

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA VEGETACIÓN DE FUNDO LEGAL Y LA VEGETACIÓN MADURA EN EL POBLADO DE YAXCABÁ, YUCATÁN, MÉXICO

COMPARATIVE ANALYSIS OF FUNDO LEGAL VEGETATION AND MATURE VEGETATION IN THE TOWN OF YAXCABA, YUCATAN, MEXICO

PERLA VICTORIA RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ*, SAMUEL ISRAEL LEVY TACHER, NEPTALÍ RAMÍREZ-MARCIAL Y ERIN ESTRADA-LUGO

El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, C.P. 29290, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

* Autora para correspondencia: perlav.rs@gmail.com

Resumen

Antecedentes: El fundo legal (FL) representa una franja de vegetación que rodea a los poblados de la península de Yucatán. Su principal función es el aprovisionamiento de servicios ecosistémicos.

Hipótesis: ¿La composición y estructura de la vegetación leñosa del FL difiere al compararse con vegetación madura (VM)? El FL y la VM son similares en cuanto a su riqueza florística pero no en su estructura.

Lugar y fechas de estudio: En VM y vegetación del FL de la cabecera municipal de Yaxcabá, Yucatán durante los meses de febrero a julio de 2017.

Métodos: Se realizaron 32 unidades de muestreo (UM) en dos tipos de suelo predominante (hollum y kankab); 24 UM se realizaron dentro del FL y 8 UM en VM. En cada UM se registraron a todos los individuos ≥ 2.5 cm de diámetro. La riqueza y diversidad de especies se comparó entre FL y VM mediante la rarefacción para estandarizar el esfuerzo de muestreo y a través de un modelo lineal y una prueba post hoc se definieron las diferencias estructurales entre ambos tipos de vegetación.

Resultados: Los resultados revelaron similitud en la riqueza, densidad de árboles y diversidad de especies entre la vegetación de FL y VM. Sin embargo, el área basal fue significativamente menor en el FL.

Conclusiones: Las altas similitudes en composición y parte de la estructura de la vegetación del FL con respecto a la VM, es una fuerte evidencia del aprovechamiento sustentable de la vegetación por los pobladores de Yaxcabá.

Palabras clave: conservación, manejo tradicional, selva mediana subcaducifolia.

Abstract

Background: The fundo legal (FL) represents a strip of vegetation that surrounds many towns in the Yucatan Peninsula. The main function of the FL is the provision of ecosystem services.

Hypothesis: Does the composition and structure of the FL vegetation differ from the mature vegetation (VM) of the Yaxcabá municipal seat? / The FL and the VM are similar in terms of their floristic richness but not in their structure.

Place and dates of study: In the VM and the vegetation of the FL of the municipal seat of Yaxcabá, Yucatán from February to July 2017.

Methods: They were made 32 sampling units (SU) located in the predominant soil types (hollum and kankab); 24 SU were performed within the FL and 8 SU in the VM. In each SU, all individuals > 2.5 cm in diameter were recorded. The richness and diversity of species was compared between FL and VM through rarefaction to standardize the sampling effect and through a linear model and a post hoc test the structural differences between both types of vegetation could be defined.

Results: The results revealed similarity in richness, tree density and species diversity between FL vegetation and VM. However, the basal area was significantly lower in FL.

Conclusions: The formal differences between the vegetation structure of the FL with respect to VM show us that the sustainable use of FL is possible.

Keywords: conservation, semi-deciduous forest, traditional management.

La vegetación de la Península de Yucatán (PY) está constituida principalmente por selva caducifolia (SC), si bien su diversidad biológica es baja en comparación a otros ecosistemas forestales, incluye una vasta riqueza de especies de plantas, animales y de endemismos (Ibarra-Manríquez *et al.* 1995, Carnevali-Fernández-Concha *et al.* 2010). Sin embargo, el avance de las áreas agrícolas mediante el sistema de roza, tumba y quema (RTQ) y la agricultura tecnificada, ejercen una fuerte presión sobre los relictos de vegetación madura (VM) que generan a nivel del paisaje un abigarrado mosaico de fases incipientes de la sucesión ecológica (Miranda 1958, Miranda & Hernández X 1963, Bullock *et al.* 2011, FAO 2016).

Asimismo, la PY alberga distintas reservas forestales como las Áreas destinadas voluntariamente para la conservación bajo regulación federal (Elizondo & López-Merlín 2009) y otras denominadas como Reservas Forestales Comunitarias Mayas (RFCM), sin algún reconocimiento gubernamental. En las RFCM se realizan prácticas de manejo tradicional que incluye al fundo legal (FL), al kaláantbi k'áax que significa "monte cuidado" en maya y a los tolche' que son líneas de árboles a orillas de caminos, milpas y apiarios, que en conjunto interactúan con diversos agroecosistemas como la milpa, el solar y los cenotes (Cob-Uicab *et al.* 2003, Ellis & Porter 2007, Levy-Tacher *et al.* 2018 en revisión). Particularmente, el FL se distingue como una franja de vegetación de aproximadamente 2 km de ancho que rodea a los poblados mayas (Levy-Tacher *et al.* 2012, Levy-Tacher *et al.* 2018 en revisión).

Existen escasos estudios que evalúen las características de la vegetación del FL, en particular o dentro de las RFCM en general. A la fecha, Cob-Uicab *et al.* (2003) describen el FL en la región milpera de Yucatán, junto con los apiarios y los tolche' como reservas tradicionales. Fuera de Yucatán, Levy-Tacher *et al.* (2016) han realizado estudios con grupos de campesinos en las selvas Lacandona y de Calakmul, donde describen innovaciones basadas en su conocimiento tradicional, definiendo al FL y al tolche' como reservas forestales mayas. Más recientemente las RFCM se han definido como componentes del paisaje de la PY que están integradas por el FL y el kaláantbi k'áax que en conjunto forman una red de por lo menos 200 poblados que podrían tener un papel importante para favorecer la conectividad y conservación en la PY. Lo anterior se sustenta en la configuración espacial de las RFCM y la evaluación de los atributos estructurales y florísticos de la vegetación leñosa que compone a estas reservas (Levy-Tacher *et al.* 2018, en revisión).

Uno de los aspectos distintivos del proceso de sucesión en las selvas peninsulares, es la resistencia de las especies leñosas al disturbio, a partir de su capacidad de propagarse vegetativamente. Esta adaptación se desarrolló a partir de la presencia de fuegos recurrentes y periodos de sequía prolongados (Levy-Tacher & Aguirre-Rivera 2000, Clarke *et al.* 2013). Debido al predominio de la propagación vegetativa, en la mayoría de las especies leñosas de la SC, es factible predecir la tendencia de sucesión y la composición de muchas de las especies que componen la vegetación madura (Levy-Tacher

1990). Sin embargo, en las fases de sucesión avanzadas destaca el papel del relevo florístico a partir de la lluvia de semillas de especies tardías, que provienen de relictos de áreas conservadas, presentes en ranchos o RFCM (Illsley 1984, Levy-Tacher 1990). La prevalencia de la presencia del fuego en toda la PY, a partir de los incendios forestales y quemas agrícolas, ha llevado suponer la ausencia de áreas con vegetación primaria (Miranda 1958).

Por lo anterior se ha considerado conveniente referir a las áreas con vegetación conservada o baja perturbación con el término "vegetación madura", la cual se entiende, para esta investigación, como aquella vegetación en donde el aprovechamiento agrícola o presencia de incendios no sucede en al menos los últimos 50 años. Generalmente es posible encontrar este tipo de vegetación en propiedades privadas, en áreas de reservas comunales o en áreas naturales protegidas de la PY (Illsley 1984, Levy-Tacher *et al.* 2016).

La importancia de conocer la vegetación del FL de Yaxcabá radica en que es la fuente de servicios ecosistémicos que ha proveído a la población maya desde hace varios siglos. Algunos de ellos son el aprovisionamiento de leña, materiales para construcciones rústicas, frutas, forraje, néctar y polen para la apicultura y recolecta de especies medicinales y ornamentales. También contribuyen para atemperar la temperatura del aire y para la captación y filtración de agua al subsuelo. Igualmente, la vegetación del FL junto con el kaláantbi k'áax y los tolche' forman redes de conectividad estructural que permiten el establecimiento y paso de fauna, de tal manera que pueden fortalecer la conectividad funcional del paisaje (Levy-Tacher *et al.* 2010, Levy Tacher *et al.* 2012, Levy-Tacher *et al.* 2018 en revisión).

