

Ecosistemas 27(3): 123-129 [Septiembre-Diciembre 2018]

Doi.: 10.7818/ECOS.1581

Artículo publicado en Open Access bajo los términos de Creative Commons attribution Non Comercial License 3.0.

#### **INVESTIGACIÓN**



ISSN 1697-2473 / Open access disponible en www.revistaecosistemas.net

# Diversidad florística de un ecosistema de franja costera en Campeche, México

G. A. Avilés-Ramírez<sup>1</sup>, B. Candelaria-Martínez<sup>1</sup>, J. J. Sandoval-Gío<sup>2</sup>, D. M. Chan-Uc<sup>1</sup>, J. G. Chan-Coba<sup>1</sup>, M. Medina-García<sup>3</sup>, N. L. Rodríguez-Ávila<sup>1\*</sup>

- (1) Instituto Tecnológico de Chiná. Calle 11 s/n entre 22 y 28 Chiná, Campeche, 24520, Campeche, México.
- (2) Instituto Tecnológico de Tizimín. Km. 3.5 Carretera Final Aeropuerto Cupul a Tizimín s/n, 97000, Tizimín, Yucatán.
- (3) Enlaces con tu entorno A. C. Av. del Duque, Manzana 2 Lote 3, Lomas del Pedregal, 24035, Campeche, México.

> Recibido el 03 de mayo de 2018 - Aceptado el 25 de septiembre de 2018

Avilés-Ramírez, G. A., Candelaria-Martínez, B., Sandoval-Gío, J. J., Chan-Uc, D. M., Chan-Coba, J. G., Medina-García, M., Rodríguez-Ávila, N. L. 2018. Diversidad florística de un ecosistema de franja costera en Campeche, México. Ecosistemas 27(3):123-129. Doi.: 10.7818/ECOS.1581

Los ecosistemas costeros proporcionan numerosos servicios ambientales y su estudio fundamenta estrategias para su conservación y recuperación. Su estructura vegetal es resultado del arreglo espacial de las especies con base en las condiciones ambientales y disposición de recursos. La bahía de Xpicob, Campeche, México es un hábitat crítico de especies protegidas de fauna marina. Para describir su vegetación, se eligió una franja representativa del ecosistema de 3.5 km a lo largo de la costa, dividiéndola en cuatro zonas con base en la altitud, relieve del terreno y grado de intervención humana. En total, se muestrearon 1,406 individuos, distribuidos en 30 especies agrupadas en 17 familias representativas de la selva mediana subcaducifolia y humedales, confirmando su carácter de ecotono. La familia más abundante fue Fabaceae y Leucaena leucocephala la especie más representada, con una abundancia de 450 individuos y una densidad de 14.62 ind ha-1. Los análisis de diversidad alfa reflejaron que la riqueza de especies y familias está relacionada con un gradiente de altitud; fue mayor en sitios menos elevados y contiguos a la selva, en donde la equidad de especies también fue mayor. El análisis de diversidad beta y de conglomerados reflejaron un reemplazo parcial de las especies vegetales endémicas influenciado por la actividad humana. Los resultados demuestran que la zona costera de Xpicob está sujeta a una fuerte presión antropogénica que debe ser considerada para la realización de trabajos de restauración y conservación.

Palabras clave: estructura arbórea; inventario florístico; línea de pleamar; vegetación costera

