation Science* 3: 617-624. <https://doi.org/10.2307/3235828>.
- Rzedowski J (2006) Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 504p.
- Standley PC, Steyermark JA (1946) Flora of Guatemala, Part V. Chicago: Chicago Natural History Museum. 502p.
- Standley PC, Steyermark JA (1949) Flora of Guatemala, Part VI. Chicago Natural History Museum. Chicago. 440p.
- Thiers B (2024). Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. New York, USA. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>. Fecha de consulta: 18 de enero de 2024.
- Trejo I (2005) Análisis de la diversidad de la selva baja caducifolia en México. En: Halffter G, Soberón J, Koleff P, Melic A (ed) Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sociedad Entomológica Aragonesa, Grupo Diversitas, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. pp: 111-122.
- White DA, Darwin SP (1995) Woody vegetation of tropical lowland deciduous forest and mayan ruins in the north-central Yucatan Peninsula, Mexico. *Tulane Studies in Zoology and Botany* 30: 1-25.
- Whitmore TC (1984) Tropical rain forest of the far east 2nd Edition Clarendon Press, Oxford. 352p.
- Zamora-Crescencio P, Flores-Guido JS, Ruenes Morales R (2009) Flora útil y su manejo en el cono sur del estado de Yucatán, México. *Polibotánica* 28: 227-250.
- Zamora-Crescencio P, Domínguez-Carrasco MR, Villegas P, Gutiérrez-Báez C, Manzanero-Acevedo LA, Ortega-Haas JJ, Hernández-Mundo S, Puc-Garrido EC, Puch-Chávez R (2011) Composición florística y estructura de la vegetación secundaria en el norte del estado de Campeche, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 89: 27-35.
- Zamora-Crescencio P, Gutiérrez-Báez C, Villegas P, Domínguez-Carrasco MR, Barrientos-Medina RC (2016) Composición y estructura del componente arbóreo de la vegetación secundaria en Campeche, México. *Foresta Veracruzana* 18: 17-24.
- Zamora-Crescencio P, Rico-Gray V, Ramírez-Medina LNG, Barrientos-Medina RC, Plasencia-Vázquez AH, Villegas P, Domínguez-Carrasco M del R, Gutiérrez-Báez C (2018) Composición y estructura de la vegetación secundaria en Bethania, Campeche, México. *Polibotánica* 45: 57-74.
- Zegeye H, Teketay D, Kelbessa E (2006) Diversity, regeneration status and socio-economic importance of the vegetation in the islands of Lake Ziway, south-central Ethiopia. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 201: 483-498. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2005.10.006>.