No obstante, la relevancia cultural y biológica de estas reservas, en la actualidad se encuentran en riesgo por el debilitamiento de la normatividad sobre el "bien común", por el crecimiento de la población de jóvenes que demandan tierras y por programas gubernamentales, que pudiendo estar bien intencionados, pueden desencadenar prácticas inadecuadas. Un ejemplo es otorgar incentivos a aquellas comunidades que han destruido o degradado su FL al desconocer los esfuerzos de aquellas que habitualmente lo conservan. En el presente estudio se plantearon como objetivos: 1) evaluar el papel del FL como reservorio de la diversidad vegetal leñosa y 2) describir la estructura y composición de la vegetación del FL en comparación con la VM como sistema de referencia que permita definir el grado o nivel de fidelidad ecológica y florística de los FL. Para ello se eligió la vegetación del FL que rodea a la cabecera municipal de Yaxcabá en Yucatán y se realizaron muestreos en ranchos privados donde la vegetación está conservada. La hipótesis es que existen diferencias en la estructura de la vegetación del FL pero no en la riqueza florística en comparación con la VM.

Materiales y métodos

Área de estudio. El municipio de Yaxcabá se localiza en el centro de Yucatán (Figura 1), a 92 km en línea recta hacia el sureste de la ciudad de Mérida, entre las coordenadas 20° 12'

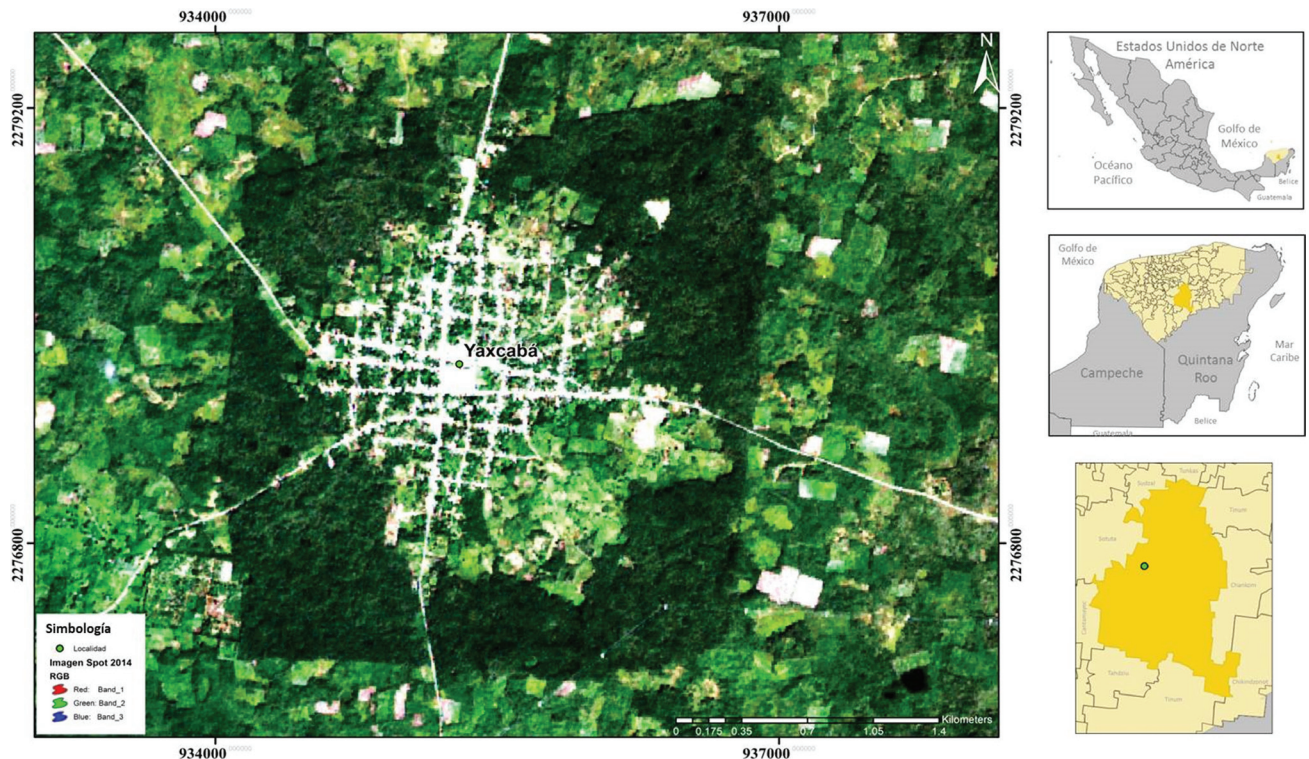


Figura 1. Mapa de localización del fundo legal de Yaxcabá, Yucatán. Fuente: Laboratorio de Análisis de Información Geográfica y Estadística, 2018.

y 20° 46' N y 88° 34' y 89° 02' O, a una altitud promedio de 28 m snm. Ocupa 3.9 % de la superficie del estado con 1,478.419 km². De acuerdo con Miranda (1958), el paisaje kárstico que predomina en la península son ondulaciones altas y bajas, en las que también es posible diferenciar el tipo de suelo bajo una clasificación maya (León-Arteta 1991). En Yaxcabá las ondulaciones altas son conocidas por los campesinos como “altillos” o hollum, que generalmente son leptosoles con una alta pedregosidad y por ello poca profundidad, ocupan un 95 % de la región maicera (Hernández-X 1995). En menor medida se encuentra el kankab (luvisoles rojos y rendzinas) para denotar a las áreas más bajas y con poca afloración de calizas (Illsley 1984, Hernández-X 1988, León-Arteta 1991, Hernández-X *et al.* 1995). La temperatura media anual es de 26° C, con una precipitación pluvial media anual de 1,118 mm, sujeta a variaciones por la presencia de huracanes. El clima que predomina es cálido subhúmedo (Aw) con lluvias en verano, donde la humedad va disminuyendo de sur a norte (García 2004).

La posición geográfica de Yaxcabá propicia una comunidad vegetal de selva mediana de transición, que comparte características estructurales y fisonómicas entre la selva subcaducifolia y caducifolia (Miranda 1958, Pennington & Sarukhán 2005). Sin embargo, en la actualidad dicha dominancia se encuentra alterada por actividades humanas en gran parte de su extensión. En este sentido, se encuentran las prácticas agrícolas peninsulares de la roza, tumba y quema,

donde los campesinos dejan algunos tocones de especies resistentes al fuego y con una alta capacidad de regeneración (Miranda 1958, Hernández-X 1957 en Hernández-X *et al.* 1995). Según Illsley (1984) es posible encontrar vegetación madura a las orillas de la cabecera municipal de Yaxcabá y en algunas propiedades privadas.

Estructura de la vegetación leñosa del FL y la VM. La elección de los lugares para realizar los muestreos de vegetación dentro del FL y la VM fue a través de un muestreo preferencial, a partir del uso de imágenes de satélite y los tipos de suelo registrados en los recorridos de campo. Se establecieron 12 unidades de muestreo (UM) por tipo de suelo predominante, suelos profundos como el kankab y suelos más delgados como el hollum. También se tomó en cuenta la edad del sitio para que las UM fueran comparables. Se consideraron los mismos criterios para el muestreo en VM con cuatro UM para kankab y cuatro para hollum. En total se establecieron 32 UM, cada una de ellas de 400 m² (20 × 20 m) (Figura 2). La cantidad de UM en VM fue menor debido a la baja disponibilidad de áreas con VM ya que el FL de Yaxcabá se encuentra embebido en una matriz principalmente agrícola. Los sitios cercanos, donde se encontró VM con poca perturbación, se ubicaron en propiedades privadas conocidas como ranchos.

Dentro de cada UM se midió a todos los individuos leñosos ≥ 2.7 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP, 1.30

