

Ecología

Florística, composición y estructura de las comunidades vegetales de la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán

Floristic, composition and structure of vegetation communities of eastern portion of the State Reserve Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán

Patricia Guadarrama ^a, Luis Salinas-Peba ^a, Xavier Chiappa-Carrara ^a y José Alberto Ramos-Zapata ^{b, *}

^a Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Puerto de Abrigo s/n, 97356 Sisal, Hunucmá, Yucatán, México

^b Departamento de Ecología Tropical, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Km 15.5 Carretera Mérida-Xmatkuil s/n, 97315 Mérida, Yucatán, México

*Autor para correspondencia: aramos@correo.uady.mx (J.A. Ramos-Zapata)

Recibido: 13 mayo 2016; aceptado: 1 febrero 2018

Resumen

La Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán (RECMY) fue decretada en el año 2010, sin embargo, aún no se han realizado estudios sobre su composición taxonómica vegetal, considerada una de las propiedades más importantes de las comunidades vegetales. Este trabajo tuvo por objetivo elaborar un listado florístico e identificar los tipos de vegetación y las asociaciones vegetales presentes en la RECMY, analizando su estructura y composición. Se registraron 198 especies, 170 géneros y 61 familias. De ellas el mayor número de especies lo presentaron la familia Fabaceae, seguida por Cyperaceae, Asteraceae y Malvaceae. Seis de las especies registradas se encuentran bajo la categoría de amenazadas y 1 como protegida. Ocho especies son endémicas de la porción mexicana de la provincia biótica de la Península de Yucatán. Se identificaron 4 tipos de vegetación (matorral de duna costera, manglar, petén y selva baja inundable) y 2 asociaciones vegetales (tasistal y tifal). Estos resultados muestran la riqueza de especies y de tipos de vegetación en la RECMY, y son la base para plantear el plan de manejo de la reserva encaminado a su conservación.

Palabras clave: Matorral de duna costera; Manglar; Petén; Selva baja inundable; Tasistal; Tifal

Abstract

The State Reserve Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán was decreed in 2010; however, there are no studies on the vegetation taxonomic composition that is the most important characteristic of plant communities. The present work was aimed to generate a floristic list as well as to recognize the different plant communities and association types, including the analysis of the structure and composition. We registered 198 species, 170 genera and 61 families; the higher number of species was found in the plant family Fabaceae, followed by Cyperaceae, Asteraceae and Malvaceae. Six species are listed as threatened and 1 as protected. Eight species are endemic to the biotic province of Yucatán Peninsula. We identified 4 vegetation types (coastal dune shrubs, mangrove, petén, and

tropical low flooding forest) and 2 plant associations (“tasistal”: 3 species and “tifal”: 1 species). These results show the plant species richness and the diversity of vegetation types on the RECMY, and they may be considered to promote the conservation program of the reserve.

Keywords: Coastal dune shrubs; Mangrove; Petén; Tropical low flooding forest; Tasistal; Tifal

Introducción

Yucatán es un estado costero cuyo cordón litoral tiene una longitud de 342.47 km (Contreras, 2010), en el que se encuentra ubicada la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la costa norte de Yucatán (RECMY), con una superficie total de 54,776.726 ha, dividida en 3 áreas: 1) occidental, que abarca de los poblados costeros de Sisal y Chuburná, 2) el área central, que va de Chuburná a San Benito y 3) el área oriental, de San Benito a Dzilam de Bravo (Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, 2010).

Los humedales forman parte fundamental del paisaje de la RECMY, formando a lo largo del litoral un escudo de protección contra los ciclones y huracanes que afectan las costas (De Groot et al., 2007). Bordeando a los humedales costeros se presentan los bosques de manglar, constituidos por 4 especies: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*; los Peténes, que son islas de vegetación de manglar o de selva mediana subcaducifolia sobre suelo calcáreo con aporte de agua dulce y los tasistales que son pastizales inundables con islotes donde se establece la palma *Acoelorrhaphes wrightii* (Carnevali et al., 2010; Quero, 1992).

Los humedales costeros, desde el punto de vista ecológico, son ecosistemas altamente productivos y mantienen una fuerte interacción bioenergética con ecosistemas vecinos como los pastos marinos y arrecifes de coral (de la Morinière et al., 2002; Mumby, 2006); asimismo, son ricos en especies que los utilizan para protegerse, reproducirse y alimentarse (Barba-Macías et al., 2006). Ejemplo de ello son las aves, que están presentes en los humedales a lo largo del año, tanto para la anidación como para el cortejo y forrajeo (González et al., 2011; Serrano et al., 2013).

El humedal costero que bordea el puerto de Sisal y alcanza el puerto de Chuburná (en el área occidental de la reserva con 22.5 km de longitud) ha sufrido perturbaciones antropogénicas importantes desde épocas remotas, debido a que fue desde tiempos prehispánicos un puerto comercial (García-de Fuentes et al., 2011). En 1807 tuvo un nuevo auge al obtener el permiso de descarga de mercancías provenientes de la Habana. Por otra parte, en la región se extraía el palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*) exportado a España durante la época colonial (García-de Fuentes et al., 2011; Villegas y Torras, 2014), lo que pudo llevar a esta especie a una parcial extinción en toda

la península. Posteriormente, la introducción de especies exóticas como el coco (*Cocos nucifera*) cuyas plantaciones sobre la franja costera tuvieron un fuerte impacto sobre la vegetación nativa, y que durante los años 60 presentaron un gran auge, hasta su casi total desaparición después del brote del amarillamiento letal que mermó a las plantaciones (Granados-Sánchez y López-Ríos, 2002). Las plantaciones de *Agave sisalana* (henequén de fibras gruesas) también ocuparon una gran extensión de la franja costera, siendo vital para la economía del estado en el siglo XIX, dando el nombre al Puerto de Sisal, lugar donde se cultivaba y exportaba (F.B. Mex, com. pers.).

En esta área, puerto de Sisal y puerto de Chuburná, de la RECMY, también se han presentado alteraciones naturales que han modificado la fisonomía del litoral, provocando la formación de la laguna La Carbonera, como consecuencia del impacto de los huracanes Gilberto (1988) e Isidoro (2002). El primero rompió la isla de barrera y formó un estrecho canal, mientras que el segundo rompió el cordón arenoso que separaba la ciénaga del mar, lo que permitió el contacto directo entre el mar y la ciénaga (Jerónimo et al., 2012). Estos eventos, que dieron origen a la laguna La Carbonera, cuya entrada de agua de mar (con influencia de las mareas) y el aporte de agua dulce de manantiales de origen terrestre subsuperficial (Jerónimo et al., 2012; Palacios-Sánchez y Vega-Cendejas, 2010), han modificado tanto las variables ambientales como temperatura, salinidad y marea (Jerónimo et al., 2012), así como la diversidad biológica. En el ambiente acuático, se ha destacado la función de la laguna como lugar idóneo para el refugio de especies marinas ante eventos adversos (Chiappa-Carrara et al., 2012), mientras que en el ambiente terrestre, se observa un proceso de sucesión alogénica en la isla de barrera en la que se lleva a cabo la colonización vegetal con elementos tanto de duna costera como de manglar (Carmona et al., 2013).

El área que comprende el humedal costero desde la ciénaga que cruza la población de Sisal hasta la laguna costera no ha sido valorada desde el punto de vista florístico; por ello, este trabajo tuvo por objetivo, realizar un listado de especies así como identificar las comunidades vegetales presentes en el humedal costero y describir la composición vegetal con miras a contribuir con información actualizada en el plan de manejo de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán y de su área de influencia.

Materiales y métodos

El humedal costero de Sisal forma parte del área occidental de la RECMY (Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, 2010), se localiza en el límite costero entre Chuburná y Sisal, Yucatán (21°13'94" N, 89°53'69" O - 21°14'07.9" N, 89°52'51.3" O) y abarca desde el puerto de Sisal hasta el sistema lagunar conocido como La Carbonera en los límites del poblado de Chuburná (fig. 1).

El clima predominante en el área es cálido-seco correspondiente al subtipo (BSo (h') w(i') gw") (Orellana et al., 2010), durante el año se presentan 3 temporadas: sequía, lluvias y "nortes" (Sánchez-Santillán et al., 2012; Whigham et al., 1990). El régimen de lluvias de verano es menor a los 600 mm, de los cuales entre 5 y 10% se presenta en la temporada de "nortes" y una precipitación invernal también entre 5 y 10% (Duch, 1988). La evaporación es de aproximadamente 1,682 mm, con una temperatura promedio anual de 26 °C (García, 1988). Los suelos de la zona costera, al igual que la mayor parte de los suelos de la península de Yucatán, son especialmente pobres en nutrientes debido a la presencia de suelos poco

profundos, calcáreos, con abundante roca caliza, escasa materia orgánica y alta permeabilidad (Duch, 1988).

De acuerdo con el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán (2010), la vegetación que se reporta para la zona ubicada entre Sisal y Chuburná comprende manglares, Peténes, seibadales y pastizales inundables. Según Carnevali et al. (2010), en la zona existe vegetación de duna costera, manglar, Peténes, sabanas y pequeños manchones de selva baja inundable. En el área se encuentra infraestructura perecedera con fines turísticos y con muy bajo impacto ambiental, y es considerada con potencial para servicios ambientales, además de ser refugio, zona de reproducción y anidación de diferentes especies de aves (Arcos, 2014).

Se realizaron recolectas de material botánico de manera sistemática, realizando recorridos en los diferentes tipos de vegetación del área de estudio durante 2 años a partir de enero de 2013, consideraron individuos que presentaran estructuras reproductivas (flores o frutos). Para cada individuo recolectado se anotaron las coordenadas geográficas, la forma de vida y el tipo de vegetación; los individuos se identificaron hasta el nivel de

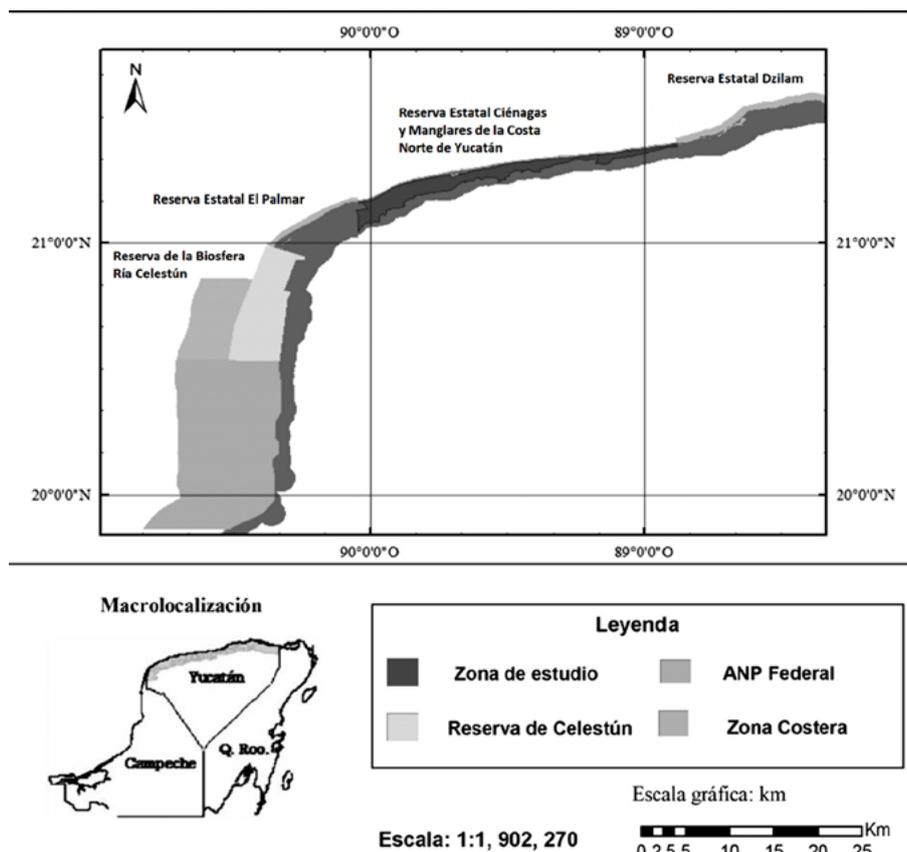


Figura 1. Polígono de zonificación de la Reserva Estatal de Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. ANP = Área Natural Protegida.