Avilés-Ramírez, G. A., Candelaria-Martínez, B., Sandoval-Gío, J. J., Chan-Uc, D. M., Chan-Coba, J. G., Medina-García, M., Rodríguez-Ávila, N. L. 2018. Floristic diversity of a coastal strip ecosystem in Campeche, México. Ecosistemas 27(3):123-129. Doi.: 10.7818/ECOS.1581 Coastal ecosystems provide many environmental services and its study is the basis for strategies of conservation and recovery. Its plant structure is the result of the spatial arrangement of the species based on environmental conditions and the availability of resources. The bay of Xpicob, Campeche, Mexico is a critical habitat for protected species of marine fauna. To describe its vegetation, a representative strip of 3.5 km along the coast was chosen, dividing it into four zones based on altitude, terrain relief and degree of human intervention. In total, 1,406 individuals were sampled, distributed in 30 species grouped into 17 representative families of the medium subdeciduous forest and wetlands, confirming their ecotone character. The most abundant family was Fabaceae and Leucaena leucocephala the most representative species, with an abundance of 450 individuals and a density of 14.62 ind ha<sup>-1</sup>. The alpha diversity analyzes reflect that the richness of species and families is related to an altitude gradient; it was higher in less elevated sites and contiguous to the jungle, where the equity of species was also greater. The beta diversity analysis and cluster reflected a partial replacement of endemic plant species influenced by human activity. The results show that the coastal zone of Xpicob is subject to strong anthropogenic pressure that must be considered for restoration and conservation work.

Keywords: coastal vegetation; floristic inventory; high tide line; tree structure

## Introducción

Los estudios florísticos y de vegetación, son importantes porque proporcionan información básica para conocer las especies de una región e identificar aquellas de mayor interés ecológico. Estos estudios describen la expresión fisonómica y estructural de la comunidad vegetal que domina el ecosistema, y dicha expresión es el resultado de procesos ecológicos y evolutivos determinados por factores físicos, químicos y biológicos. La vegetación presente en un ecosistema es el resultado del arreglo espacial vertical y horizontal, de las especies de plantas que cohabitan al competir por los recursos abióticos (Durán-García y García-Contreras 2010; Zamora-Crescencio 2003). Asimismo, la riqueza de especies de plantas con diversos hábitos de crecimiento que conforman las comunidades vegetales de un sitio, dependen de las características climáticas y edáficas del territorio ocupado (Durán-García y García-Contreras 2010). La distribución vertical y horizontal de las especies en un sitio determina la estructura de la vegetación y define la organización de los individuos en el espacio conformando la cobertura vegetal, la cual está íntimamente relacionada con el funcio-

<sup>\*</sup>Autor de correspondencia: N.L. Rodríguez-Ávila [norma\_rgzavila@yahoo.com.mx].

namiento del ecosistema y puede ser usado como un indicador de salud del mismo (Leirana-Alcocer et al. 2009).

La vegetación presente en las zonas costeras es de alta importancia ecológica porque intercepta el movimiento del viento y arena, fija la duna y propicia la acumulación de materia orgánica creando ambientes estabilizados (Moreno-Casasola 2004). Estos servicios favorecen la formación del suelo creando el hábitat de numerosas especies de insectos, reptiles, aves y mamíferos (Durán et al. 2010). En el estado de Campeche se han realizado pocos estudios sobre la vegetación costera, y en ellos se destaca su importancia en la estabilización de las dunas, así como su mal estado de conservación, lo que pone en riesgo la estabilidad y permanencia del sistema completo (Martínez et al. 2014). Esta carencia de estudios de biodiversidad sitúa a Campeche en el grupo de entidades del país que carecen de reportes de endemismo de flora (Neyra-González et al. 1998). En los sistemas de humedales del estado se han reportado bajos índices de riqueza de especies vegetales (8 a 22), con valores de equidad medios, entre 0.44 y 0.77 (García 1995; Gutiérrez-Báez et al. 2013).

En ecosistemas de dunas costeras del Golfo de México, Castillo y Moreno-Casasola (1998) reportaron una riqueza de hasta 115 especies, que se relacionó con las condiciones climáticas, tipo de arena y la interacción con la vegetación tierra adentro, conformada por pastizales, matorrales y selvas, que funcionan como un importante y variado banco de semillas. Asimismo, la diversidad observada se encuentra influenciada por la historia de uso de las diferentes especies por la población humana local. En este sentido, la vegetación costera de Campeche provee 42 plantas que son usadas como alimento por pobladores locales y una palma empleada para construcción (Méndez-Cabrera y Montiel 2007).