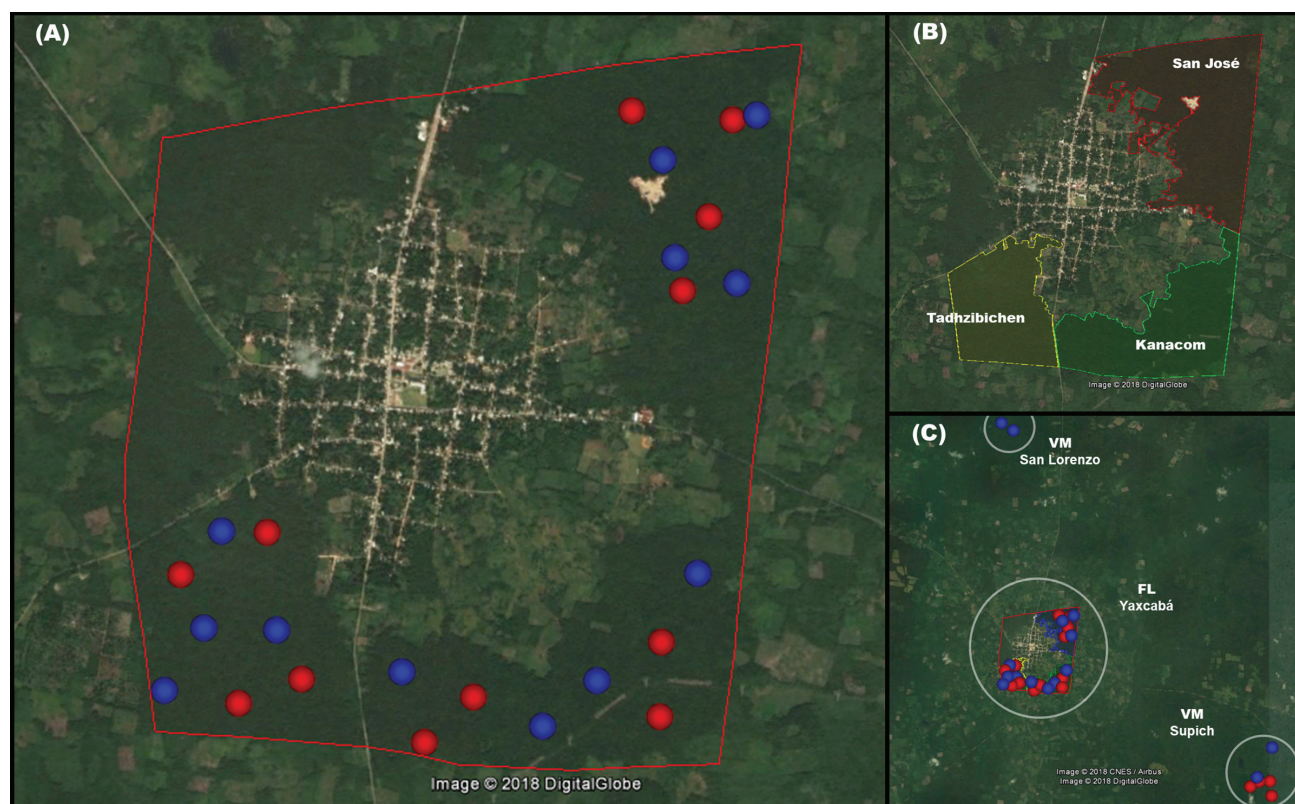


Figura 2. Unidades de muestreo (UM) por tipo de suelo. A puntos azules= hollum, puntos rojos= kankab, línea roja= límites del fundo legal; B en rojo, verde y amarillo se delimitan las secciones de FL que corresponde a cada camino muestreado; C en los círculos se ubican los sitios de muestreo y agrupan a las UM para FL = fundo legal y VM = vegetación madura.

m), ya que es el grosor mínimo de aprovechamiento forestal según usuarios locales de la comunidad. Se registró el número de rebrotes por individuo (si era el caso) y su nombre maya. Con los datos anteriores se obtuvo la densidad, y el área basal (AB), que se calculó a partir de las medidas del diámetro del fuste (Newton 2007).

Composición de la vegetación leñosa. Para cada especie registrada por primera vez, se obtuvo una muestra botánica con la que se elaboró un catálogo botánico de referencia, que sirvió para corroborar las especies registradas a lo largo del muestreo y a partir del cual se elaboró un listado de especies leñosas (ver apéndice). El listado incluye la forma biológica de cada especie y el tipo de suelo donde se encontró. Para la identificación botánica en campo se recurrió al conocimiento de los guías a partir de los nombres mayas y posteriormente se hicieron referencias cruzadas con los listados florísticos de diferentes autores (Barrera-Marín *et al.* 1976, Illsley 1984, Sosa *et al.* 1985, Levy-Tacher 1990, Carnevali-Fernández-Concha *et al.* 2010). La identidad taxonómica de cada muestra del catálogo botánico se cotejó con los ejemplares recolectados a partir de revisiones de herbarios físicos y virtuales y literatura especializada. Se realizó una estandarización de la nomenclatura botánica mediante la consulta en The Plant List (www.theplantlist.org), base taxonómica de plantas vas-

culares auspiciada por los Royal Botanic Gardens (Reino Unido) y el Missouri Botanical Garden (EUA).

Especies endémicas y/o en categorías de riesgo. Para conocer el grado de vulnerabilidad de las especies leñosas, se identificaron aquellas que estuvieran dentro de la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAT 2010) y en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2017). Con base en la distribución de cada especie se identificaron los endemismos locales y regionales.

Riqueza y diversidad de especies leñosas. Para poder comparar el número de especies entre el FL y la VM se utilizaron curvas de rarefacción (interpolación/extrapolación) con base en los números efectivos de especies o números de Hill (0q , 1q , 2q). El número efectivo de especies es una medida que se considera más adecuada para la estimación de la diversidad de dos comunidades. Se define como el recíproco de un promedio de las abundancias relativas de las especies, es decir, calcula el número máximo posible de especies que podrían coexistir en una comunidad, si todas las especies tuvieran la misma abundancia (Hill 1973, Jost 2006, Chao *et al.* 2014, Hsieh *et al.* 2016). Es decir, 0q es equivalente a la riqueza de especies al ser insensible a las abundancias individuales; 1q , representa a las especies con un peso proporcional a su

abundancia (exponencial del índice de Shannon) y 2q , se refiere a las especies dominantes o abundantes (inverso del índice de Simpson).

Análisis estadísticos. Se utilizó un modelo lineal general univariante para evaluar diferencias por tipo de suelo para cada uno de los atributos estructurales como riqueza, densidad, área basal y diversidad entre FL y VM en el programa SPSS ver. 15.0. Posteriormente se aplicaron pruebas post-hoc para las variables en las que hubo diferencias de medias a través el método de Tukey. Los análisis de interpolación/extrapolación para los números de Hill, se realizaron en la plataforma online iNEXT (Chao *et al.* 2016), donde la estimación de la cobertura de la muestra se realizó con intervalos de confianza del 95 % y se complementó con el paquete estadístico de R versión 3.4.4 (R Core Team 2018).

Resultados

Composición de la flora leñosa del FL. Se muestreó un total de 6,426 individuos leñosos en un área efectiva de 0.96 ha. La composición total fue de 86 especies incluidas dentro de 63 géneros y 29 familias de la división Magnoliophyta (Figura 3). De ellas, 71 (82.6 %) fueron determinadas hasta especie, 10 (11.6 %) a nivel de género y una (1.2 %) solo se pudo determinar hasta nivel de familia. De las especies restantes, 4 (4.6 %) permanecieron como desconocidas. Las

familias con la mayor riqueza fueron: Fabaceae (22 especies, 25.6 %), Rubiaceae (12 especies, 14.0 %), Malpighiaceae y Myrtaceae (4 especies cada una, 9.3 %).

Las familias con mayor abundancia de individuos (≥ 300) fueron Polygonaceae (1,974 individuos), Fabaceae (1,131), Rubiaceae (625), Ebenaceae (609), Myrtaceae (325) y Euphorbiaceae (300). Estas cinco familias incluyeron en conjunto 77.3 % de todos los individuos registrados para el muestreo en el FL. Otras familias importantes por sus abundancias fueron Burseraceae (296 individuos), Malpighiaceae (257), Celastraceae (180), Boraginaceae (167) y Nyctaginaceae (126). Los géneros más representados fueron *Randia* con 5 especies, *Acacia* y *Eugenia* con 4 especies cada uno y *Diospyros* con 3.

Gymnopodium floribundum (Polygonaceae), *Bursera simaruba* (Burseraceae) y *Guettarda elliptica* (Rubiaceae) representan 3.5 % de todas las especies, las cuales aparecieron en las 24 UM y además son algunas de las más abundantes con 1,259, 344 y 296 individuos, respectivamente. Un 26.7 % de las especies aparecieron en al menos la mitad del muestreo y el 45.4 % corresponde a especies que aparecen con menor frecuencia (< 12 UM). El resto de las especies (24.4 %) fueron encontradas solo en una UM.