especie siguiendo diferentes claves dicotómicas (Chávez y Guevara-Féfer, 2003; Diego-Pérez, 1995; Ortiz y Flores, 2008; Flores, 2001) y se revisó la nomenclatura actual de acuerdo a The Plant List (2013), versión 1.1; posteriormente, los ejemplares se herborizaron siguiendo la metodología sugerida por el herbario nacional (MEXU). Los ejemplares recolectados y herborizados se enviaron a resguardo a 3 herbarios: (MEXU), Herbario-Fibroteca "U Najil Tikin Xiw" del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY) y el Herbario "Alfredo Barrera Marín" de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY).

Los recorridos realizados permitieron identificar los tipos de vegetación presentes en la zona de estudio, clasificándolos de acuerdo a la adecuación para la vegetación de la península de Yucatán (Flores y Espejel, 1994) de la clasificación propuesta por Miranda y Hernández (1963) y Rzedowski (1978) en: matorral de duna costera (21°14'02.7" N - 89°53'21.2" O); manglar (21°12'34.8" N - 89°55'57.7" O); petén que incluyó: petén de manglar (21°11'54.1" N - 89°56'48.7" O) y petén de selva (21°07'56.0" N - 90°00'33.7" O), petén de selva 2 (21°07'57.2" N - 90°00'25.5" O); selva baja inundable (21°06'39.3" N - 89°58'51.1" O) y tasistal (21°08'00.1" N - 90°00'2.2" O).

En cada comunidad vegetal identificada se realizaron muestreos, que consistieron en transectos en banda cuya longitud mínima fue de 100 m y con un ancho de 5 m (5 transectos por cada tipo de vegetación), siguiendo todos la orientación norte a sur, esto para identificar los cambios entre tipos de vegetación. Cada transecto fue subdividido en cuadros de 5 m × 5 m y en cada cuadro se realizaron conteos de las especies. Para el estrato arbóreo se midieron todos los individuos enraizados con tronco definido en la base hasta una altura de 2 m.

Las medidas obtenidas para cada individuo fueron la altura (utilizando un clinómetro marca Suunto) y la cobertura; asimismo en el caso de árboles se consideró el diámetro a la altura del pecho a 1.30 m de altura. Aquellos árboles ubicados en el intervalo $3 \text{ cm} \geq \text{DAP} \leq 10 \text{ cm}$ se consideraron como jóvenes o preadultos. Se consideró sotobosque a los individuos del estrato inferior con $\text{DAP} \leq 3 \text{ cm}$ y con una altura mayor de 50 cm, así como a los que presentaron una altura menor a 50 cm y $\text{DAP} \approx 0 \text{ cm}$.

En cada tipo de vegetación identificado, se determinaron los parámetros estructurales de densidad (número de individuos por unidad de área), frecuencia (porcentaje de cuadrantes, o unidades submuestrales, en las que aparece la especie), dominancia estimada a través del total del área basal (para árboles) o la cobertura (para herbáceas) de una especie entre el área muestreada y el valor de importancia (frecuencia relativa + densidad relativa + dominancia relativa) (Cox, 1980; Mueller-Dombois y Elleberg,

1974). Se contabilizó el número de especies (riqueza de especies) y se obtuvo el índice de diversidad Shannon-Wiener por tipo de vegetación. Se realizó un análisis de componentes principales (PCA), con el paquete estadístico PC-ORD versión 5.10 (1991-2006), considerando las especies vegetales que conforman cada uno de los tipos de vegetación identificados.

Resultados

Los resultados de vegetación incluyeron la recolección de 2,301 ejemplares que fueron herborizados, de ellos 2,270 fueron entregados a los herbarios MEXU, CICY, UADY (98.6%), los restantes 31 ejemplares (1.4%) aún no han sido identificados. Se registraron 60 familias, 167 géneros y 199 especies (apéndice 1). El mayor número de especies pertenecen a las familias Fabaceae (19 especies), Cyperaceae y Euphorbiaceae (con 13 especies cada una), Asteraceae, Malvaceae y Poaceae (con 12 especies cada una), Amaranthaceae y Apocynaceae (con 9 especies cada una), Convolvulaceae (8 especies) que juntas representan más del 50% de las especies (tabla 1). Entre las especies se presentaron las formas de crecimiento arbórea (41 especies), arbustiva (30 especies), herbácea (115 especies), hierba trepadora y arrosetada (3 y 1 especies respectivamente), también se encontraron 3 especies de palmeras. En el matorral de duna costera la forma de crecimiento predominante fue la herbácea (40 especies), cabe señalar que también se encontraron individuos juveniles de los mangles *C. erectus*, *A. germinans*, *R. mangle* y *L. racemosa*. La forma arbórea predominó en el manglar (5 especies) y en el petén (12 especies), mientras que en la selva baja inundable hubo un mayor número de herbáceas (49 especies) que de arbóreas (30 especies) (fig. 2).

Se reportan 6 especies que se encuentran bajo alguna categoría de la Norma Oficial Mexicana 059-Semarnat-2010 (Semarnat, 2010). Seis especies son consideradas como amenazadas, entre las que se incluyen las 4 especies de mangle presentes en México (*A. germinans*, *C. erectus*, *L. racemosa* y *R. mangle*), 1 especie de la familia Cactaceae (*Selenicereus donkelaarii*) y *Amoreuxia wrightii* considerada como protegida. También se encontraron 8 especies endémicas de la porción mexicana de la provincia biótica de la península de Yucatán, de las cuales ninguna se encuentra en alguna categoría de la NOM-059-Semarnat-2010 (tabla 2). Se reporta una especie de palmera introducida, *C. nucifera* dentro de un petén.

Se encontraron 4 tipos de vegetación distribuidos desde la línea de costa hacia tierra adentro de la siguiente manera: matorral de duna costera, manglar bordeando toda la ciénaga, petnes de tipo selva y de tipo manglar

distribuidos de forma dispersa entre la ciénaga y la laguna, y la selva baja inundable que se presenta con diferentes extensiones en los límites extremos de la reserva. Asimismo, se presentaron 2 asociaciones vegetales: el tasistal, dominado por la palma *A. wrightii* a los lados de la carretera en la entrada al poblado de Sisal y los

tifales, conformados por la especie *Typha domingensis*, en pequeños manchones que aparecen durante la temporada de lluvias en los bordes de la carretera.

Tabla 1
Número de especies por familia y porcentaje que representa del total de las especies presentes en la porción occidental de la Reserva Estatal de Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

Familia	Especies	Porcentaje
Fabaceae	19	9.55
Cyperaceae	13	6.53
Euphorbiaceae	13	6.53
Asteraceae	12	6.03
Malvaceae	12	6.03
Poaceae	12	6.03
Amaranthaceae	9	4.52
Apocynaceae	9	4.52
Convolvulaceae	8	4.02
Acanthaceae	5	2.51
Boraginaceae	5	2.51
Rubiaceae	5	2.51
Cactaceae	4	2.01
Solanaceae	4	2.01
Verbenaceae	4	2.01
Nyctaginaceae	4	2.01
Arecacea	3	1.50
Primulaceae	3	1.50
Combretaceae	2	1.00
Aizoaceae	2	1.00
Bignoniaceae	2	1.00
Bixaceae	2	1.00
Capparaceae	2	1.00
Combretaceae	2	1.00
Loranthaceae	2	1.00
Malpighiaceae	2	1.00
Passifloraceae	2	1.00
Plantaginaceae	2	1.00
Polygonaceae	2	1.00
Sapotaceae	2	1.00
Scrophulariaceae	2	1.00
Zigophyllaceae	2	1.00
Familias con 1 especie	29	14.57

Matorral de duna costera (MD). El matorral se localiza a todo lo largo del litoral costero a excepción de una pequeña franja pegada a la entrada de la laguna, donde la vegetación que está en contacto con el mar es manglar. El estrato arbóreo presenta diámetros a la altura del pecho (DAP) de 3.5 a 15.75 cm, 369 individuos/ha, área basal de $27.2 \pm 7.4 \text{ cm}^2$, altura de $2.02 \pm 0.39 \text{ m}$ y cobertura de $607 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (tabla 3). Los valores de importancia (VI) más altos corresponden a los mangles *C. erectus* (72.17) y *A. germinans* (68.36) y a las leguminosas *Caesalpinia vesicaria* (27.39) y *Pithecellobium keyense* (25.29) (apéndice 2). En tanto que el sotobosque tuvo 1,915 individuos/ha con una altura de $0.54 \pm 0.05 \text{ m}$ (tabla 3). Los VI más altos corresponden a individuos de *Salicornia bigelovii* (38.12) y *Sesuvium portulacastrum* (34.44), así como *Bravaisia berlandieriana* (18.73) y *Distichlis spicata* (16.26), *Batis maritima* (13.86) y *Opuntia stricta* (13.18) especies típicas de este estrato (apéndice 3), así mismo, se observaron plántulas de mangle. Se reporta una mayor riqueza florística en el sotobosque (27) que en el estrato arbóreo (11) y mayor diversidad en el estrato arbóreo (1.9) que en el sotobosque (0.8) (tabla 3).

Manglar (M). Esta comunidad vegetal se encuentra bordeando ambos lados de la ciénaga y la laguna, incluso se encuentra tierra adentro y con elementos florísticos en la duna costera. Presenta un estrato arbóreo con DAP de 3 cm a 11.7 cm, 214 individuos/ha, área basal de $22.5 \pm 3.8 \text{ cm}^2$, altura de $3.7 \pm 0.57 \text{ m}$ y cobertura de $241 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (tabla 3). Los VI más altos corresponden a *A. germinans* (56.35) y *C. erectus* (40) (apéndice 2). Tuvo alta riqueza florística (15) ya que se pueden encontrar elementos del matorral de duna costera tales como *Cordia sebestena*, *Pithecellobium keyense* y *Metopium brownei*, lo cual nos indica la cercanía entre las dos comunidades, pero la diversidad fue baja (tabla 3).