El estado de Campeche representa la transición entre el Golfo de México y el Caribe, sus arenas aumentan el contenido de carbonatos hacia el borde con Yucatán; ocupa el séptimo lugar nacional en extensión de dunas costeras, con una superficie total de 43 534 ha de las cuales el 87% se encuentra en un estado malo o muy malo de conservación (López-Rosas et al. 2014).

La zona costera de Xpicob, Lerma, Campeche se considera como un hábitat crítico que genera una importante serie de servicios ambientales como el anidamiento de más de 27 especies de tortugas en peligro de extinción, conservación de dunas, provisión de productos alimenticios y de construcción para la población humana de las localidades contiguas; sin embargo, se desconoce la riqueza y abundancia de las especies vegetales presentes en el sitio. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue caracterizar, determinar la riqueza y abundancia relativa, así como la tasa de recambio de especies de la vegetación terrestre presente en la franja ecotonal de la bahía de Xpicob clasificándola en cuatro zonas con base en la altitud, relieve del terreno y grado de intervención humana.

#### Material y Métodos

La bahía de Xpicob se localiza en el estado de Campeche, México en las coordenadas 19° 43′ 14.4" N y 90° 40′ 06.3" O, a 19.5 km de la capital del estado, se ubica en el km 185 de la carretera federal 180 Campeche-Champotón. Presenta un clima cálido-subhúmedo (García 2004) con una temperatura media anual de 28 °C, lluvias de mayo a noviembre con un periodo seco de diciembre a mayo (Noriega-Trejo y Arteaga 2010) y una precipitación media anual de 1272 mm (CONABIO 2016).

Para realizar el inventario florístico se delimitaron 171 cuadrantes de 20 x 20 m, distribuidos de manera paralela a la franja costera a partir de los 20 m de la línea de costa hacia tierra adentro. Los cuadrantes se distribuyeron siguiendo un patrón regular, sin separación entre ellos, cubriendo una distancia de 3420 m de costa y una superficie total de 68 400 m². El trabajo de campo se realizó en el periodo julio-septiembre de 2017. En cada cuadrante se contabilizó el número de arbustos y árboles presentes. Las especies registradas se identificaron en campo, siguiendo las recomenda-

ciones de Pennington y Sarukhán (2005) y se utilizaron diversos catálogos ilustrados de flora de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, así como de la flora de la Península de Yucatán del CICY. Para la confirmación del nombre de las especies y familias se usaron las bases de datos de NaturaLista de la CONABIO y del Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS) y los autores fueron abreviados de acuerdo con Villaseñor et al. (2008). Se calculó la abundancia absoluta contabilizando el total de individuos en el sitio y la abundancia relativa de especies y familias, calculando el porcentaje de individuos con relación al total de la población que conforma la comunidad. También se calculó el porcentaje de aparición de cada especie por cada cuadrante evaluado. Con el fin de corroborar que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para inventariar la totalidad de las especies presentes en el área, se calculó y graficó la curva de acumulación de especies (rarefacción) con el programa Past V 3.20 (Hammer et al. 2001).

Para los análisis de diversidad, se dividió el área de estudio en cuatro zonas de acuerdo con la altitud, relieve del terreno y grado de intervención humana siendo A) lomerío con acantilado, elevación superior a 15 msnm, contigua a la selva; B) lomerío sin acantilado, elevación de entre 5 y 10 msnm, contigua a la selva; C) planicie con elevación menor a 5 msnm y uso residencial-rural, y D) planicie con elevación menor a 5 msnm, contigua a área conservada. El número de cuadrantes muestreados fue de 43 para las zonas A, B y D cubriendo una extensión de 860 m y una superficie de 17 200 m² por cada zona y 42 para la C, con una extensión de 840 m y una superficie de 16 800 m².