Composición de la flora leñosa de la VM. Debido a la menor disponibilidad de superficie con VM respecto a la de los FL, solamente se muestreó un total de 2,190 individuos en un

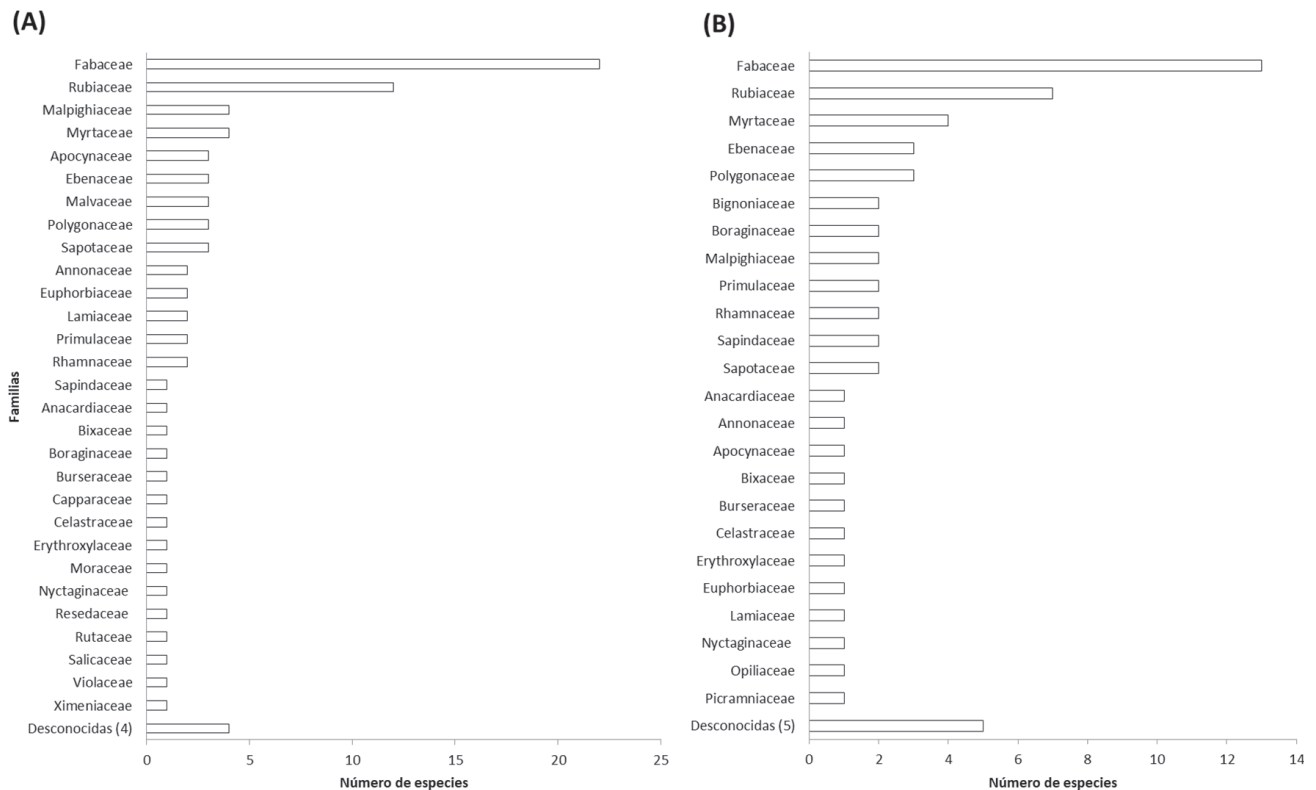


Figura 3. Distribución de las especies leñosas por familia para fundo legal A en 24 UM y vegetación madura B en 8 UM.

área efectiva de 0.32 ha que corresponden a 61 especies dentro de 45 géneros y 24 familias de la división Magnoliophyta (figura 3). De ellas, 52 (85.2 %) fueron determinadas hasta especie, 4 (6.6 %) a nivel de género y 5 (8.2 %) permanecieron como desconocidas. Las familias mejor representadas son Fabaceae con la mayor riqueza específica (13 especies, 21.3 %) y Rubiaceae (7 especies, 11.5 %). Las familias con mayor abundancia de individuos (≥ 100) fueron Fabaceae (504 ind.), Polygonaceae (451), Myrtaceae (444), Ebenaceae (172) y Malpighiaceae (119). Estas cinco familias incluyeron en conjunto 77.2 % de todos los individuos registrados para el muestreo en VM. Los géneros mejor representados fueron *Eugenia* con 4 especies y *Caesalpinia*, *Diospyros* y *Randia* con 3 especies, respectivamente.

Gymnopodium floribundum (Polygonaceae), *Piscidia piscipula* y *Caesalpinia gaumeri* (Fabaceae), *Bunchosia swartziana* (Malpighiaceae), *Bourreria pulchra* (Boraginaceae) y *Bursera simaruba* (Burseraceae), representan 9.8 % de todas las especies, las cuales aparecieron en todos los cuadrantes (8 UM). El 24.6 % de las especies aparecieron en al menos la mitad del muestreo y el 32.8 % corresponde a especies que aparecen con menor frecuencia (< 4 UM). El resto de las especies (32.8 %) fueron encontradas solo en una UM.

Especies endémicas y en categorías de riesgo. De acuerdo con el listado de especies leñosas, se encontraron 22 especies, de las cuales 15 son endémicas y ocho están dentro de alguna categoría de riesgo (ver apéndice). De las especies endémicas, 12 lo son para la Provincia Biótica de la Península de Yucatán y tres solo para la Península de Yucatán. Dentro de la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010 (NOM-059) solo se encontró a *Handroanthus chrysanthus* (antes *Tabebuia chrysantha*) como amenazada.

En la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) se encontraron siete especies bajo tres categorías; cuatro están en bajo riesgo y de preocupación menor (*Chloroleucon mangense*, *Diphysa carthagenensis*, *Lonchocarpus rugosus*, *Chiococca alba*), una en bajo riesgo/casi amenazada (*Acacia gaumeri*), otra

como vulnerable (*Agonandra macrocarpa*) y una más en peligro (*Vitex gaumeri*). De las 22 especies y de acuerdo a los muestreos, solo cuatro especies se encontraron en FL y tres en VM; las 15 especies restantes, se comparten en ambos tipos de vegetación.

Riqueza y diversidad de especies leñosas. La riqueza de especies leñosas para la VM es de ${}^0q = 61$ especies, mientras que en el FL se registraron ${}^0q = 70$ especies, ambos con el mismo esfuerzo de muestreo. La diversidad de especies comunes para la VM fue casi idéntica con ${}^1q = 24.95$ especies y ${}^1q = 25.72$ especies en el FL. Del mismo modo, las especies dominantes para VM fueron de ${}^2q = 16.70$ especies y ${}^2q = 14.75$ especies para FL. Con base en la riqueza efectiva de especies (0q), se puede observar que con el mismo esfuerzo de muestreo hay nueve especies más en el FL respecto a las especies que se encontraron en VM. En este sentido, la VM tiende a ser más alta en la densidad de especies desde los primeros muestreos (Figura 4). Con el registro de pocos individuos se puede recuperar más del 80 % de la cobertura de la muestra para FL y VM por lo que el alcance de la asíntota indica una aceptable representatividad del muestreo para ambos sitios de muestreo.

Estructura de la vegetación leñosa del FL y VM. En la Tabla 1 se presentan los resultados a partir de los inventarios dentro del FL y la VM. Los sitios dentro del FL tenían aproximadamente 45 años de descanso y en VM se sabe que cuenta con por lo menos 85 años de descanso. El área muestreada para cada sitio es la misma (1,600 m²), para cada tipo de suelo. A partir de los datos de riqueza, densidad, área basal, números de Hill (0q , 1q , 2q) y el número de familias presentes por sitio, se observa que los valores estructurales son mayores en suelo de tipo hollum que en kankab.

Al comparar la vegetación de FL y VM a partir del tipo de suelo se encontró que la única variable que presentó diferencias significativas fue el área basal (Tabla 2). El área basal media para FL en suelos de tipo hollum fue de 23.8 m²/ha y 32.1 m²/ha para kankab. En VM, el área basal media

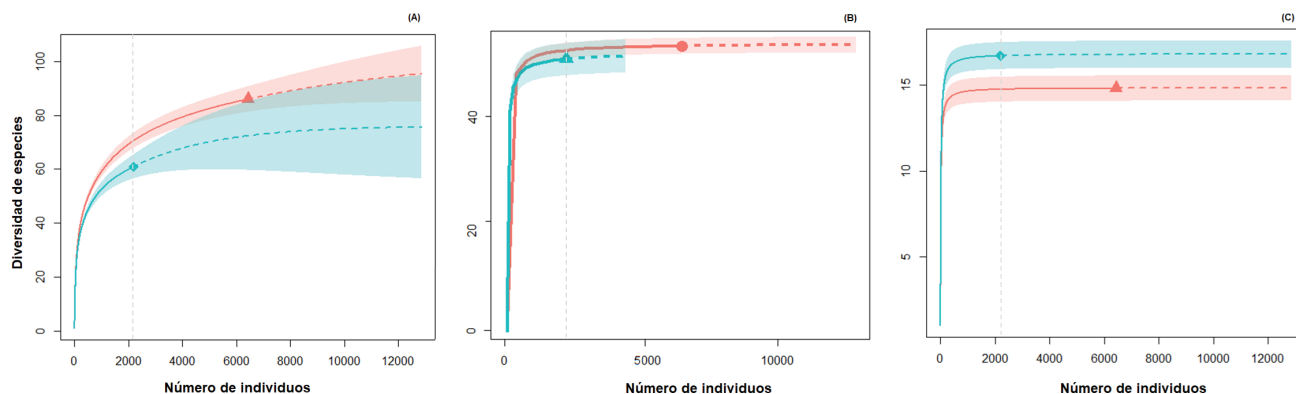


Figura 4. Curvas de rarefacción basadas en el tamaño de la muestra con intervalos de confianza del 95 % (áreas sombreadas) donde A: 0q corresponde a la riqueza de especies, B: 1q al exponente de Shannon y C: 2q al inverso de Simpson. La línea vertical discontinua (en gris) permite comparar la diversidad entre el fundo legal (línea roja) y la vegetación madura (línea azul) a partir del mismo esfuerzo de muestreo.