Petén (P). Se localizan en la laguna y en la ciénaga, fueron nombrados: Petén de manglar, aquellos conformados únicamente por especies de mangle, mientras que los Petén de selva contenían especies características de la selva mediana subperennifolia. El petén de manglar (PM) estudiado está en el área de la laguna costera La Carbonera, presentó un estrato arbóreo con DAP de 30 a 41 cm, 895 individuos/ha, área basal de $107.55 \pm 8.4 \text{ cm}^2$, altura de $6.1 \pm 0.89 \text{ m}$ y cobertura de $813 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (tabla 3). Los VI más altos corresponden a *L. racemosa* (91.63) y *A. germinans* (82.31) (apéndice 2). Los 2 Petén de selva estudiados presentaron estrato arbóreo con valores muy similares, ellos están ubicados a los lados de la carretera que va a Sisal inmersos en la vegetación de tasistal aledaña

a la ciénaga. Presentan DAP de 2.9 a 28.3 cm, 444 ± 44 individuos/ ha, área basal de 43 ± 6.8 cm², altura de 6 ± 0.7 m y cobertura de 948 ± 191 m²ha⁻¹ (tabla 3). El petén de selva 1 (PS1) tuvo los VI más altos en las especies *C. erectus* (42.83), *Ficus cotinifolia* (31.37) y *A. germinans* (29.3), mientras que el petén de selva 2, (PS2) presentó el mayor VI en *Manilkara zapota* con 54.4. Los valores mayores de riqueza y de diversidad se presentaron en los Peténes de selva (tabla 3, apéndice 2).

Selva baja inundable (SBI). Se encuentra en los límites de la reserva en forma de manchones de diferentes tamaños. Presenta dos estratos bien definidos, el estrato arbóreo y el sotobosque. El estrato arbóreo, presenta DAP de 6 a 26 cm, 692 individuos/ha, área basal de 44.68 ± 9.07 cm², alturas de 4.6 ± 0.81 m y cobertura de 801 m²ha⁻¹ (tabla 3). El VI más alto corresponde a *H. campechianum* (50.23) (apéndice 2). El sotobosque registró 3143 individuos/ha y una altura de 0.5 ± 0.03 m. Los VI más altos corresponden a *Solanum nigrum* (18.69), *Sporobolus pyramidatus* (13.54) *Ipomoea carnea* (12.83) y *Plumeria obtusa* (12.34). La mayor riqueza se presentó en el sotobosque y la mayor diversidad correspondió al estrato arbóreo (tabla 3, apéndice 3).

Las asociaciones vegetales se caracterizan por tener una especie como dominante y es generalmente ésta la que le confiere el nombre a la asociación (Flores y Espejel, 1994), las 2 asociaciones encontradas en la reserva corresponden al tasistal y el tifal. El tasistal (T) está dividido por la carretera que comunica la ciudad de Hunucmá con el puerto de Sisal, en él se encontraron solamente 3 especies, siendo dominante la palmera *A.*

wrightii con un VI de 118.3, las otras 2 especies son *Cladium jamaicense* y *Rhynchospora colorata*, las alturas en esta asociación vegetal se encuentran entre 0.5 y 1.98 m, presentan 148 individuos/ha y la cobertura de 56 m²ha⁻¹ (tabla 3, apéndice 2). Mientras que el tifal se encuentra en pequeños manchones de menos de 15 m² de área compuesto por la especie *T. domingensis* con alturas de entre 1 y 2 metros ubicados a los lados de la misma carretera entre el manglar y la selva baja inundable.

El análisis de componentes principales (PCA) realizado explicó el 79% de la variación de los datos con los 2 primeros ejes por lo que la representación gráfica muestra la información existente en los datos con poca distorsión. La vegetación de petén (PS1, PS2, PM), tasistal (T) y manglar (M) comparten especies y los valores de correlación son significativos ($p < 0.05$). En cambio, los sitios de la selva baja inundable (SBI) y matorral de duna (MD) presentan especies vegetales distintas de las que caracterizan el petén, el tasistal y el manglar (fig. 3). Cabe señalar que no se incluyó a los tifales en el análisis por ser pequeños manchones monoespecíficos.

Discusión

En Yucatán, los humedales se encuentran parcialmente conservados, aunque las presiones antropogénicas ligadas a infraestructura con fines urbanísticos y turísticos actualmente causan deterioro ambiental (Batllori-Sampedro, 2012). El humedal costero que va del puerto de Sisal hasta la laguna La Carbonera está bordeado por manglar, aledaño a éste, se presenta vegetación de

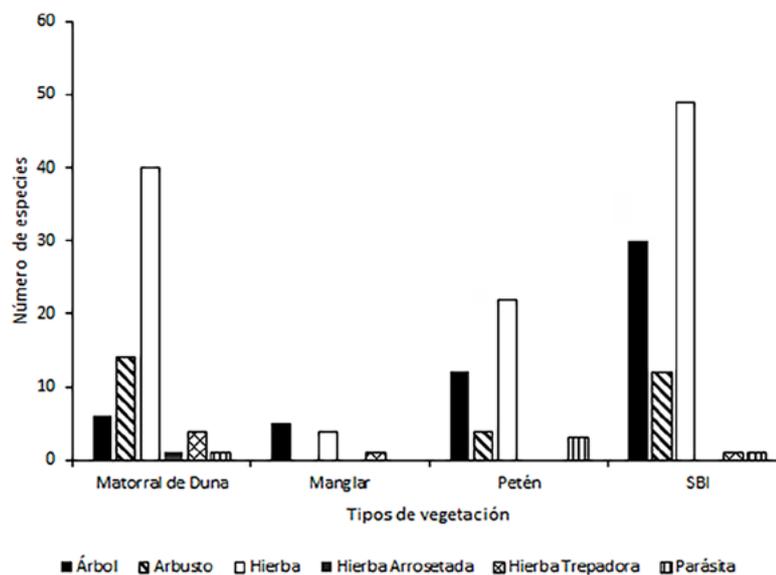


Figura 2. Número de especies por forma de crecimiento presentes en cada comunidad vegetal estudiada en la Reserva Estatal de Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

Tabla 2

Especies reportadas para la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán incluidas en alguna categoría de la NOM-059-Semarnat-2010 (Semarnat, 2010) o consideradas con algún grado de endemismo (Carnevali et al., 2010).

Especie	Categoría NOM 59	Endemismo
<i>Ageratum gaumeri</i> B.L.Rob.	Sin Categoría	Endémica
<i>Amoreuxia wrightii</i> A. Gray	Protegida	No endémica
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	Amenazada	No endémica
<i>Bonellia flammea</i> (Millsp. ex Mez) B. Ståhl y Källersjö	Sin Categoría	Endémica
<i>Cienfuegosia yucatanensis</i> Millsp.	Sin Categoría	Endémica
<i>Conocarpus erectus</i> L.	Amenazada	No endémica
<i>Cuphea gaumeri</i> Koehne	Sin Categoría	Endémica
<i>Cuscuta yucatanana</i> Yunck.	Sin Categoría	Endémica
<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> (Miranda) Rzed.	Sin Categoría	Endémica
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Sin Categoría	Endémica
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn.	Amenazada	No endémica
<i>Nopalea gaumeri</i> Britton y Rose	Sin Categoría	Endémica
<i>Rhizophora mangle</i> L.	Amenazada	No endémica
<i>Selenicereus donkelaarii</i> (Salm-Dyck) Britton y Rose	Amenazada	No endémica

dunas costeras hasta la línea de costa, en las áreas donde colindan ambos tipos de vegetación, se presenta una mezcla de elementos florísticos, reportándose especies de manglar en el matorral de duna costera y viceversa (e.i., *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* del manglar y *Pithecellobium keyense* y *Cordia sebestena* del matorral de duna costera), por ello fue común encontrar en el matorral de duna costera individuos juveniles de los mangles *C. erectus*, *A. germinans*, *R. mangle* y *L. racemosa*. También se presentan Peténes inmersos en el humedal, así como tasistales y tifales y vegetación de selva baja inundable.

En general existen pocos estudios en ambientes costeros de México que abarquen la florística y estructura de diferentes tipos y asociaciones vegetales. Romero-López et al. (2006) realizaron un estudio en una barra costera de Baja California Sur, donde reportan 42 especies en 9 asociaciones vegetales distribuidas en un gradiente de salinidad. Dicha riqueza es baja al compararla con las 189 especies encontradas en este estudio en 7 comunidades vegetales. La alta riqueza de especies puede explicarse debido a que la región recibe influencia florística del litoral del golfo de México, las Antillas y la península de Florida, por lo tanto, la vegetación de esta zona es florísticamente compleja (Espejel, 1984).

La duna costera estudiada presenta formaciones de muy baja elevación (aproximadamente un 1m snm), en la mayoría de los casos poco perceptibles. La comunidad vegetal, sin embargo, puede ser diferenciada entre la

zona de rastreras compuesta por herbáceas afectadas directamente por la aspersión salina y el matorral costero en la parte posterior. La vegetación de duna costera aledaña a la isla de barrera en formación, estudiada por Carmona et al. (2013), presenta 34 especies mientras que Guadarrama et al. (2012) indican la presencia de 56 especies a lo largo de la costa de Sisal, con valores de riqueza entre 19 y 32 especies dependiendo del sitio, siendo este último muy similar a lo encontrado en el presente estudio (tabla 3). Muñoz-Vallés y Cambrollé (2015) afirman que un factor que incrementa la biodiversidad en las dunas costeras es la expansión de especies alóctonas, contrario a ello, en este estudio se registran especies de mangle dentro del matorral de duna costera con valores de importancia muy altos, ello debido a la interacción entre ambas comunidades vegetales. La duna costera no es considerada en la delimitación del área que comprende la RECMY, sin embargo, al ser la duna costera parte integral del humedal costero, se incluyó en los muestreos y análisis.

La vegetación de manglar bordea toda la ciénaga de Sisal y la laguna La Carbonera, con una altura de 3.5 m donde *A. germinans* y *C. erectus* son las especies más conspicuas, asimismo, la baja altura que presentan los manglares en esta zona, por lo que se denominan chaparros o achaparrados, está relacionada con el sustrato calcáreo en el que se establecen (Rodríguez-Zúñiga et al., 2013) y con condiciones de baja concentración de nutrientes, estrés hidrológico, por exceso de salinidad intersticial y cambios en el hidropérido (Zaldívar-Jiménez et al., 2010), así como

por vientos muy fuertes (Durán et al., 2010). Cabe señalar que según el estudio realizado por Rodríguez-Zúñiga et al. (2013), el estado de Yucatán perdió alrededor de 7,000 ha de manglar en 5 años (de 2005 a 2010), sin embargo, en ese estudio no se consideraron las 54,776.726 ha que conforman la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la

Costa Norte de Yucatán, por lo que no se cuenta con un inventario actual del área de manglar presente en el estado.