Con la información del inventario florístico se determinaron dos índices de diversidad alfa; uno basado en la riqueza específica (Margalef) y otros que evaluaron la estructura de la comunidad con base a la equidad (Shannon y Pielou). La tasa de recambio de la especie, diversidad beta, fue evaluada mediante los índices de Whittaker, Rouledge y Wilson-Shmida. Se realizó un análisis de conglomerados mediante el método de ligamiento no ponderado UPGM con el índice de similitud de Bray-Curtis para agrupar las zonas similares en abundancia de organismos por especie con el software estadístico Past V 3.20 (Hammer et al. 2001).

#### Resultados

Se contabilizó un total de 1406 individuos agrupados en 17 familias y 30 especies. Cuatro familias fueron las más abundantes y concentraron el 75.89 % de los organismos observados: Fabaceae con 798 individuos (56.757 %), Arecaceae con 113 individuos (8.037 %), Apocynaceae con 79 individuos (5.619 %) y Polygonaceae con 77 individuos (5.477%) (Tabla 1). Las especies más abundantes fueron *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit y *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. con 450 y 235 individuos respectivamente, las especies menos abundantes con un individuo registrado fueron *Ficus benjamina* L., *Cecropia schreberiana* Mig., *Melicoccus oliviformis* Kunth. y *Opuntia dillenii* (Ker Gawl.) Haw (Tabla 2).

En cuanto a la frecuencia relativa por cuadrante, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit y *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. presentaron los valores más altos con 58.48 y 47.95 %, así como la mayor densidad absoluta por hectárea con registro de 14.62 y 11.98 individuos. Así mismo, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, estuvo presente en el mayor número de cuadrantes a lo largo de toda la zona. Se observó que *Cocos nucifera* L. y *Agave angustifolia* Haw. presentaron una distribución restringida pero abundante en sitios específicos (Zonas B-C y D, respectivamente) (Tabla 2). El análisis de rarefacción presentó un valor de la asíntota de 20, indicando que el número máximo de especies que se encuentran en la comunidad se pueden localizar con un esfuerzo de colecta de 20 muestreos.

Con respecto al análisis de diversidad alfa se observó que la zona B presentó la mayor riqueza de especies y familias (19 y 13, respectivamente) con un total de 403 organismos. En este sentido, el índice de Margalef fue el más alto para esta zona con un valor de 3.001, con respecto a las zonas A, C y D (1.992, 2.552 y 2.173,

Tabla 1. Abundancia absoluta y relativa de familias botánicas presentes en una franja costera de Xpicob, Campeche, México.

Table 1. Absolute and relative abundance of botanical families present in a coastal strip of Xpicob, Campeche, Mexico.

	Familia taxonómica	Abundancia	Abundancia relativa (%)
1	Fabaceae	798	56.757
2	Arecaceae	113	8.037
3	Apocynaceae	79	5.619
4	Polygonaceae	77	5.477
5	Cactácea	60	4.267
6	Malvaceae	60	4.267
7	Asparagaceae	58	4.125
8	Burseraceae	56	3.983
9	Boraginaceae	42	2.987
10	Combretaceae	32	2.276
11	Bromeliaceae	15	1.067
12	Moraceae	7	0.498
13	Acanthaceae	3	0.213
14	Anacardiaceae	2	0.142
15	Menispermaceae	2	0.142
16	Sapindaceas	1	0.071
17	Urticaceae	1	0.071

**Tabla 2.** Abundancia absoluta y relativa de las especies arbóreas presentes en una franja costera de Xpicob, Campeche, México.

Table 2. Absolute and relative abundance of the arboreal species present in a coastal strip of Xpicob, Campeche, Mexico.