Tabla 1. Valores estructurales por tipo de suelo que describen los sitios muestreados en Yaxcabá, Yucatán.

Sitio de muestreo	Rumbo	Barbecho (años)	Área (m ²)	Suelo	D	AB (m ² /ha)	⁰ q	¹ q	² q	F
FL	San José	45	1600	Hollum	1090	34.60	47	19.77	13.23	22
FL	Kanacom	45	1600	Hollum	1344	31.37	48	19.77	12.71	22
FL	Tadzhibichen	45	1600	Hollum	1269	30.24	56	24.00	16.31	22
VM	Supich/San Lorenzo	> 85	1600	Hollum	1118	38.92	51	25.74	18.08	23
FL	San José	45	1600	Kankab	877	23.79	50	15.60	7.39	20
FL	Kanacom	45	1600	Kankab	887	23.56	36	13.71	8.88	16
FL	Tadzhibichen	45	1600	Kankab	959	23.90	40	14.66	9.01	17
VM	Supich/San Lorenzo	> 85	1600	Kankab	1072	41.13	40	11.18	6.84	20

FL= fundo legal; VM= vegetación madura; D= densidad; AB= área basal; ⁰q= riqueza; ¹q= exponencial de Shannon; ²q= inverso de Simpson; F= número de familias.

fue de 38.9 m²/ha en hollum y 41.1 m²/ha para kankab. Es notable la diferencia del área basal entre FL y VM con 15.2 m²/ha de diferencia para individuos presentes en hollum y 9.1 m²/ha de diferencia para leñosas en kankab por lo que existen diferencias significativas ($p = 0.001$).

Por último, se comparó la proporción de rebrotes para FL y VM en los que se distinguió entre tallos múltiples respecto a aquellos que eran de tallos simples. En el FL se registró un total de 4,698 tallos simples y 598 grupos de tallos múltiples, que corresponden a 1,728 individuos. En VM se registraron 1,620 tallos simples y 205 grupos de tallos múltiples que corresponden a 570 individuos. La proporción de individuos rebrotados entre ambos sitios de muestreo fue mínima con 27 % para FL y 26 % en VM.

Discusión

Composición de especies leñosas. La similitud entre la vegetación del FL y la VM fue determinada a partir de las 32 UM en las que se registró un total de 99 especies de leñosas, de las cuales, 86 estuvieron presentes en la vegetación del fundo legal (24 UM) y 61 en la vegetación madura (8 UM). La composición florística estuvo representada principalmente por especies de la familia Fabaceae y Rubiaceae para ambos tipos de vegetación (figura 3). Estos datos coinciden con los

que reportan otros estudios de la flora de la península particularmente para aquellos con selva mediana subcaducifolia (Zamora-Crescencio *et al.* 2008, Gutiérrez-Báez *et al.* 2012, Hernández-Ramírez & García-Méndez 2015). Sin embargo, es difícil comparar directamente con otros estudios para la región ya que incluyen diversas formas biológicas (Sosa *et al.* 1985, Kantún 2000, Navarro 2001, Palma 2009, Carnevali-Fernández-Concha *et al.* 2010) o engloban a los bosques secos estacionales donde suelen incluir desde selvas bajas hasta selvas medianas (Ibarra-Manríquez *et al.* 1995, Ceccon *et al.* 2002, Trejo & Dirzo 2002), no obstante, coinciden con las familias más representativas.

La vegetación de FL y VM de Yaxcabá resguarda aproximadamente el 22.7 % de las especies leñosas registradas para la PY y el 34.5 % para especies registradas en Yucatán, de acuerdo con Ibarra-Manríquez *et al.* (1995). En estudios más recientes, de las 2,262 especies leñosas y no leñosas que reportan Carnevali-Fernández-Concha *et al.* (2010), el área muestreada en Yaxcabá cuenta con aproximadamente el 4.4 % de las especies para la PY y con el 6.8 % sólo para Yucatán (Tabla 3).

En cuanto a los endemismos, la vegetación muestreada en Yaxcabá alberga el 27.8 % de especies leñosas de la PY y el 35.7 % de especies sólo para Yucatán (Ibarra-Manríquez *et al.* 1995), lo que indica una proporción alta si se considera

Tabla 2. Comparación de la riqueza, densidad, área basal y números de Hill por tipo de suelo a partir de la prueba de Tukey para FL y VM. Los valores de P derivan de un análisis sin considerar el tipo de suelo.

Variables	F L		V M		FL vs VM ($p < 0.05$)
	Hollum	Kankab	Hollum	Kankab	
Riqueza (⁰ q)	31.33	22.58	31.25	21.75	0.768
Densidad	308.58	226.92	279.50	268.00	0.431
Área basal	23.75	32.07	38.92	41.14	0.001
Exponente de Shannon (¹ q)	16.17	11.11	19.07	8.78	0.957
Inverso de Simpson (² q)	10.88	7.83	13.39	5.74	0.933

Tabla 3. Proporción de especies registradas en Yaxcabá (*) en comparación con las especies registradas para la Península de Yucatán (PY) y el estado de Yucatán, así como sus endemismos.

Registros de flora en la PY	Sinusia	Península de Yucatán		Yucatán		Especies endémicas			
		No. spp.	% de spp.*	No. spp.	% de spp.*	Península de Yucatán		Yucatán	
						No. spp.	% de spp.*	No. spp.	% de spp.*
Ibarra-Manríquez <i>et al.</i> (1995)	Leñosas	437	22.7	287	34.5	54	27.8	42	35.7
Carnevali-Fernández-Concha <i>et al.</i> (2010)	Leñosas y herbáceas	2,262	4.4	1,458	6.8	202	7.4	144	10.4
Rodríguez-Sánchez <i>et al.</i> (2018)	Leñosas	99*	100.0	99*	100.0	15*	100.0	15*	100.0

que el estado de Yucatán tiene una superficie de 39,524 km² y el área de estudio alcanza apenas los 0.0138 km². En la Tabla 3 se detalla el porcentaje de endemismos para Yucatán y para toda la PY.

Por otra parte, se detectó una diferencia absoluta de nueve especies efectivas más en el FL respecto a la VM después de corregir por el esfuerzo de muestreo (Figura 4). La frecuencia y abundancia de algunas especies puede relacionarse con el manejo que le dan las personas a la vegetación a favor de las principales actividades económicas en Yaxcabá (por ej., la apicultura). *Gymnopodium floribundum* estuvo presente en todos los muestreos, ya que es una de las especies melíferas más importantes por la calidad y cantidad del néctar que produce lo cual le confiere cuidado por los campesinos.

Chemas & Rico-Gray (1991) reportaron 37 especies que conforman la flora melífera y polínifera en una comunidad cercana a Yaxcabá; de ellas, en el presente trabajo se registraron 17 de esas especies (*Acacia gaumeri*, *Acacia* spp., *Bunchosia swartziana*, *Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Caesalpinia violacea*, *Cochlospermum vitifolium*, *Exostema caribaeum*, *Gymnopodium floribundum*, *Lonchocarpus* spp., *Lysiloma latisiliquum*, *Metopium brownei*, *Mimosa bahamensis*, *Neomillspaughia emarginata*, *Piscidia piscipula*, *Harvardia albicans* y *Vitex gaumeri*), que en su mayoría coincide con las más abundantes y en algunos casos también son más frecuentes en los sitios muestreados. Sin embargo, no se puede asegurar que el manejo sea un factor que determine su presencia pues es necesario considerar las particularidades de este tipo de selvas.

La similitud de la riqueza y diversidad entre el FL y la VM ya había sido señalada con anterioridad para las selvas yucatecas (Levy-Tacher & Aguirre-Rivera 2000). Se ha interpretado que la composición florística inicial es alta al comienzo de la sucesión y posiblemente determina la composición y estructura de la vegetación en fases sucesionales avanzadas (Levy-Tacher & Aguirre-Rivera 2000). Por lo anterior, la ausencia/presencia de algunas especies en el FL sugiere la posibilidad de que sean especies que pertenecen a las primeras etapas sucesionales (pioneras o secundarias iniciales)

en contraste con las especies persistentes, exclusivas de la VM, que corresponden más a fases de sucesión ecológica tardías. Por tanto, el FL de Yaxcabá es una reserva forestal que posee una alta diversidad de especies leñosas; de ellas destacan algunas especies endémicas que le confieren un alto valor biológico. Además, es una reserva que proporciona recursos de subsistencia a las personas de la localidad, sin agotarlos a través de prácticas que logran mantener su composición florística.