En el caso de los Peténes, se encuentran dentro de la ciénaga y en contacto con el manglar y la selva baja inundable. Durán (1987) señala que estructuralmente pueden ser de 2 tipos dependiendo de las especies

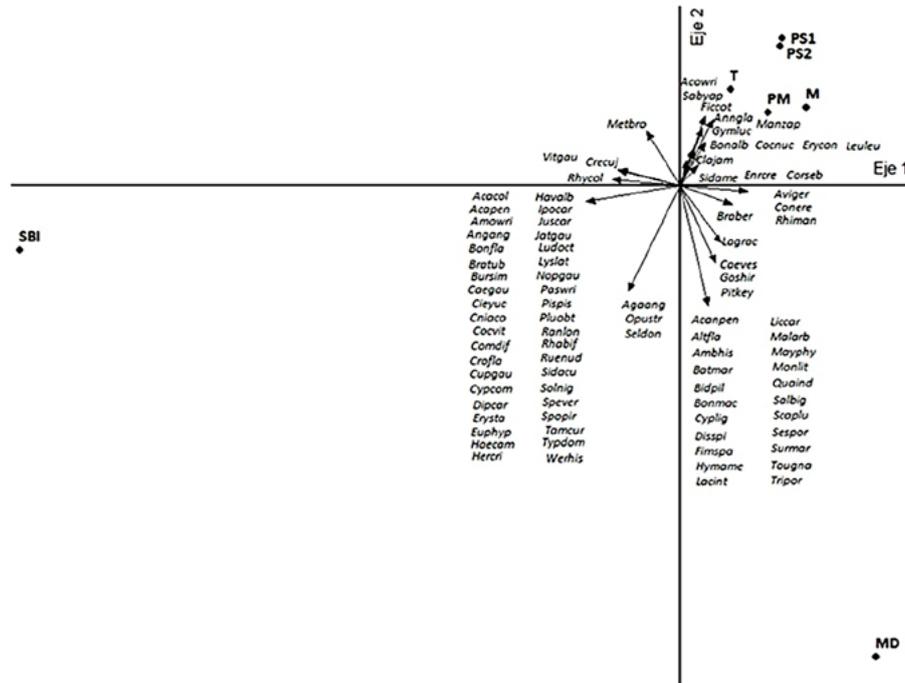


Figura 3. Análisis de componentes principales realizado para las comunidades vegetales estudiadas y las especies que las conforman. MD = matorral de duna costera, M = manglar, PS1 y PS2 = petén de selva, PM = petén de manglar, SBI = selva baja inundable, T = tasistal. La notación de las especies vegetales está construida con las tres primeras letras del género y de la especie (ejemplo *Metbro*= *Metopium brownei*, los nombres completos se enlistan en el apéndice 1).

Tabla 3

Datos estructurales de las comunidades vegetales identificadas en la porción occidental de la Reserva Estatal de Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. Los datos fueron extrapolados a 1 ha. El DAP (diámetro a la altura del pecho a 1.30 m) indica los valores menor y mayor, se muestran los valores promedio de área basal (A.B.) y altura (m); entre paréntesis, el error estándar, riqueza (S). Diversidad indica el índice de diversidad Shannon-Wiener (H).

Comunidad vegetal	Estrato	DAP (cm)	Densidad (ind. Ha ⁻¹)	Á. B. (m ² ha ⁻¹)	Altura (m)	Cobertura (m ² Ha ⁻¹)	H
Matorral de duna	arbóreo	3.5-15.75	369	27.2 (7.4)	2.02 (0.39)	607	1.9
	sotobosque	-	1915	-	0.54 (0.052)	-	0.8
Manglar	arbóreo	2.5-11.7	214	22.5 (3.8)	3.7 (0.57)	241	0.8
Petén de manglar	arbóreo	30-41	895	107.5 (8)	6.1 (0.9)	813	1.3
Petén de selva	arbóreo	3-28.3	444 (44)	43 (7)	6 (0.7)	948 (191)	2.2
Selva baja inundable	arbóreo	6-26	692	44.7 (9)	4.6 (0.81)	801	2.4
	sotobosque	-	3143	-	0.5 (0.03)	-	1
Tasistal	arbóreo	< 7.5	148	23.7	1.4 (0.4)	56	1.1

presentes: petén de manglar —dominancia de especies de mangle: *R. mangle*, *A. germinans*— y de selva —presencia de elementos de selva mediana subperennifolia: *M. sapota*, *Metopium brownei*—, siempre inmersos en una matriz de vegetación inundable y pantanosa, con valores de riqueza florística y diversidad siempre superior a la vegetación colindante (Durán et al., 2010). El análisis de componentes principales permitió identificar a las comunidades que comparten especies, siendo el manglar, el tasistal y los Peténes. Los Peténes de manglar son más frecuentes a lo largo de la ciénaga mientras que los Peténes de selva están ubicados cercanos al tasistal, esto puede ser causado por la intrusión salina que existe en el acuífero subterráneo en las costas de Yucatán (Perry et al., 2003), permitiendo que los Peténes de manglar puedan desarrollarse en aguas salobres mientras que los Peténes de selva dependan del agua dulce. De acuerdo con Koyoc-Ramírez et al. (2015), los componentes vegetales de los Peténes se pueden agrupar en círculos concéntricos de manglar en el borde y elementos arbóreos, típicos de selva, dispersos en el interior.

En Yucatán, la vegetación de selva baja inundable está representada en parches. Entre el poblado de Hunucmá y Sisal se encontraron algunos remanentes que pueden ser considerados como tintales debido a la presencia de *H. campechianum* (Carnevali et al., 2010) que por su valor de importancia ocupa el sexto lugar en la comunidad. La selva baja inundable se encuentra sujeta a inundaciones periódicas debido a la precipitación pluvial presente durante la temporada de lluvias, en estas zonas se forman aguadas o rejolladas que son usadas como abrevaderos por diversos animales y cerca de ellas, los cazadores construyen refugios que utilizan para la cacería (obs. pers.). Las condiciones edáficas y geomorfológicas permiten encontrar pequeños manchones de la asociación tifal (dominancia de *T. domingensis*) (Carnevali et al., 2010) que son comunes en los bordes de la carretera.

Las comunidades de selva baja inundables se encuentran fragmentadas dentro de la reserva estatal en secciones en el interior de propiedades privadas por lo que su conservación está en peligro. Una forma de evitar la pérdida de la vegetación de selva baja inundable y de las asociaciones vegetales presentes en la misma, es mediante la promoción de actividades agropecuarias en áreas de vegetación secundaria con el compromiso de conservar los remanentes de selvas, lo cual ha demostrado ser eficiente en algunas selvas de la península de Yucatán, como por ejemplo las ubicadas en los alrededores de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, donde la selva ha tenido una recuperación del 0.6% anual originada por apoyos gubernamentales que promueven esta forma de explotación agropecuarias ordenada (García et al., 2005),

estas acciones pueden implementarse en el estado de Yucatán.

La zona costera en su conjunto es de gran importancia por el número de servicios ambientales que brinda, en particular las dunas costeras son áreas de captación de agua de lluvia y zona de reproducción de fauna migratoria (Balam-Cetina et al., 2011), así como sitios de desove de tortugas marinas (Cuevas et al., 2010). Los humedales costeros también son importantes sitios de carga y preservación de los recursos hídricos y actúan como protección contra riesgos naturales (De Groot et al., 2007) y sitios de alta diversidad de fauna y flora (Balam-Cetina et al., 2011). Mientras que los manglares juegan un papel importante como sumidero de carbono, amortiguamiento de tormentas, producción de madera (Balam-Cetina et al., 2011); hábitat de una gran variedad de organismos incluyendo invertebrados marinos que concluyen sus ciclos de vida entre las raíces de los manglares (May-Kú y Ardisson, 2012), zonas de anidación de aves acuáticas residentes y migratorias (Cortés-Ramírez et al., 2012) y vía de paso de fauna terrestre (Chávez y Zarza, 2009). Mientras que la selva baja inundable que se localiza kilómetros tierra adentro, puede proveer de servicios similares a la selva baja como fuente de madera y otros productos no maderables, además de la captura de carbono, conservación de suelo, regulador del clima y hábitat de especies endémicas de flora y fauna (Ceballos et al., 2010; Escobar et al., 2008; Moreno-Casasola y Paradowska, 2009). Al nivel socioeconómico estas áreas de la zona costera son aprovechadas por los pobladores que obtienen a lo largo del año una alta diversidad de productos principalmente de autoconsumo con fines alimenticios, medicinales y ornamentales y leña como combustible; del mismo modo se han beneficiado cooperativas ecoturísticas y asociaciones civiles que han visto en la fauna (visualización de aves) una fuente de atracción para turistas (Rodríguez-Zúñiga et al., 2011).

A pesar de todos estos beneficios directos que proporcionan estos humedales a las poblaciones humanas locales, no se ha impedido el deterioro ambiental, incluyendo detrimento en la calidad del agua (García-de Fuentes et al., 2011) y afectaciones no cuantificadas ocasionadas por actividades cinegéticas de cacería de patos, que además de mermar a las poblaciones de éstos, contaminan la ciénaga con los cartuchos de plomo desechados (Árcega-Cabrera et al., 2014). Otro factor de contaminación es ocasionado por los asentamientos humanos en el borde de la ciénaga, ya que de forma cotidiana acumulan basura de diferente tipo como relleno para ganarle terreno a la ciénaga y ampliar el área habitacional (Pérez-Medina et al., 2013).

Herrera-Silveira (2006) señala que las lagunas costeras de Yucatán tienen una tendencia hacia la eutrofización, no solo como parte de procesos naturales, sino también por

las descargas de aguas subterráneas y aguas residuales domésticas. Otros factores de riesgo incluyen la conversión de ecosistemas naturales a granjas camaroneras y la deforestación de zonas de manglar con implicaciones no solo en la calidad del agua (Barba-Macías et al., 2006), sino también en factores bióticos, como lo señalan Jayathilake y Chandrasekara (2015) quienes detectan que al incrementarse la intensidad de las perturbaciones antropogénicas, también aumentan las poblaciones de cuervos, con un impacto negativo sobre la diversidad de la avifauna residente.

La laguna La Carbonera, al ser de reciente formación presenta un bajo grado de alteración, visible en los bordes de la barra de arena donde se ha eliminado vegetación para el mantenimiento de una carretera de terracería que une a Sisal con la laguna La Carbonera. Esta perturbación de baja intensidad se relaciona con la lejanía que existe entre el pueblo de Sisal por el occidente y el puerto de Chuburná en el oriente, por lo que la cantidad de visitantes es mínima y se reduce a pescadores, investigadores y algunas embarcaciones particulares (obs. pers). El sistema lagunar por su parte presenta una alta riqueza de peces en relación con el área que ocupa. Gallardo-Torres et al.

(2012) señalan que la heterogeneidad ambiental acuática, incluyendo variedad de hábitats dados por los rizomas de los manglares y los pastos marinos, los afluentes de agua dulce de los manantiales que caracterizan los Peténes y el flujo de agua oceánica, son los detonadores de la riqueza íctica de la laguna; así también de la diversidad dentro de las comunidades vegetales cercanas a los cuerpos de agua, tal como ha sido cuantificada por primera vez con este trabajo. Estos resultados deben ser considerados en los programas de manejo que sean preparados para la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán.

Agradecimientos

A Armando Carmona Escalante por la realización del mapa de la reserva, al Biol. Christopher Albor Pinto por la revisión de la nomenclatura botánica y a los estudiantes del laboratorio de Ecología Costera por su apoyo en las salidas de campo y en el procesamiento del material. El presente estudio fue financiado por los proyectos Conabio JF078, PAPIME PE204012, PAPIIT IN219515.