	Especie	AA	AR	FA	FR	Dd	ZD
1	Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	450	32.006	100	58.480	14.620	a, b, c, d
2	Piscidia piscipula (L.) Sarg.	235	16.714	82	47.953	11.988	a, b, c, d
3	Cocos nucifera L.	82	5.832	25	14.620	3.655	b, c
4	Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	80	5.689	36	21.053	5.263	a, b, c, d
5	Plumeria rubra L.	79	5.619	29	16.959	4.240	c, d
6	Coccoloba uvifera (L.) L	77	5.476	40	23.392	5.848	a, b, c, d
7	Agave angustifolia Haw	58	4.125	5	2.924	0.731	d
8	Bursera simaruba (L.) Sarg.	56	3.983	34	19.883	4.971	a, b, c, d
9	Guazuma ulmifolia Lam.	50	3.556	33	19.298	4.825	a, b, c, d
10	Opuntia lasiacantha Pfeiff.	38	2.703	12	7.018	1.754	c, d
11	Cordia dodecandra A.DC	37	2.632	15	8.772	2.193	c, d
12	Sabal mexicana Mart.	31	2.205	13	7.602	1.901	a, b, c, d
13	Acanthocereus tetragonus (L.) Hummelinck	21	1.494	5	2.924	0.731	c, d
14	Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose	20	1.422	8	4.678	1.170	a, d
15	Terminalia catappa L.	16	1.138	10	5.848	1.462	b
16	Conocarpus erectus L.	16	1.138	7	4.094	1.023	b
17	Bromelia pinguin L.	15	1.067	3	1.754	0.439	a, c
18	Hampea trilobata Standl.	10	0.711	5	2.924	0.731	а
19	Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth	8	0.569	5	2.924	0.731	С
20	Brosimum alicastrum Sw.	6	0.427	4	2.339	0.585	a, b
21	Ehretia tinifolia L.	5	0.356	5	2.924	0.731	b, c
22	Avicennia germinans (L.) L.	3	0.213	3	1.754	0.439	b
23	Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	3	0.213	3	1.754	0.439	C, C
24	Metopium brownei (Jacq.) Urb.	2	0.142	1	0.585	0.146	b
25	Tamarindus indica L.	2	0.142	2	1.170	0.292	b
26	Cissampelos pareira L.	2	0.142	1	0.585	0.146	b
27	Cecropia schreberiana Miq.	1	0.071	1	0.585	0.146	а
28	Ficus benjamina L.	1	0.071	1	0.585	0.146	b
29	Melicoccus oliviformis Kunth.	1	0.071	1	0.585	0.146	b
30	Opuntia dillenii (Ker Gawl.) Haw.	1	0.071	1	0.585	0.146	d

AA= Abundancia absoluta; AR= Abundancia relativa (%); FA= Frecuencia absoluta; FR= Frecuencia relativa (%); Dd= Densidad (ind ha¹); ZD= Zona de distribución.



Figura 1. Localización geográfica de la Bahía de Xpicob, Campeche, México y distribución de las zonas de estudio. A) Lomerío con acantilado, elevación superior a 15 msnm, contigua a la selva; B) Lomerío sin acantilado, elevación de entre 5 y 10 msnm, contigua a la selva; C) Uso residencial-rural, elevación menor a 5 msnm y D) Elevación menor a 5 msnm, contigua a área conservada.

Figure 1. Geographical location of the Bay of Xpicob, Campeche, Mexico and distribution of study areas. A) Rolling hills with cliff, elevation higher than 15 masl, adjoining the jungle; B) Rolling hills without cliff, elevation between 5 and 10 masl, contiguous to the jungle; C) Residential-rural use, elevation less than 5 meters above sea level and D) Elevation less than 5 meters above sea level area.

respectivamente). Por otra parte, se observó mayor equidad de la distribución de especies en la zona D, según los índices de Shanon-Wiener (2.232) y Pielou (0.6654) (Tabla 3).