Estructura de la vegetación leñosa. El muestreo de la vegetación mostró que no existen diferencias significativas en la riqueza, densidad y diversidad entre el FL y la VM (Tabla 2); sin embargo, el área basal fue superior en VM. Es posible que la menor cantidad de árboles gruesos en el FL responda a las prácticas de aprovechamiento constante que se llevan a cabo. En términos de conservación sorprende que la mayoría de los atributos estructurales sean similares al comparar el FL con la VM, y al parecer el área basal podría equipararse, entre estas dos condiciones con solo permitir mayor tiempo de regeneración.

Aunado a lo anterior, los resultados comparativos entre la VM y FL, sobre la diversidad y riqueza de especies leñosas coinciden con los resultados de Bohn *et al.* (2014) al demostrar que no hay diferencias entre la vegetación madura y las comunidades secundarias yucatecas-mayas y yucatecas-tzotziles, en la Reserva de la Biósfera de Calakmul.

De igual forma las prácticas de manejo y aprovechamiento de los campesinos peninsulares bajo la roza, tumba y quema, que ha mantenido a la vegetación en estrés constante, lo cual propicia y mantiene una mayor capacidad de rebrotes vigorosos en comparación con otras especies que se desarrollan en ambientes menos perturbados (Del-Tredici 2001, Clarke *et al.* 2013). En este sentido, las formas biológicas de las especies cambian, es decir, aquellas que generalmente son árboles (tallos simples), suelen encontrarse en formas que tienden a ser arbustivas (tallos múltiples) debido a la alta capacidad de rebrote de las especies en selvas tropicales secas (Poorter *et al.* 2010). Dicha adaptación se ve reflejada en la proporción

similar de rebrotes para el FL y la VM. Por tanto, que la VM se ubique generalmente dentro de propiedades privadas propicia su resguardo por largos periodos, con lo cual permite que algunas de las especies alcancen a desarrollar tallos más gruesos y de alturas en promedio mayores a los 12 m.

De acuerdo con los tipos de suelos, hollum presentó mayor riqueza de acuerdo a los valores de diversidad y las especies efectivas con respecto al kankab, es posible que esto se relacione con la diferencia en la profundidad de cada suelo. En este sentido, Trejo (1998) argumenta que los factores físicos del sitio específico pueden ayudar a explicar la variabilidad de las especies en diferentes áreas, en este caso, debido a las diferencias en los dos tipos de suelo (origen, composición y profundidad). Sin embargo, no hay una variable ambiental que por sí sola explique las variaciones en la diversidad de especies en las selvas tropicales, por lo que sería necesario evaluar otros parámetros, como temperatura, precipitación y composición edáfica, que ayuden a explicar la diferencia en la diversidad de especies entre los tipos de suelo en el sitio de estudio. El análisis, a partir del tipo de suelo, fue significativo por lo cual es una condición importante para entender las diferencias en la composición de sus especies.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca otorgada para realizar los estudios de maestría de la primera autora. A los Proyectos Institucionales Multidisciplinarios y Transversales (proyectos MT 2016-2018) de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), a la U.S. Fish and Wildlife Service (Grant # F16AP00239) y a Etnobiología para la Conservación A. C. A Moisés Santos Alcocer, Guadalupe Cuxin y a la Biól. Diana María Cortés Sosa por su apoyo en el trabajo de campo. También extendemos nuestro agradecimiento al Dr. Hugo Perales Rivera, a la M. G. Marcela Yilotl Cázares Sánchez, a la Biól. Fernanda Deyanira Dorantes Hernández, al Dr. Dario Navarrete Gutiérrez, al Dr. Mario Ishiki Ishihara y Miguel Martínez Icó quienes con sus sugerencias y correcciones mejoraron el análisis de la información presentada en este trabajo. Por último, expresamos nuestra gratitud a los revisores y editores, quienes con sus comentarios y críticas permitieron mejorar el manuscrito.

Literatura citada

- Barrera-Marín A, Barrera-Vásquez A, López-Franco RM. 1976. *Nomenclatura etnobotánica maya: una interpretación taxonómica*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, SEP, Centro Regional del Sureste.
- Bohn JL, Diemont SAW, Gibbs JP, Stehman S V, Mendoza-Vega J. 2014. Implications of Mayan agroforestry for biodiversity conservation in the Calakmul Biosphere Reserve, Mexico. *Agroforestry Systems* **88**: 269-285. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10457-014-9674-9>.
- Bullock JM, Aronson J, Newton AC, Pywell RF, Rey-Benayas JM. 2011. Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution* **26**: 541-549. DOI: <http://doi.org/10.1016/J.TREE.2011.06.011>
- Carnevali-Fernández-Concha G, Tapia-Muñoz J, Duno-de Stefano R, Ramírez I. 2010. *Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico*. Mérida: Centro de Investigación Científica de Yucatán.
- Ceccon E, Olmsted I, Vázquez-Yanes C, Campo-Alves J. 2002. Vegetación y propiedades del suelo en dos bosques tropicales secos de diferente estado regeneracional en Yucatán. *Agrociencia* **36**: 621-631.
- Chao A, Gotelli NJ, Hsieh TC, Sander EL, Ma KH, Colwell RK, Ellison AM. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monograph* **84**: 45-67. DOI: <http://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Chao A, Ma KH, Hsieh TC. 2016. *User's Guide for iNEXT Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity* <http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/wp-content/uploads/software/iNEXTOnline_UserGuide.pdf> (accessed November 29, 2017).
- Chemas A, Rico-Gray V. 1991. Apiculture and management of associated vegetation by the maya of Tixcacaltuyub, Yucatan, Mexico. *Agroforestry Systems* **13**: 13-25. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF00129616>.
- Clarke PJ, Lawes MJ, Midgley JJ, Lamont BB, Ojeda F, Burrows GE, Enright NJ, Knox KJE. 2013. Resprouting as a key functional trait: How buds, protection and resources drive persistence after fire. *New Phytologist* **197**: 19-35. DOI: <http://doi.org/10.1111/nph.12001>.
- Cob-Uicab J V, Granados-Sánchez D, Arias-Reyes LM, Álvarez-Moctezuma JG, López-Ríos GF. 2003. Recursos Forestales y Etnobotánica en la Región Milpera de Yucatán, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* **9**: 11-16.
- Elizondo C, López-Merlín D. 2009. *Las áreas voluntarias de conservación en Quintana Roo. Corredor Biológico Mesoamericano México*. México: Serie Acciones, CONABIO.
- Ellis E, Porter L. 2007. Agroforestería en la selva maya: antiguas tradiciones y nuevos retos. In: González-Jácome A, del Amo-Rodríguez S, Gurri-García F, eds. *Los Nuevos Caminos de la Agricultura: Procesos de Conversión y Perspectivas*. México: Plaza y Valdés, 213-242. ISBN: 9789707226579
- FAO. 2016. *El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra*. Roma: FAO. ISBN 978-92-5-309208-6
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 970-32-1010-4
- Gutiérrez-Báez C, Ortiz-Díaz J, Flores-Guido JS, Zamora-Crescencio P. 2012. Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del punto de unión territorial (PUT) de Yucatán, México. *Polibotánica* **33**: 151-174.
- Hernández-Ramírez AM, García-Méndez S. 2015. Diversidad, estructura y regeneración de la selva tropical estacionalmente seca de la Península de Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical* **63**: 603-616.
- Hernández-X E. 1988. La agricultura tradicional en México.