Apéndice 1. Listado de especies presentes en la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. Comunidades vegetales identificadas: MD= matorral de duna costera, M= manglar, SBI= selva baja inundable y P= petén; formas de crecimiento: A= árbol, AR= arbusto, H= hierba, HA= hierba arrosetada, HT= hierba trepadora, P= palmera, += especie introducida.

Taxones	Tipo de vegetación	Forma de crecimiento
Acanthaceae		
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	MD, M, P	A
<i>Bravaisia berlandieriana</i> (Nees) T.F.Daniel	MD	AR
<i>Justicia carthaginensis</i> Jacq.	M, SBI	H
<i>Ruellia nudiflora</i> (Engelm. y A.Gray) Urb.	SBI	H
<i>Tetramerium nervosum</i> Nees	SBI	H
Aizoaceae		
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	MD, M	H
<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	M	H
Alismataceae		
<i>Sagittaria lancifolia</i> L.	SBI	H
Amaranthaceae		
<i>Alternanthera flavescens</i> Kunth	M, SBI	H
<i>Amaranthus arenicola</i> I. M. Johnst.	MD	H
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	M	H
<i>Atriplex tampicensis</i> Standl.	MD, M	H
<i>Blutaparon vermiculare</i> (L.) Mears	MD, M	H
<i>Gomphrena serrata</i> L.	MD, M	H
<i>Iresine diffusa</i> Humb. y Bonpl. ex Willd.	MD, M	H

Apéndice 1. Continuación...

Taxones	Tipo de vegetación	Forma de crecimiento
<i>Salicornia bigelovii</i> Torr.	MD, M	H
<i>Suaeda linearis</i> (Elliott) Moq.	MD, M	H
Amaryllidaceae		
<i>Hymenocallis littoralis</i> (Jacq.) Salisb.	MD	H
Anacardiaceae		
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	MD, M, SBI, P	A
Annonaceae		
<i>Annona glabra</i> L.	SBI, P	A
Apocynaceae		
<i>Asclepias curassavica</i> L.	M, SBI	H
<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold	SBI	A
<i>Cynanchum racemosum</i> var. <i>rensonii</i> (Pittier) Sundell	MD, M	HT
<i>Echites umbellatus</i> Jacq.	MD	HT
<i>Matelea lanceolata</i> (Decne.) Woodson	MD, M	HT
<i>Metastelma schlechtendalii</i> Decne.	MD	HT
<i>Pentalinon andrieuxii</i> (Müll.Arg.) B.F.Hansen y Wunderlin	P	HT
<i>Plumeria obtusa</i> L. var. <i>sericifolia</i> (C.Wright ex Griseb.) Woodson	SBI	A
<i>Rhabdadenia biflora</i> (Jacq.) Müll. Arg.	SBI	HT
Araceae		
<i>Anthurium schlechtendalii</i> Kunth	MD	H
Arecaceae		
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i> (Griseb. y H.Wendl.) H.Wendl. ex Becc.	P	P
<i>Cocos nucifera</i> L.++	MD	P
<i>Sabal yapa</i> C.Wright ex Becc.	SBI	P
Asparagaceae		
<i>Agave vivipara</i> L.	MD	HA
Asteraceae		
<i>Ageratum gaumeri</i> B.L.Rob.	SBI	H
<i>Ambrosia hispida</i> Pursh	MD	H
<i>Baccharis dioica</i> Vahl	M	H
<i>Bidens pilosa</i> L.	M	H
<i>Chromolaena lundellii</i> R.M.King y H.Rob.	MD	AR
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King y H.Rob.	SBI	AR
<i>Flaveria linearis</i> Lag.	MD, M, P	H
<i>Flaveria trinervia</i> (Spreng.) C.Mohr.	M	H
<i>Launaea intybacea</i> (Jacq.) Beauverd	MD, M	H
<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small	MD, M	H
<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	M	AR
<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	SBI	H
Basellaceae		
<i>Anredera vesicaria</i> (Lam.) C.F.Gaertn.	MD	HT
Bataceae		

Apéndice 1. Continuación...

Taxones	Tipo de vegetación	Forma de crecimiento
<i>Batis maritima</i> L.	MD, M	H
Bignoniaceae		
<i>Crescentia cujete</i> L.	SBI, P	A
<i>Parmentiera millspaughiana</i> L.O.Williams	SBI	A
Bixaceae		
<i>Amoreuxia wrightii</i> A.Gray.	SBI	H
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	SBI	A
Boraginaceae		
<i>Cordia sebestena</i> L.	M	A
<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	SBI	H
<i>Heliotropium curassavicum</i> L.	MD, M, SBI	H
<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R.Br. ex Roem. y Schult.	MD	AR
<i>Varronia bullata</i> L.	M	AR
Brassicaceae		
<i>Cakile edentula</i> (Bigelow) Hook.	MD, M	H
Bromeliaceae		
<i>Aechmea bracteata</i> (Sw.) Griseb.	SBI	H
Burseraceae		
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	M	A
Cactaceae		
<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	MD	AR
<i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw.	MD	AR
<i>Nopalea gaumeri</i> Britton y Rose	SBI	AR
<i>Selenicereus donkelaarii</i> (Salm-Dyck) Britton y Rose	MD	AR
Capparaceae		
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	SBI	A
<i>Capparis indica</i> (L.) Druce	MD, M	AR
Celastraceae		
<i>Maytenus phyllanthoides</i> Benth.	MD, M	AR
Combretaceae		
<i>Conocarpus erectus</i> L.	MD, M, SBI, P	A
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn.	M, P	A
Commelinaceae		
<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	M, SNI	H
Convolvulaceae		
<i>Cuscuta yucatanana</i> Yunck.	M	HT
<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	M, SBI	HT
<i>Ipomoea alba</i> L.	M	HT
<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	SBI	AR
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	MD	HT
<i>Ipomoea muricata</i> (L.) Jacq.	SBI	HT
<i>Jacquemontia pentantha</i> (Jacq.) G.Don.	SBI	HT

Apéndice 1. Continuación...

Taxones	Tipo de vegetación	Forma de crecimiento
<i>Merremia quinquefolia</i> (L.) Hallier f.	SBI	HT
Crassulaceae		
<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) Oken ++	SBI	H
Cyperaceae		
<i>Bulbostylis juncoides</i> (Vahl) Kük. ex Herter	M	H
<i>Cladium mariscus</i> subsp. <i>jamaicense</i> (Crantz) Kük.	SBI, P	H
<i>Cyperus compressus</i> L.	SBI	H
<i>Cyperus ligularis</i> L.	M, SBI	H
<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb.) Schult.	SBI	H
<i>Fimbristylis cymosa</i> R.Br.	MD, M	H
<i>Fimbristylis ferruginea</i> (L.) Vahl	MD	H
<i>Fimbristylis ovata</i> (Burm.f.) J.Kern	SBI	H
<i>Fimbristylis spadicea</i> (L.) Vahl	P	H
<i>Fuirena simplex</i> Vahl	P	H
<i>Oxycaryum cubense</i> (Poepp. y Kunth) Palla	MD	H
<i>Rhynchospora colorata</i> (L.) H.Pfeiff.	SBI, P	H
<i>Schoenoplectiella erecta</i> (Poir.) Lye	P	H
Erythroxylaceae		
<i>Erythroxylum confusum</i> Britton	SBI, P	A
Euphorbiaceae		
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M.Johnst.	SBI	AR
<i>Croton humilis</i> L.	SBI	
<i>Croton punctatus</i> Jacq.	MD, M	H
<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> (Miranda) Rzed.	MD	AR
<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray	M, P	H
<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	MD	H
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	P	H
<i>Euphorbia hypericifolia</i> L.	M, P	H
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	P	H
<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i> Jacq.	MD	H
<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.	MD	A
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	SBI	A
<i>Manihot aesculifolia</i> (Kunth) Pohl	SBI	AR
Fabaceae		
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. y Cham.) Benth.	SBI	A
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	SBI	A
<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	SBI	A
<i>Caesalpinia vesicaria</i> L.	MD, M	AH
<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	MD	H
<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	P	H
<i>Chamaecrista chamaecristoides</i> (Collad.) Greene	SBI	H
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	M	H

Apéndice 1. Continuación...

Taxones	Tipo de vegetación	Forma de crecimiento
<i>Desmodium glabrum</i> (Mill.) DC.	MD	H
<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	SBI	AR
<i>Erythrina standleyana</i> Krukoff	SBI	A
<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	SBI	A
<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton y Rose	SBI	A
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	SBI	A
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	SBI, P	A
<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	SBI	A
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	SBI	A
<i>Pithecellobium keyense</i> Coker	MD, SBI	A
<i>Vachellia cornigera</i> (L.) Seigler y Ebinger	SBI	AR
Gentianaceae		
<i>Eustoma exaltatum</i> (L.) Salisb.	P	H
Goodeniaceae		
<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl	MD, M	AR
Iridaceae		
<i>Cipura campanulata</i> Ravenna	SBI	H
Lamiaceae		
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	SBI, P	A
Lauraceae		
<i>Cassytha filiformis</i> L.	MD, M	HT
Loranthaceae		
<i>Psittacanthus mayanus</i> Standl. y Steyerl.	SBI	H
<i>Struthanthus cassythoides</i> Millsp. ex Standl.	MD	H
Lythraceae		
<i>Cuphea gaumeri</i> Koehne	SBI	H
Malpighiaceae		
<i>Malpighia lundellii</i> C. V. Morton	SBI	A
<i>Tetrapterys seleriana</i> Nied.	SBI	AR
Malvaceae		
<i>Cienfuegosia yucatanensis</i> Millsp.	SBI	H
<i>Corchorus siliquosus</i> L.	P	H
<i>Gossypium hirsutum</i> L.	MD, M	AR
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	SBI	A
<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	SBI	A
<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	M, SBI	H
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	MD, M, SBI, P	AR
<i>Melochia pyramidata</i> L.	SBI, P	AR
<i>Sida acuta</i> Burm.f.	M, SBI, P	H
<i>Sida cordifolia</i> L.	P	H
<i>Sida spinosa</i> L.	M	H
<i>Waltheria indica</i> L.	M, SBI	H

Apéndice 1. Continuación...

Taxones	Tipo de vegetación	Forma de crecimiento
Moraceae		
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	P	A
Nyctaginaceae		
<i>Boerhavia erecta</i> L.	M	H
<i>Boerhavia scandens</i> L.	M	H
<i>Neea choriophylla</i> Standl.	SBI, P	AR
<i>Okenia hypogaea</i> Schlttdl. y Cham.	MD	H
Onagraceae		
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H.Raven	SBI	H
Passifloraceae		
<i>Passiflora foetida</i> L.	MD, M, SBI, P	H
<i>Passiflora obovata</i> Killip	M	H
Phyllantaceae		
<i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. y Thonn.	M	H
Phytolaccaceae		
<i>Rivina humilis</i> L.	MD	H
Plantaginaceae		
<i>Angelonia angustifolia</i> Benth.	SBI	H
<i>Mecardonia procumbens</i> (Mill.) Small	SBI	H
Poaceae		
<i>Cenchrus brownii</i> Roem. y Schult.	MD	H
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	MD, M	H
<i>Chloris ciliata</i> Sw.	SBI	H
<i>Chloris virgata</i> Sw.	M	H
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	MD, M	H
<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene	M	H
<i>Monanthochloe littoralis</i> Engelm.	MD	H
<i>Paspalum wrightii</i> Hitchc. y Chase	SBI	H
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	P	H
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M.Kerguelen.	SBI	H
<i>Sporobolus domingensis</i> (Trin.) Kunth.	MD	H
<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) C.L.Hitchc.	MD, M	H
Polygonaceae		
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	MD	A
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	SBI	A
Portulacaceae		
<i>Portulaca oleracea</i> L.	M, SBI	H
Primulaceae		
<i>Bonellia albiflora</i> (Lundell) B. Ståhl y Källersjö	P	A
<i>Bonellia flammea</i> (Millsp. ex Mez) B.Ståhl y Källersjö	P	AR
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl y Källersjö	P	AR
Rhizophoraceae		

Apéndice 1. Continuación...