La diversidad beta expresa el grado de recambio en la composición específica de las comunidades y es indicadora de la sustitución de especies dentro de un paisaje fragmentado, a través de un gradiente de distancia. Los tres índices de diversidad beta mostraron que el valor de recambio va decayendo en un gradiente espacial de la zona A hacia la zona D, el cual coincide con un gradiente de disminución de altitud (Fig.1). Este patrón se revierte al realizar el análisis entre los sitios extremos (A y D), en donde se observa un menor recambio de especies.

La conducta de la diversidad beta observada como índice de la heterogeneidad del paisaje, corresponde a un sistema no anidado, en el cual se observa la presencia de especies comunes a las cuatro zonas; sin embargo, se observa un reemplazo parcial de las especies que se presentan en la zona A conforme transita a la zona D influenciado por la actividad humana (Fig. 2).

El análisis de conglomerados usando el índice de Bray-Curtis, mostró tres grupos de acuerdo a la riqueza de especies; un grupo de alta abundancia conformado por la zona B, un grupo de abundancia intermedia compuesto por las zonas C y D y un grupo de baja abundancia compuesto por la zona A (Tabla 3 y Fig. 3).

## Discusión

La riqueza y abundancia observada en el sitio es el resultado de la mezcla de vegetación costera y de selva, debido a su carácter de ecotono, en donde interactúan diferentes ecosistemas como selva media y baja caducifolia, matorrales, marismas y manglares (Espejel et al. 2017). La mayor abundancia de Fabaceae concuerda con lo reportado para sistemas de playa y duna costera de todo el país (Espejel et al. 2017; Villaseñor y Ortiz 2014); (Moreno-Casasola y Paradowska 2009). Asimismo, el mosaico de familias encontradas indica que el sitio se encuentra en un proceso de recuperación al ecosistema original, principalmente en las zonas de los extremos que no están sujetas a perturbación antropogénica.

La composición de especies vegetales obtenida en el presente estudio coincide principalmente con la vegetación de selva baja a mediana subcaducifolia reportada para este sistema por Durán-García y García-Contreras (2010). Por otro lado, el hecho de que

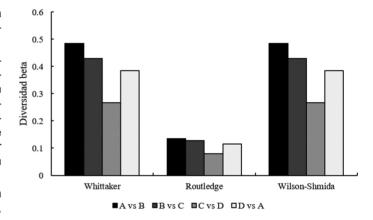


Figura 2. Diversidad beta de cuatro zonas de la bahía de Xpicob, Campeche, México.

Figure 2. Beta diversity of four zones of the bay of Xpicob, Campeche, Mexico.

Tabla 3. Análisis de biodiversidad por zonas de muestreo.

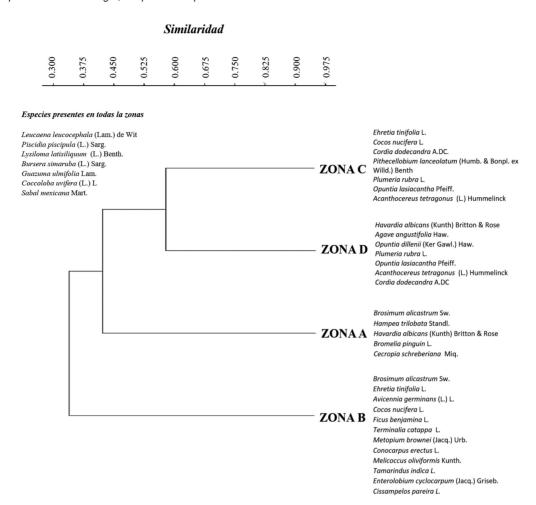
Table 3. Biodiversity analysis in the sample zones.

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
No. de individuos	250	403	357	396
Riqueza específica	12	19	16	14
Riqueza de Familias	8	13	8	9
Índice de Margalef	1.992	3.001	2.552	2.173
Índice de Shannon-Weaver	1.756	1.951	1.766	2.232
Equidad	0.482	0.370	0.365	0.665

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. se encuentre representada en todos los sitios pudiera explicarse en su habilidad para la fijación de nitrógeno (Snoeck et al. 2000) que la convierte en una especie que propicia la regeneración de los ecosistemas que han sido objeto de perturbación de origen antropogénico, por lo que es común observarla como componente de la vegetación secundaria en las primeras etapas de sucesión (CONABIO 2011).