- Comercio Exterior* 38: 673-678.
- Hernández-X E. 1995. La producción agrícola en Yucatán... "La tierra de menos tierra". In: Hernández-X E, Bello-Baltazar E, Levy-Tacher SI, eds. *La milpa en Yucatán: un sistema de producción agrícola tradicional*. México: Colegio de Postgraduados, 1-5. ISBN: 9789688391594
- Hernández-X E, Levy-Tacher SI, Bello-Baltazar E. 1995. La roza-tumba-quema en Yucatán. In: Hernández-X E, Bello-Baltazar E, Levy-Tacher SI, eds. *La milpa en Yucatán: un sistema de producción agrícola tradicional*. México: Colegio de Postgraduados, 35-86. ISBN: 9789688391594
- Hill MO. 1973. Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology* 54: 427-432. DOI: <http://doi.org/10.2307/1934352>.
- Hsieh TC, Ma KH, Chao A. 2016. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution* 7: 1451-1456. DOI: <http://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Ibarra-Manríquez G, Villaseñor JL, Duran García R. 1995. Riqueza de especies y endemismo del componente arbóreo de la Península de Yucatán, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 57: 49-77. DOI: <http://doi.org/10.17129/botsci.1476>
- Illsley G. 1984. *Vegetación y producción de la milpa bajo roza tumba quema en el ejido de Yaxcabá, Yucatán*. BSc. Thesis. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- IUCN. 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. < <http://www.iucnredlist.org> > (accessed November 5, 2017).
- Jost L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113: 363-375. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>.
- Kantún J. 2000. *Análisis florístico de la vegetación del ejido de Tixcacaltuyub, Yucatán, México*. BSc. Thesis, Universidad Autónoma de Yucatán.
- León-Arteta R. 1991. (Tsol Lu'um) La clasificación maya de las tierras. Ek' Lu'um Tierra buena para pan. *La Ciencia y el Hombre* 8: 79-99.
- Levy-Tacher SI. 1990. *Sucesión secundaria en Yucatán. Antecedentes para su manejo*. MSc. Thesis. Chapingo México, Colegio de Postgraduados.
- Levy-Tacher SI, Aguirre-Rivera JR. 2000. El aprovechamiento agrícola intensivo de los Hubchés (Acahuals o comunidades secundarias) de Yucatán. *Revista Geográfica* 28:79-103.
- Levy-Tacher SI, Aguirre-Rivera JR, Vleut I, Román-Dañobeytia F, Perales-Rivera H, Zúñiga-Morales J, González-Espinosa M, Domínguez-Álvarez A, Caso-Chávez M, Herrera-Gloria JM, Ramírez-Marcial N, Gaudry-Sada KH, Pignataro G, Sánchez-González A, Macario-Mendoza P. 2016. Experiencias y perspectivas para la rehabilitación ecológica en zonas de amortiguamiento de las áreas naturales protegidas Montes Azules (Chiapas) y Calakmul (Campeche). In: Ceccon E, Martínez-Garza C, eds. *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. CRIM, CONABIO295-320. ISBN: 9786070281570
- Levy-Tacher SI, Román-Dañobeytia F, Muench C, Sánchez-González A, Pignataro G, Vleut I. 2010. Restauración de la conectividad del paisaje a partir del conocimiento ecológico tradicional maya en Nueva Palestina, selva Lacandona, REBIMA, Chiapas. In: Bello-Baltazar E, Naranjo-Piñera E, Vandame R, eds. *Innovación socioambiental y desarrollo en la frontera sur de México*. Chiapas: REDISA, ECOSUR, 68-72. ISBN 978-607-7637-29-5
- Levy-Tacher SI, Ramírez-Marcial N, González-Espinosa M, Román-Dañobeytia F. 2012. Rehabilitación ecológica de áreas agropecuarias degradadas en la Selva Lacandona: una alternativa fincada en el conocimiento ecológico tradicional maya. In: Bello-Baltazar E, Naranjo-Piñera E, Vandame R, eds. *La Otra Innovación para el Ambiente y la Sociedad en la Frontera Sur de México*. Chiapas: ECOSUR, 248-258. ISBN - Obra:978-607-7637-45-5
- Levy-Tacher SI, Ramírez-Marcial N, Navarrete-Gutiérrez DA, Rodríguez-Sánchez PV. 2018. Are Mayan community forest reserves effective to connect people's needs and preserve tree species? *Environmental Management*, In Press.
- Miranda F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. In: Beltrán E, ed. *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. Vol. II. México: Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, 215-271.
- Miranda F, Hernández-X E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179. DOI: <http://dx.doi.org/10.17129/botsci.1084>
- Navarro V. 2001. *Estudio florístico de la vegetación de la sierrita de Ticul en el rancho Hobonil, municipio: Tzucacab, Yucatán, México*. BSc. Thesis. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Newton AC. 2007. *Forest ecology and conservation. A handbook of techniques*. Oxford: Oxford University Press. ISBN-13: 9780198567448; DOI: <http://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198567448.001.0001>
- Palma PG. 2009. *Estructura y composición de la selva mediana subcaducifolia de Kabah y San Juan Bautista Tabi y anexa Sanicte, Yucatán*. BSc. Thesis. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Pennington TD, Sarukhán J. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. México: FCE, UNAM. ISBN: 9789703216437
- Poorter L, Kitajima K, Mercado P, Chubiña J, Melgar I, Prins HHT. 2010. Resprouting as a persistence strategy of tropical forest trees: Relations with carbohydrate storage and shade tolerance. *Ecology* 91: 2613-2627. DOI: <http://doi.org/10.1890/09-0862.1>
- R Core Team. 2018. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <<https://www.R-project.org/>> (Accessed February 14, 2018)
- SEMARNAT [Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 2da Sección, 30 de diciembre de 2010.
- Sosa V, Flores-Guido J, Rico-Gray V, Lira-Saade R, Ortiz J. 1985. *Etnoflora Yucatanense. Lista florística y sinonimia maya. Fascículo 1*. México: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. ISBN: 8489600872

- Del Tredici P. 2001. Sprouting in temperate trees: A morphological and ecological review. *The Botanical Review* **67**: 121-140. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF02858075>.
- Trejo I. 1998. *Distribución y diversidad de selvas bajas de México: Relaciones con el clima y el suelo*. PhD Thesis. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Trejo I, Dirzo R. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity & Conservation* **11**: 2048-2063. DOI: <http://doi.org/10.1023/A:1020876316013>.
- Zamora-Crescencio P, García-Gil G, Flores-Guido JS, Ortiz JJ. 2008. Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en el sur del estado de Yucatán, México. *Polibotánica* **26**: 39-66.

Editor de sección: Martha Martínez-Gordillo

Contribuciones de cada autor: PVRS, diseñó la investigación, obtuvo datos, analizó y editó el manuscrito; SILT, concibió la investigación, analizó y editó el manuscrito; NRM, concibió la investigación, analizó y editó el manuscrito; EEL, concibió la investigación, analizó y editó el manuscrito.

Apéndice: Listado de especies leñosas

División/Clase/Familia/Especie	NM	FC	Su	Si	Ar	D	CR
MAGNOLIOPHYTA							
MAGNOLIOPSIDA							
Anacardiaceae							
<i>Metopium brownei</i> Urb.	Chechem	A	K	VM	R	M-CA	
<i>Spondias</i> sp.	Abal ak	A	K/H	FL	R		
Annonaceae							
<i>Mosannonia depressa</i> (Baill.) Chatrou	Elemuy	A	H	FL/VM	+	M-CA	
<i>Sapranthus campechianus</i> (Kunth) Standl.	Sak e'lemuy	A	H	FL	R	M-CA	
Apocynaceae							
<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold	Akits	a, A	H	FL	R	M-CA	
<i>Plumeria obtusa</i> L. var. <i>sericifolia</i> (C. Wright ex Griseb.) Woodson	Nikte'ch'om	a, A	K/H	FL/VM	3	M-CA	
<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i> Jacq.	Uts'ub-pek'	A	K	FL	R	M-SA	
Bignoniaceae							
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose	Ahauche'	A	H	VM	R	M-SA	NOM-059: A
<i>Parmentiera millspaughiana</i> L.O. Williams.	Kat ku'uk	A	K	VM	+	M-CA	
Bixaceae							
<i>Cochlospermum vitifolium</i> Spreng.	Chu'um	A, a	K/H	FL/VM	3	M-SA	
Boraginaceae							
<i>Bourreria pulchra</i> Millsp.	Bakalche'	A	H/K	FL/VM	3	EL-PY	
<i>Cordia</i> sp. (cf. <i>Cordia gerascanthus</i> L.)	Bohon	A	H	VM	R	M-CA	
Burseraceae							
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chakah	A	H/K	FL/VM	4	A	
Capparaceae							
<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo		A	H/K	FL	+	NA-CA	
Celastraceae							
<i>Cassine xylocarpa</i> Vent.	Boob ch'iich'	A	H/K	FL/VM	4	M-SA	
Ebenaceae							
<i>Diospyros anisandra</i> S.F. Blake	Kakalche'	a, A	H/K	FL/VM	4	ER-PBPY	
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Siliil	A	H/K	FL/VM	4	M-CA	
<i>Diospyros yucatanensis</i> Lundell var. <i>longipedicellata</i> Lundell	Pisi'tit	A	H/K	FL/VM	3	EL-PY	
Erythroxylaceae							
<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan	Ikche'	A	K/H	FL/VM	R	M-CA	
Euphorbiaceae							
<i>Croton reflexifolius</i> Kunth	P'ele'es k'uuch	a, A	H/K	FL/VM	3	M-CA	
<i>Jatropha curcas</i> L.	Pomolche'	a, A	H	FL	R	M-SA	
Fabaceae							
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	Subin	A	H	FL	R	M-SA	
<i>Acacia gaumeri</i> S.F. Blake	Box katsim	A	H/K	FL/VM	3	ER-PBPY	UICN: LR/NT
<i>Acacia</i> sp.	Subinche'	A	H	FL	R		
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	Chi'may	a, A	H	FL	1	M-SA	
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Sak ts'ulub took'	a, A	H/K	FL/VM	2	M-CA	
<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Chak ts'ulub took'	a, A	K	FL	R	M-SA	