Taxones	Tipo de vegetación	Forma de crecimiento
<i>Rhizophora mangle</i> L.	M, P	A
Rubiaceae		
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	MD	AR
<i>Ernodea littoralis</i> Sw.	MD	AR
<i>Randia longiloba</i> Hemsl.	SBI	A
<i>Spermacoce tenuior</i> L.	SBI	H
<i>Spermacoce verticillata</i> L.	SBI, P	H
Sapotaceae		
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen	SBI, P	A
<i>Sideroxylon americanum</i> (Mill.) T.D. Penn.	MD	AR
Scrophulariaceae		
<i>Capraria frutescens</i> (Mill.) Briq.	SBI	H
<i>Capraria mexicana</i> Moric. ex Benth.	MD, M, SBI	H
Solanaceae		
<i>Lycium carolinianum</i> Walter	M	AR
<i>Physalis cinerascens</i> (Dunal) Hitchc.	M	H
<i>Solanum americanum</i> Mill.	M, SBI, P	H
<i>Solanum tridynamum</i> Dunal.	SBI	AR
Surianaceae		
<i>Suriana maritima</i> L.	MD, M	AR
Typhaceae		
<i>Typha domingensis</i> Pers.	SBI	H
Verbenaceae		
<i>Lantana camara</i> L.	SBI	AR
<i>Lantana involucrata</i> L.	MD	AR
<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	M, SBI, P	H
<i>Tamonea curassavica</i> (L.) Pers.	SBI	H
Zigophyllaceae		
<i>Kallstroemia maxima</i> (L.) Hook. y Arn.	SBI	H
<i>Tribulus cistoides</i> L.	M	H

Apéndice 2. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de las comunidades vegetales estudiadas en la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. DAP: diámetro a la altura del pecho; A.B.: área basal; Fr: frecuencia; Dom: dominancia; Den: densidad; V.I.: valor de importancia.

Especie	Cobertura (m ²)	Altura (m)	DAP (cm)	A.B. (cm ²)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.
Matorral de duna costera								
<i>Conocarpus erectus</i>	9.26	2.77	15.75	49.48	18.18	16.48	37.50	72.17
<i>Avicennia germinans</i>	9.29	2.56	15.38	48.30	27.27	16.09	25.00	68.36
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	9.58	3.00	13.50	42.41	9.09	14.13	4.17	27.39
<i>Pithecellobium keyense</i>	10.60	3.00	11.50	36.13	9.09	12.04	4.17	25.29
<i>Scaevola plumierii</i>	6.68	1.25	9.00	28.27	9.09	9.42	4.17	22.68

Apéndice 2. Continuación...

Especie	Cobertura (m ²)	Altura (m)	DAP (cm)	A.B. (cm ²)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.	
<i>Gossypium hirsutum</i>	6.20	1.77	7.67	24.09	4.55	8.02	6.25	18.82	
<i>Laguncularia racemosa</i>	7.11	2.75	7.00	21.99	4.55	7.33	4.17	16.04	
<i>Suriana maritima</i>	5.34	1.40	5.50	17.28	4.55	5.76	4.17	14.47	
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	6.48	1.50	3.50	11.00	4.55	3.66	4.17	12.38	
<i>Lycium carolinianum</i>	4.48	1.30	3.25	10.21	4.55	3.40	4.17	12.11	
<i>Maytenus phyllantoides</i>	3.85	1.00	3.50	11.00	4.55	3.66	2.08	10.29	
Promedio	7.17	2.03	8.69	27.29	Total	100.00	100.00	100.00	300.00
Manglar									
<i>Avicennia germinans</i>	13.17	4.23	7.91	24.86	16.98	7.37	32.00	56.35	
<i>Conocarpus erectus</i>	15.65	5.35	10.16	31.92	13.21	9.46	17.33	40.00	
<i>Rhizophora mangle</i>	12.62	4.38	7.36	23.13	11.32	6.85	10.67	28.84	
<i>Laguncularia racemosa</i>	11.58	4.44	7.63	23.97	9.43	7.10	10.67	27.20	
<i>Cordia sebestena</i>	11.91	4.50	7.89	24.79	9.43	7.35	8.00	24.78	
<i>Pithecellobium keyense</i>	12.92	4.56	7.91	24.85	7.55	7.36	6.00	20.91	
<i>Metopium brownei</i>	10.08	3.83	7.35	23.09	9.43	6.84	4.00	20.27	
<i>Gymnanthes lucida</i>	13.88	5.33	11.73	36.86	3.77	10.92	2.00	16.69	
<i>Sabal yapa</i>	11.26	3.00	7.83	24.61	3.77	7.29	2.00	13.06	
<i>Sideroxylon americanum</i>	7.26	3.00	6.40	20.11	3.77	5.96	2.67	12.40	
<i>Ficus cotinifolia</i>	12.96	4.50	8.85	27.80	1.89	8.24	1.33	11.46	
<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>	7.85	3.00	6.90	21.68	1.89	6.42	0.67	8.98	
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	9.03	2.00	2.50	7.85	3.77	2.33	1.33	7.43	
<i>Caesalpinia vesicaria</i>	11.00	2.00	4.00	12.57	1.89	3.72	0.67	6.28	
<i>Gossypium hirsutum</i>	7.85	2.00	3.00	9.42	1.89	2.79	0.67	5.34	
Promedio	11.27	3.74	7.16	22.50	Total	100.00	100.00	100.00	300.00
Petén de manglar									
<i>Laguncularia racemosa</i>	18.44	4.78	30.03	94.33	25.00	21.93	44.71	91.63	
<i>Conocarpus erectus</i>	20.42	5.15	35.20	110.58	25.00	25.70	11.76	62.47	
<i>Avicennia germinans</i>	19.67	8.70	41.43	130.17	25.00	30.26	27.06	82.31	
<i>Rhizophora mangle</i>	18.68	5.71	30.29	95.15	25.00	22.11	16.47	63.59	
Promedio	19.30	6.09	34.24	107.56	Total	100.00	100.00	100.00	300.00
Petén de selva 1									
<i>Conocarpus erectus</i>	11.35	5.60	12.70	39.90	9.09	7.77	25.97	42.83	
<i>Ficus cotinifolia</i>	21.83	6.80	25.80	81.05	9.09	15.78	6.49	31.37	
<i>Avicennia germinans</i>	13.12	6.10	11.80	37.07	9.09	7.22	12.99	29.30	
<i>Metopium brownei</i>	9.34	4.78	9.78	30.72	9.09	5.98	11.69	26.76	
<i>Manilkara sapota</i>	22.78	9.50	23.00	72.26	9.09	14.07	2.60	25.76	
<i>Sabal yapa</i>	9.71	5.86	11.57	36.35	9.09	7.08	9.09	25.26	
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	6.11	2.06	2.94	9.25	9.09	1.80	11.69	22.58	
<i>Cocos nucifera</i>	23.56	6.00	20.00	62.83	4.55	12.24	1.30	18.08	
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	8.64	3.10	8.20	25.76	4.55	5.02	6.49	16.06	
<i>Annona glabra</i>	11.00	7.50	14.00	43.98	4.55	8.56	2.60	15.71	
<i>Leucaena leucocephala</i>	9.42	6.00	4.00	12.57	9.09	2.45	2.60	14.14	

Apéndice 2. Continuación...

Especie	Cobertura (m ²)	Altura (m)	DAP (cm)	A.B. (cm ²)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.	
<i>Rhizophora mangle</i>	14.14	7.00	8.67	27.23	4.55	5.30	3.90	13.74	
<i>Bonellia flammea</i>	3.53	1.00	6.00	18.85	4.55	3.67	1.30	9.51	
<i>Crescentia cujete</i>	14.92	3.00	5.00	15.71	4.55	3.06	1.30	8.90	
Promedio	12.82	5.31	11.68	36.68	Total	100.00	100.00	100.00	300.00
Petén de selva 2									
<i>Manilkara zapota</i>	22.18	9.81	25.71	80.78	10	12.36	32	54.36	
<i>Metopium brownii</i>	18.27	9.4	21.55	67.71	10	10.36	15	35.36	
<i>Conocarpus erectus</i>	12.86	6.56	12.8	40.21	10	6.15	16	32.15	
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	9.08	2.96	3.14	9.87	10	1.51	14	25.51	
<i>Ficus cotinifolia</i>	19.634	6.75	28.37	89.14	5	13.64	4	22.64	
<i>Avicennia germinans</i>	15.18	5.66	17.4	54.66	10	8.36	3	21.36	
<i>Rhizophora mangle</i>	16.1	7.5	9.85	30.94	10	4.73	4	18.73	
<i>Erythroxylum confusum</i>	12.95	8.5	21.5	67.54	5	10.33	2	17.33	
<i>Vitex gaumeri</i>	24.34	10.5	21.25	66.75	5	10.21	2	17.21	
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	6.54	3	8.66	27.22	10	4.16	3	17.16	
<i>Sabal yapa</i>	10.21	5.5	14.75	46.33	5	7.09	3	15.09	
<i>Annona glabra</i>	11	7	12	37.69	5	5.76	1	11.76	
<i>Gymnanthes lucida</i>	11	5	11	34.55	5	5.28	1	11.28	
Promedio	14.56	6.78	16.00	50.26	Total	100.00	100.00	100.00	300.00
Selva baja inundable									
<i>Haematoxylon campechianum</i>	11.41	4.07	13.97	43.88	15.56	5.78	28.90	50.23	
<i>Crescentia cujete</i>	10.58	3.90	11.23	35.28	15.56	4.64	16.76	36.96	
<i>Havardia albicans</i>	14.61	5.75	19.27	60.54	6.67	7.97	5.78	20.42	
<i>Vitex gaumeri</i>	12.80	5.65	17.97	56.47	6.67	7.43	5.78	19.88	
<i>Bursera simaruba</i>	11.85	8.53	12.28	38.59	7.78	5.08	6.94	19.79	
<i>Metopium brownii</i>	16.81	5.45	21.20	66.60	4.44	8.77	5.78	18.99	
<i>Erythrina standleyana</i>	9.11	3.40	9.70	30.47	7.78	4.01	5.78	17.57	
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	12.57	3.67	26.00	81.68	3.33	10.75	1.73	15.82	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	14.08	5.29	13.07	41.07	5.56	5.41	4.05	15.01	
<i>Piscidia piscipula</i>	15.99	4.71	14.71	46.23	4.44	6.08	4.05	14.58	
<i>Acacia pennatula</i>	14.79	4.50	13.83	43.46	4.44	5.72	3.47	13.63	
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	12.11	4.58	7.83	24.61	6.67	3.24	3.47	13.37	
<i>Jatropha gaumeri</i>	9.71	3.57	8.00	25.13	5.56	3.31	4.05	12.91	
<i>Bonellia flammea</i>	7.85	7.00	21.00	65.97	1.11	8.68	0.58	10.37	
<i>Agave vivipara</i>	5.50	1.50	19.00	59.69	1.11	7.86	0.58	9.55	
<i>Diphysa carthagenensis</i>	7.26	2.75	6.75	21.21	2.22	2.79	1.16	6.17	
<i>Randia longiloba</i>	13.35	4.00	6.00	18.85	1.11	2.48	1.16	4.75	
Promedio	11.79	4.61	14.22	44.69	Total	100.00	100.00	100.00	300.00
Tasistal									
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	5.50	1.98	7.54	23.69	33.33	39.02	45.95	118.30	
<i>Cladium jamaicense</i>	6.85	1.59	-	-	33.33	48.65	29.73	111.71	
<i>Rhynchospora colorata</i>	1.74	0.49	-	-	33.33	12.33	24.32	69.98	
Promedio	4.70	1.35	7.54	23.69	Total	100.00	100.00	100.00	300.00