Figura 3. Agrupación de cuatro zonas de la Bahía de Xpicob, Campeche, México, con base al índice de Bray-Curtis. En el extremo superior izquierdo se presentan las especies comunes a las cuatro zonas. A la derecha, las especies particulares de cada zona.

Figure 3. Grouping of four zones of the Bay of Xpicob, Campeche, Mexico, based on the Bray-Curtis index. In the upper left corner, the species common to the four zones are presented. On the right, the particular species of each zone.



Asimismo, fue posible observar dos especies que son características y representativas de zonas de humedales como los mangles *Avicennia germinans* L. y *Conocarpus erectus* L. que están bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Norma Oficial Mexicana 2010); de sistema de selva como *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Metopium brownei* (Jacq.) Urb. y *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth; y especies propias de dunas costeras como son *Coccoloba uvifera* (L.) L., *Cocos nucifera* (L.) y *Agave angustifolia* Haw (Durán et al. 2010; Moreno-Casasola 2004).

Los valores de riqueza absoluta observados en el presentes estudio son mayores a los registrados para el sistema de Petenes del estado de Campeche, cuya riqueza oscila entre 11 y 12 especies diferentes (García 1995). Sin embargo, esta riqueza se ubica entre la esperada para ecosistemas forestales tales como los bosques de pino-encino, en donde se han observado valores de entre 23 y 100 especies, respectivamente, en comunidades de la Sierra Madre Occidental (Návar-Cháidez y González-Elizondo 2009), y menor a lo reportado en sistemas de selvas medianas en la comunidad de Mucuychacán con valores máximos de 54 especies (Gutiérrez-Báez et al. 2012; García 1995). También se observa que la riqueza de especies encontradas en el ecotono de la bahía de Xpicob es menor que la reportada en sitios de vegetación secundaria de selvas bajas-medianas de Tepakan, Calkini en el norte del estado, en donde se reportaron 43 especies diferentes. Estas diferencias se deben a la ubicación geográfica del área, dado que Tepakán correspondió a una comunidad tierra adentro en donde las características físicas, químicas y biológicas del suelo propician una mejor germinación y desarrollo de los bancos de semilla; en este sentido, se ha demostrado que la salinidad del suelo reduce significativamente la germinación de las semillas (Laynez-Garsaball et al. 2007). En los dos sitios la familia Fabaceae es la de mayor abundancia; sin embargo, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit fue la especie más abundante en Xpicob y *Piscidia piscipula piscipula* (L.) Sarg. en Tepakán (Zamora-Crescencio et al. 2011).

Se observó que la zona costera de Xpicob está sujeta a una fuerte presión antropogénica como el cambio de uso de suelo para vivienda y actividades agropecuarias, así como la introducción de especies vegetales exóticas (*Cocos nucifera* L., *Tamarindus indica* L. y *Melicoccus oliviformis* Kunth), modificando la estructura de la vegetación natural, ocasionando pérdida de cubierta vegetal y un aumento de las fronteras urbanas (Martínez-Romero y Esparza-Olguín 2010).

Con respecto a los análisis de equidad, los menores valores observados en las zonas B y C pudieran estar influenciados por el efecto de la intervención humana que ha desplazado especies características de este ambiente e introducido especies domesticadas para uso alimenticio y ornato, como es el caso de *Cocos nucifera* L. que presentó una alta dominancia restringida en ambos sitios.

Los mayores valores de biodiversidad y equidad obtenidos para la zona D pudieran explicarse con el hecho de que dicho sitio presenta una mayor extensión de ecosistema de duna costera, los cuales se caracterizan por su alta diversidad de especies y heterogeneidad del ambiente que favorece la abundancia equitativa de las especies. Además, este sitio está sujeto a un menor impacto antropogénico y la riqueza observada es resultado de la interacción con la vegetación tierra adentro (Castillo y Moreno-Casasola 1998).