División/Clase/Familia/Especie	NM	FC	Su	Si	Ar	D	CR
<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Kitimche'	A	K/H	FL/VM	5	M-CA	
<i>Caesalpinia violacea</i> Standl.	Chakte'	A	H	VM	R	M-CA	
<i>Caesalpinia yucatanensis</i> Greenm.	Ta'k'inche'	A, a	K/H	FL/VM	1	M-CA	
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose var. <i>leucospermum</i> (Brandege) Barneby & J.W. Grimes	Ya'ax-ek'	a, A	K	FL	R	M-CA	UICN: LR-LC
<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Tsutsuk	a, A	K/H	FL/VM	4	M-SA	UICN: LR-LC
<i>Erythrina standleyana</i> Krukoff	Chak mo'ol che'	A	K	FL	+	M-CA	
<i>Gliricidia maculata</i> (Kunth) Kunth	Sakyab	A	H	FL/VM	1	ER-PBPY	
<i>Havardia albicans</i> Britton & Rose	Chukum	A	K/H	FL/VM	4	ER-PBPY	
<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	Katsim	A, a	H/K	FL/VM	1	M-CA	UICN: LR-LC
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier	Xu'ul	A	H/K	FL/VM	3	ER-PBPY	
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	A	H/K	FL/VM	5	NA-CA	
<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Sak katsim	a, A	K/H	FL/VM	1	M-CA	
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Sak ja'bin	A	K/H	FL/VM	3	NA-CA	
<i>Pithecellobium</i> sp. (cf. <i>Pithecellobium unguis-cati</i> (L.) Benth.)	Ts'iuiche'	A	K	FL	R	M-SA	
<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	Tu'ja'che'	a, A	K	FL	R	M-SA	
<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	K'aan ja'abin	A, a	K/H	FL	R	M-CA	
<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & P. Wilson) Standl.	Katalox	A	H	FL	+	M-CA	
Lamiaceae							
<i>Callicarpa acuminata</i> Kunth	Puk'im	A	H/K	FL	+	M-SA	
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	A	H/K	FL/VM	1	M-CA	UICN: EN
Malpighiaceae							
<i>Bunchosia</i> sp.		A	H	FL	R		
<i>Bunchosia swartziana</i> Griseb.	Sipche'	a, A	H/K	FL/VM	4	M-CA	
<i>Byrsonima bucidifolia</i> Standl.	Sakpah	A	H	FL	R	E-PBPY	
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Gayabte'	a, A	K/H	FL/VM	4	M-SA	
Malvaceae							
<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	Sutup	A	K	FL	R	M-CA	
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'askat	A	K	FL	3	M-SA	
<i>Trichospermum</i> sp. (cf. <i>Trichospermum lessertianum</i> (Hochr.) Dorr)	Holol	A	K	FL/VM	R	M-SA	
Moraceae							
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ox	A	K	FL	R	M-SA	
Myrtaceae							
<i>Eugenia foetida</i> Pers.	Sak loob	A	H/K	FL/VM	3	NA-CA	
<i>Eugenia</i> sp. 1	Chakni'	A	H/K	FL/VM	1		
<i>Eugenia</i> sp. 2	Pichi'che'	A	K/H	FL/VM	3		
<i>Eugenia</i> sp. (cf. <i>Eugenia gaumeri</i> Standl.)	Jirimich	A, a	K/H	FL/VM	4	M-CA	
Nyctaginaceae							
<i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.	Tats'i'	a, A	H/K	FL/VM	3	M-CA	
Opiliaceae							
<i>Agonandra macrocarpa</i> L.O. Williams	Pak'aal che'	A	H	VM	R	M-CA	UICN: VU
Picramniaceae							
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	Bel sinik che'	a, A	K/H	VM	R	NA-CA	

Vegetación del fundo legal de Yaxcabá, Yucatán

División/Clase/Familia/Especie	NM	FC	Su	Si	Ar	D	CR
Polygonaceae							
<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	Boob	A	H/K	FL/VM	5	M-CA	
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe in Hook	Ts'its'ilche'	A	K/H	FL/VM	5	M-CA	
<i>Neomillspaughia emarginata</i> S.F. Blake	Tsaytsa'	a, A	K/H	FL/VM	5	ER-PBPY	
Primulaceae							
<i>Ardisia</i> sp.	Chulultsup	A	H/K	FL/VM	4		
<i>Bonellia nervosa</i> (C. Presl) B. Ståhl & Källersjö	Chaksik'in	A	H	FL/VM	+	M-CA	
Resedaceae							
<i>Forchhammeria trifoliata</i> Radlk.		a, A	H	FL	R	M-CA	
Rhamnaceae							
<i>Colubrina greggii</i> S. Watson var. <i>yucatanensis</i> M.C. Johnst.	Churumay	a, A	H/K	FL/VM	3	ER-PBPY	
<i>Krugiodendron</i> sp. (cf. <i>Krugiodendron ferreum</i> Urb.	Chintok'	A, a	H	FL/VM	R	A	
Rubiaceae							
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	Ka'an chak che'	a, A	K/H	FL	1	A	UICN: LR-LC
<i>Exostema caribaeum</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Sabakche'	a, A	H/K	FL/VM	1	NA-CA	
<i>Guettarda combsii</i> Urb.	Tasta'ab	A	H/K	FL/VM	2	M-CA	
<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Kibche'	A, a	K/H	FL/VM	4	M-SA	
<i>Hintonia octomera</i> Bullock	Payluch	a, A	K	FL	+	ER-PBPY	
<i>Machaonia lindeniana</i> Baill.	K'uch'el	A	K/H	FL/VM	2	ER-PBPY	
<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	K'ax	a, A	H/K	FL/VM	+	ER-PBPY	
<i>Randia</i> sp. 1		A	H/K	FL	1		
<i>Randia</i> sp. 2		A	H	FL	+		
<i>Randia</i> sp. 3		A	H/K	FL/VM	R		
<i>Randia</i> sp. 4		A	H/K	FL	1		
<i>Randia truncata</i> Greenm. & C.H. Thomps.		A	K	VM	+	EL-PY	
Rubiaceae sp.	T'unche'		K/H	FL	R		
Rutaceae							
<i>Casimiroa tetrameria</i> Millsp.	Yuy	A	K	FL	R	M-CA	
Salicaceae							
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	Tamay	A	H/K	FL	R	M-CA	
Sapindaceae							
<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth	Guayun k'ax	A	H	VM	R	M-SA	
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'anchunup	A	H/K	FL/VM	1	ER-PBPY	
Sapotaceae							
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees ex Standl.	Chi' keejil	A	K	FL	+	M-CA	
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen	Chakya'	A	H	FL/VM	R	M-CA	
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> subsp. <i>buxifolium</i> (Wild. Ex Roem. & Schult.) T.D. Penn.		a, A	H/K	FL/VM	R	M-SA	
Violaceae							
<i>Hybanthus yucatanensis</i> Millsp.	Sak baake kaan	A	H	FL	+	M-CA	
Ximeniaceae							
<i>Ximenia americana</i> L.	Maapche'	a, A	H	FL	R	Cos	
Morfoespecies							
Sp. 1	Jupche'	A	H	FL	R		

División/Clase/Familia/Especie	NM	FC	Su	Si	Ar	D	CR
Sp. 2	Puts'mukuy	A	H	VM	R		
Sp. 3	Sak kuisilche'	A	H/K	FL/VM	+		
Sp. 4	Tohyub	A	K/H	FL	R		
Sp. 5	Tsimin	A	H	VM	R		
Sp. 6		A	K	VM	R		
Sp. 7		A	H	FL	R		
Sp. 8	Ho'ol	A	H	VM	R		

Nombre maya (NM): La escritura de los nombres mayas se realizó de acuerdo a Barrera-Marín *et al.* (1976) y Sosa *et al.* (1985); **forma de crecimiento (FC)**: A = árbol, a = arbusto; **suelo (Su)**: H = *hollum*, K = *kankab*; **sitio (Si)**: lugar donde se fue registrada la especie, FL= vegetación de fundo legal y VM = vegetación madura; **abundancia relativa con base en la cobertura (Ar)**: r = Casi ausente (uno o pocos individuos), += Ocasional (pocos individuos), 1 = Escaso a abundante pero con menos de < 5% de cobertura, 2 = Escaso 6-10 % de cobertura, 3 = Regular 11-25 %, 4 = Abundante 26-50 %, 5 = Codominante 51-75%, 6 = Dominante 76-100 %; **distribución (D)**: EL-PY = Endémico local a la Península de Yucatán; ER-PBPY= Endémico regional a la Provincia Biótica de la Península de Yucatán; NA-C = Norteamérica a Centroamérica; M-CA = México a Centroamérica; M-SA= México a Sudamérica; A = América; Cos = Cosmopolita; **categorías de riesgo (CR)**: NOM-059-SEMARNAT (2010): A = Amenazada; UICN (2017): LR-LC = bajo riesgo/baja preocupación; LR-NT = bajo riesgo/casi amenazado; VU = vulnerable; EN = en peligro.