Apéndice 3. Parámetros estructurales del sotobosque del matorral de duna costera y de la selva baja inundable presentes en la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. Fr: frecuencia; Dom: dominancia; Den: densidad; V.I.: valor de importancia.

Especie	Cobertura (cm ²)	Altura (cm)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.	
Matorral de duna costera							
<i>Salicornia bigelovii</i>	201.41	44.45	11.88	3.74	22.49	38.12	
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	242.59	18.90	13.86	4.51	16.06	34.44	
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	211.01	106.67	3.96	3.92	10.84	18.73	
<i>Distichlis spicata</i>	167.59	30.69	7.92	3.12	5.22	16.26	
<i>Batis maritima</i>	156.63	42.00	6.93	2.91	4.02	13.86	
<i>Opuntia stricta</i>	195.13	63.89	5.94	3.63	3.61	13.18	
<i>Monanthochloe littoralis</i>	108.65	17.33	6.93	2.02	3.61	12.56	
<i>Agave vivipara</i>	247.57	95.78	3.96	4.6	3.61	12.18	
<i>Trianthema portulacastrum</i>	227.84	42.00	2.97	4.24	4.42	11.62	
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	176.98	80.50	4.95	3.29	2.41	10.65	
<i>Caesalpinea vesicaria</i>	384.85	67.33	1.98	7.15	1.2	10.34	
<i>Fimbristylis spadicea</i>	147.89	19.30	1.98	2.75	4.02	8.75	
<i>Cyperus ligularis</i>	184.10	60.40	2.97	3.42	2.01	8.4	
<i>Maytenus phyllantoides</i>	199.36	59.17	1.98	3.71	2.41	8.1	
<i>Malvaviscus arboreus</i>	244.52	63.33	1.98	4.55	1.2	7.73	
<i>Gossypium hirsutum</i>	294.26	69.67	0.99	5.47	1.2	7.67	
<i>Capparis indica</i>	333.79	70.00	0.99	6.21	0.4	7.6	
<i>Bonellia macrocarpa</i>	134.30	53.40	2.97	2.5	2.01	7.48	
<i>Suriana maritima</i>	125.98	58.40	2.97	2.34	2.10	7.32	
<i>Hymenocallis americana</i>	245.83	54.33	0.99	4.57	1.2	6.76	
<i>Selenicereus donkelaarii</i>	226.33	23.33	0.99	4.21	1.2	6.4	
<i>Bidens pilosa</i>	158.91	25.00	1.98	2.95	1.2	6.14	
<i>Alternanthera flavescens</i>	125.93	26.33	1.98	2.34	1.2	5.53	
<i>Ambrosia hispida</i>	144.51	22.50	1.98	2.69	0.8	5.47	
<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	219.91	10.00	0.99	4.09	0.4	5.48	
<i>Launaea intybacea</i>	106.81	43.50	1.98	1.99	0.8	4.77	
<i>Pithecellobium keyense</i>	166.50	40.00	0.99	3.1	0.4	4.49	
Promedio	199.23	48.45	Total	100.00	100.00	100.00	300.00
Selva baja inundable							
<i>Solanum americanum</i>	207.47	48.63	7.19	2.86	8.64	18.69	
<i>Sporobolus pyramidatus</i>	155.98	39.67	4.58	2.15	6.82	13.54	
<i>Ipomoea carnea</i>	283.39	72.18	3.92	3.91	5.00	12.83	
<i>Plumeria obtusa</i>	379.80	78.14	3.92	5.24	3.18	12.34	
<i>Cienfuegosia yucatanensis</i>	140.53	38.46	3.92	1.94	5.91	11.77	
<i>Haematoxylon campechianum</i>	265.46	68.44	3.92	3.66	4.09	11.67	
<i>Sida acuta</i>	173.89	39.20	4.58	2.40	4.55	11.52	
<i>Cuphea gaumeri</i>	147.26	33.00	3.92	2.03	4.55	10.50	
<i>Justicia carthagenensis</i>	209.31	31.00	3.92	2.89	3.64	10.44	
<i>Cyperus compressus</i>	198.48	52.43	3.27	2.74	3.18	9.19	
<i>Ruellia nudiflora</i>	197.36	29.43	2.61	2.72	3.18	8.52	

Apéndice 3. Continuación...

Especie	Cobertura (cm ²)	Altura (cm)	Fr.	Dom.	Den.	V.I.
<i>Amoreuxia wrightii</i>	172.92	55.50	3.27	2.38	2.73	8.38
<i>Nopalea gaumeri</i>	162.18	32.17	3.27	2.24	2.73	8.23
<i>Croton humilis</i>	174.58	54.86	2.61	2.41	3.18	8.20
<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	187.08	52.40	3.27	2.58	2.27	8.12
<i>Paspalum wrightii</i>	224.78	48.20	2.61	3.10	2.27	7.99
<i>Jatropha gaumeri</i>	271.28	73.20	1.96	3.74	2.27	7.97
<i>Metopium brownei</i>	243.08	56.25	2.61	3.35	1.82	7.78
<i>Euphorbia hypericifolia</i>	169.38	41.83	2.61	2.34	2.73	7.68
<i>Rhynchospora colorata</i>	117.81	48.33	3.27	1.62	2.73	7.62
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	269.00	87.50	1.96	3.71	1.82	7.49
<i>Tamonea curassavica</i>	153.41	23.67	2.61	2.12	2.73	7.46
<i>Bravaisia berlandieriana</i>	215.00	58.50	1.96	2.96	1.82	6.74
<i>Ludwigia octovalvis</i>	87.96	24.17	2.61	1.21	2.73	6.55
<i>Vachiella cornigera</i>	231.69	45.67	1.96	3.20	1.36	6.52
<i>Commelina diffusa</i>	158.96	33.00	1.96	2.19	2.27	6.43
<i>Crescentia cujete</i>	194.26	58.33	1.96	2.68	1.36	6.00
<i>Herissantia crispa</i>	167.49	40.75	1.31	2.31	1.82	5.43
<i>Typha domingensis</i>	144.78	95.33	1.96	2.00	1.36	5.32
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	284.31	60.00	0.65	3.92	0.45	5.03
<i>Rhabdadenia biflora</i>	189.28	54.50	1.31	2.61	0.91	4.83
<i>Selenicereus donkelaarrii</i>	179.07	31.50	1.31	2.47	0.91	4.69
<i>Erythrina standleyana</i>	169.25	34.00	1.31	2.33	0.91	4.55
<i>Spermacoce verticillata</i>	54.45	23.00	1.96	0.75	1.36	4.08
<i>Piscidia piscipula</i>	188.50	85.00	0.65	2.60	0.45	3.71
<i>Angelonia angustifolia</i>	156.29	40.00	0.65	2.16	0.45	3.26
<i>Opuntia stricta</i>	153.94	60.00	0.65	2.12	0.45	3.23
<i>Bursera simaruba</i>	110.74	89.00	0.65	1.53	0.45	2.64
Promedio	189.22	50.98	Total 100.00	100.00	100.00	300.00

Referencias

- Árcega-Cabrera, F., Noreña-Barroso, E. y Ocegüera-Vargas, I. (2014). Lead from hunting activities and its potential environmental threat to wild life in a protected wetland in Yucatan, Mexico. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 100, 251–257.
- Arcos, C. D. (2014). *Ecología trófica de un gremio de aves acuáticas durante la temporada de reproducción en la costa de Yucatán (Tesis de maestría)*. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Balam-Cetina, S., Chi-Uc, L. y Gómez-Ramírez, D. (2011). Servicios ambientales en las zonas costeras. *Jaina*, 22, 41–54.
- Barba-Macías, E., Rangel-Mendoza, J. y Ramos-Reyes, R. (2006). Clasificación de los humedales de tabasco mediante sistemas de información geográfica. *Universidad y Ciencia*, 22, 101–110.
- Batllori-Sampedro, E. (2012). La zona costera de Yucatán: problemática y perspectivas para el desarrollo sustentable. En A. J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y R. Brito-Pérez (Eds.), *Recursos acuáticos costeros del sureste, Vol. I* (pp. 79–114). Mérida: CONCIYTEY, UNAM.
- Carmona, E. A., Guadarrama, P., Ramos-Zapata, J., Castillo-Argüero, S. y Montaña, N. M. (2013). Arbuscular mycorrhizal fungi associated with coastal vegetation in Chuburná, Yucatán, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16, 431–443.
- Carnevali, F. C., Tapia-Muñoz, J. L., Duno-de Estefano, R. y Ramírez-Morillo, I. (2010). *Flora ilustrada de la península de Yucatán: listado florístico*. Mérida: Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, A.C.
- Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Bezaury, J. y Dirzo, R. (Eds.). (2010). *Diversidad, amenazas y áreas*

- prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Chávez, A. y Guevara-Féfer, F. (2003). *Flora arvense asociada al cultivo del maíz de temporal en el valle de Morelia, Michoacán, México. Flora del Bajío y regiones adyacentes*. Fascículo complementario XIX. Pátzcuaro, Michoacán, México: Instituto de Ecología, Centro Regional del Bajío.
- Chávez, C. y Zarza, H. (2009). Distribución potencial del hábitat del jaguar y áreas de conflicto humano-jaguar en la península de Yucatán. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 13, 46–62.
- Chiappa-Carrara, X., Gallardo, A., Galindo, C., Loera, J., Rioja, R. y Badillo, M. (2012). Refugios estuarinos: cambios en la estructura de la comunidad de peces en la laguna La Carbonera durante un evento de marea roja. En A. J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y R. Brito-Pérez (Eds.), *Recursos acuáticos costeros del sureste, Vol. II* (pp. 397–415). Mérida: CONCIYTEY, UNAM.
- Contreras, F. (2010). *Ecosistemas costeros mexicanos, una actualización*. México D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Cortés-Ramírez, G., Gordillo-Martínez, A. y Navarro-Sigüenza, G. (2012). Patrones biogeográficos de las aves de la península de Yucatán. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 530–542.
- Cox, W. G. (1980). *Laboratory manual of general ecology*. San Diego, California: William Publishers.
- Cuevas, F. E., González, G. B. I., Segovia, C. A. y Sosa, E. J. (2010). Tortugas marinas: poblaciones y hábitats críticos. En R. Durán y M. Méndez (Eds.), *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán* (pp. 262–263). Mérida: Centro de Investigación Científica de Yucatán/ PPD-FMAM/ Conabio/ SEDUMA.
- De Groot, R. S., Stuijp, M. A. M., Finlayson, C. M. y Davidson, N. (2007). *Valoración de humedales: lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales*. Informe Técnico de Ramsar núm. 3/núm. 27 de la serie de publicaciones técnicas del CDB. Montreal: Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza)/ Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- de la Morinière, E. C., Polluxa, B. J. A., Nagelkerken, I. y Van Der Velde, G. (2002). Post-settlement life cycle migration patterns and habitat preference of coral reef fish that use seagrass and mangrove habitats as nurseries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55, 309–321.
- Diario Oficial del Estado de Yucatán. (2010). Decreto número 285. Mérida, Yucatán, 19 de marzo de 2010. Gobierno del Estado, Poder Ejecutivo.
- Diego-Pérez, N. (1995). *Familia Cyperaceae: taxonomía, florística y etnobotánica*. Etnoflora Yucatanense, Fascículo 11. Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Duch, G. (1988). *La conformación territorial del estado de Yucatán*. Mérida: Universidad Autónoma de Chapingo/ Centro Regional de la Península de Yucatán.
- Durán, R. (1987). Descripción y análisis de la estructura y composición de la vegetación de los Petenes del noroeste de Campeche, México. *Biótica*, 12, 159–198.
- Durán, R., Tun-Dzul, F., Espadas-Manrique, C. y González-Iturbe, J. A. (2010). Vegetación y flora de la ecoregión los Petenes-Celestún-El Palmar. En E. Acosta-Lugo, D. Alonzo-Parra, M. Andrade-Hernández, D. Castillo-Tzab, J. Chablé-Santos, R. Durán et al. (Eds.), *Plan de conservación de la ecoregión Petenes-Celestún-Palmar* (pp. 67–77). Mérida: Universidad Autónoma de Campeche/ Pronatura Península de Yucatán, A.C.
- Escobar, E., Maass, M., Alcocer-Durand, J., Azpra-Romero, E., Falcón-Álvarez, L., Gallegos-García, A. et al. (2008). Diversidad de procesos funcionales en los ecosistemas. En Capital natural de México, Vol. I. *Conocimiento actual de la biodiversidad* (pp. 161–189). México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Espejel, I. (1984). La vegetación de las dunas costeras de la península de Yucatán. I. Análisis florístico del estado de Yucatán. *Biótica*, 9, 183–210.
- Flores, J. S. (2001). *Leguminosae: florística, etnobotánica y ecología*. Etnoflora Yucatanense, Fascículo 18. Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Flores, J. S. y Espejel, I. (1994). *Tipos de la vegetación de la península de Yucatán*. Etnoflora Yucatanense. Fascículo 3. Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Gallardo-Torres, A., Badillo-Alemán, M., Galindo-de Santiago, C., Loera-Pérez, J., Rioja-Nieto, R. y Chiappa-Carrara, X. (2012). Listado taxonómico de los peces de la laguna boca de la Carbonera, Yucatán: un primer paso para el manejo y evaluación de los recursos costeros del norte de Yucatán. En A. J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y R. Brito-Pérez (Eds.), *Recursos acuáticos costeros del sureste, Vol. II* (pp. 270–288). Mérida: CONCIYTEY, UNAM.
- García, E. (1988). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. 3ª Ed. México D.F.: Instituto de Geografía, UNAM.
- García, R. G., Schmoock, B. y Espejel, C. E. (2005). Dinámica en el uso del suelo en tres ejidos cercanos a la ciudad de Chetumal, Quintana Roo. *Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 58, 122–139.
- García-de Fuentes, A., Xool, M. K., Euán, J. I. A., Munguía, A. G. y Cervera, M. D. M. (2011). *La costa de Yucatán en la perspectiva del desarrollo turístico*. Serie Conocimientos Núm. 9. México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- González, L. A., Vukasovic, A. M. y Estades, C. F. (2011). Variación temporal en la abundancia y diversidad de aves en el humedal del río Itata, región del Bio-Bío, Chile. *Gayana*, 75, 170–181.
- Granados-Sánchez, D. y López-Ríos, G. F. (2002). Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8, 39–48.
- Guadarrama, P., Ramos-Zapata, J., Salinas-Peba, L., Hernández-Cuevas, L. y Castillo, S. (2012). La vegetación de dunas costeras y su interacción micorrízica en Sisal, Yucatán: una

- propuesta de restauración. En A. J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y R. Brito-Pérez (Eds.), *Recursos acuáticos costeros del sureste, Vol. II* (pp. 131–152). Mérida: CONCIYTEY, UNAM.
- Herrera-Silveira, J. A. (2006). Lagunas costeras de Yucatán (SE, México): investigación, diagnóstico y manejo. *Ecotropicos, 19*, 94–108.
- Jayathilake, M. B. y Chandrasekara, W. U. (2015). Variation of avifaunal diversity in relation to land-use modifications around a tropical estuary, the Negombo estuary in Sri Lanka. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity, 8*, 72–82.
- Jerónimo, G., Gómez-Valdés, J., Badillo, M., López-Aguilar, K., Galindo, C., Gallardo, A. et al. (2012). Variación estacional de temperatura y salinidad en la laguna La Carbonera, Yucatán, 2009–2010. En A. J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y R. Brito-Pérez (Eds.), *Recursos acuáticos costeros del sureste, Vol. II* (pp. 71–88). Mérida: CONCIYTEY, UNAM.
- Koyoc-Ramírez, L. G., Mendoza-Vega, J., Pérez Jiménez, J. C. y Torrescano-Valle, N. (2015). Efectos de la perturbación antrópica en Petenes de selva en Campeche, México. *Acta Botanica Mexicana, 110*, 89–103.
- May-Kú, M. A. y Ardisson, P. L. (2012). Distribución espacial de camarones peneidos en la laguna de Yalahau, Quintana Roo. En A. J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y R. Brito-Pérez (Eds.), *Recursos Acuáticos Costeros del Sureste, Vol. I* (pp. 160–174). Mérida: CONCIYTEY, UNAM.
- Miranda, F. y Hernández, X. E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México, 28*, 29–179.
- Moreno-Casasola, P. y Paradowska, K. (2009). Especies útiles de la selva baja caducifolia en las dunas costeras del centro de Veracruz. *Madera y Bosques, 15*, 21–44.
- Mueller-Dombois, D. y ElleMBERG, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley and Sons.
- Mumby, P. J. (2006). Connectivity of reef fish between mangroves and coral reefs: algorithms for the design of marine reserves at seascape scales. *Biological Conservation, 128*, 215–222.
- Muñoz-Vallés, S. y Cambrollé, J. (2015). The threat of native-invasive plant species to biodiversity conservation in coastal dunes. *Ecological Engineering, 79*, 32–34.
- Orellana, L. R., Espadas, M. C. y Nava, M. F. (2010). El contexto físico, climas. En *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán* (pp. 10–11). Mérida: Centro de Investigación Científica de Yucatán/ PPD-FMAM/ Conabio/ SEDUMA.
- Ortíz, J. J. y Flores, J. S. (2008). *Poaceae 1: clave de géneros y etnobotánica*. Etnoflora Yucatanense, Fascículo 27. Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Palacios-Sánchez, S. E. y Vega-Cendejas, M. E. (2010). Cambios alimenticios en tres especies de Spherooides (Tetraodontiformes: Tetraodontidae) posterior al huracán Isidoro en Bocana de la Carbonera, sureste del golfo de México. *Revista de Biología Tropical, 58*, 1223–1235.
- Pérez-Medina, S., Fargher, L. y Arcega-Cabrera, F. (2013). *Condiciones habitacionales y pobreza en Yucatán. Un acercamiento etnográfico en contextos urbanos*. México D.F.: Congreso Nacional de Vivienda.
- Perry, E. E., Velázquez-Oliman, G. y Socki, R. (2003). Hydrogeology of the Yucatán Peninsula. En S. Fedick, M. Allen, J. Jiménez-Osornio y A. Gómez-Pompa (Eds.), *The lowland Maya area: three millennia at the human-wildland interface* (pp. 115–138). New York: CRC Press.
- Quero, H. (1992). *Las palmas silvestres de la península de Yucatán, México*. México D.F.: Publicaciones Especiales del Instituto de Biología 10, UNAM.
- Rodríguez-Zúñiga, M. T., Ramírez-García, P. y Gutiérrez-Granados, G. (2011). Efectos de la extracción no controlada de madera sobre la comunidad y estructura de tamaño de los manglares de Alvarado, Veracruz, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México, 89*, 107–113.
- Rodríguez-Zúñiga, M. T., Troche-Souza, C., Vázquez-Lule, A. D., Márquez-Mendoza, J. D., Vázquez-Balderas, B., Valderrama-Landeros, L. et al. (2013). *Manglares de México/ extensión, distribución y monitoreo*. México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Romero-López, B. E., León-de la Luz, J. L., de la Cruz-Agüero, G. y Pérez-Navarro, J. J. (2006). Estructura y composición de la vegetación de la barra costera El Mogote, Baja California Sur, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México, 79*, 21–32.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México D.F.: Editorial Limusa.
- Sánchez-Santillán, N., de la Lanza-Espino, G. y Sánchez-Trejo, R. (2012). Análisis de la climatología dinámica en el NE de la península de Yucatán, México. En A. J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y R. Brito-Pérez (Eds.), *Recursos acuáticos costeros del sureste, Vol. II* (pp. 29–55). Mérida: CONCIYTEY, UNAM.
- 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. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
- Serrano, A., Vázquez-Castán, L., Ramos-Ramos, M., Basáñez-Muñoz, A. J. y Naval-Ávila, C. (2013). Diversidad y abundancia de aves en un humedal del norte de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana, 29*, 473–485.
- The Plant List (2013). Version 1.1. Publicado en Internet; <http://www.theplantlist.org/> (acceso Junio 2017)
- Villegas, P. y Torras, R. (2014). La extracción y exportación del palo de tinte a manos de colonos extranjeros. El caso de la B. Anizan y Cía. *Secuencia, 90*, 79–93.
- Whigham, D. F., Zugastay, P., Cabrera, C. E., O'Neill, J. y Ley, E. (1990). The effect of annual variation in precipitation on growth and litter production in a tropical dry forest in the Yucatán of Mexico. *Tropical Ecology, 31*, 23–34.
- Zaldívar-Jiménez, M. A., Herrera-Silveira, J. A., Teutli-Hernández, C., Comín, F. A., Andrade, J. L., Coronado Molina, C. et al. (2010). Conceptual framework for mangrove restoration in the Yucatán Peninsula. *Ecological Restoration, 28*, 333–342.