Por otro lado, el menor recambio observado entre las zonas A y D puede atribuirse a que el ecosistema actual procede de un eco-

sistema homogéneo propiciado por la selva contigua a ambos sitios, que funciona como semillero. A diferencia de las zonas B y C, las cuales han sido sujetas a procesos de fragmentación por presión antropogénica, al encontrarse aledañas a los asentamientos humanos. Sin embargo, para corroborar este efecto, se requieren desarrollar estudios dirigidos a establecer la relación causa-efecto de las actividades antropogénicas en la composición florística de la Bahía de Xpicob.

La variación espacial en la composición de los taxa, confirmado mediante el análisis de la diversidad beta y el UPGM, está relacionada con la presión antropogénica, la cual ha provocado modificación en la estructura específica de la vegetación al sustituir las especies originales por introducidas usadas para ornato o alimentación. De ahí la presencia restringida de cocotero (C. nucifera), tamarindo (T. indica) y guaya (M. oliviformis) en los sitios circundantes a los asentamientos humanos (zona B), siendo estas especies características de los huertos familiares del sureste mexicano (Flores 2012). En los sitios de muestreo restantes, la presencia de especies características de manglar y selva confirma el carácter de ecotono de Xpicob, de forma similar a lo descrito por Espeiel et al. (2017) al describir la flora de playa y dunas costeras de México. Esta primera descripción de la composición florística de la franja costera de Xpicob representa una base para la realización de nuevos estudios dirigidos hacia la restauración y conservación de sitios costeros del estado de Campeche.

### **Conclusiones**

La franja costera de Xpicob, Lerma, Campeche es originalmente un ecotono entre el ecosistema costero y la selva baja subcaducifolia; es evidente que la diversidad y estructura vegetal se ha visto influenciada por actividades antropogénicas. En los espacios contiguos a los asentamientos humanos la vegetación endémica se encuentra en un proceso de sustitución por flora exótica con propiedades alimenticias y ornamentales. El relieve y la altitud tienen menos efecto en la conformación de la estructura arbórea que la actividad antropogénica, por lo que resulta necesario establecer planes de manejo y conservación integrales en la región con la finalidad de restaurar las características del ecosistema.

### **Agradecimientos**

Al Tecnológico Nacional de México (TecNM) por el financiamiento del proyecto "Uso del carbono azul para la producción de materiales biogénicos que sirvan para mitigar el cambio climático", número 5699.16-P.

#### Referencias

- Castillo, S., Moreno-Casasola, P. 1998. Análisis de la flora de dunas costeras del litoral atlántico de México. *Acta Botánica Mexicana* 45: 55–80.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONA-BIO). 2011. Leucaena leucocephala ficha informativa [WWW Document]. URL http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/mimosaceae/leucaena-leucocephala/fichas /ficha.htm [Accedido el 14 de Diciembre de 2017].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONA-BIO) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Campeche (SEMARNATCAM). 2016. Estrategia para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad en el estado de Campeche. https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Estrategia%20Campeche\_2016.pdf [Accedido el 21 de Septiembre de 2019].
- Durán, R., Torres, W., Espejel, I. 2010. Vegetación de dunas costeras. En: Durán-García M y Méndez-González (eds). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. pp. 136–137. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Yucatán, México.
- Durán-García, R., García-Contreras, G. 2010. Distribución espacial de la vegetación. En: Durán-García M y Méndez-González (eds). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. pp. 131–135. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Yucatán, México.

- Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Castillo-Campos, G., Garcillán, P.P., Álvarez, L., Castillo-Argüero, S., Durán, R., Ferrer, M., Infante-Mata, D., Iriarte, S., Luz, J.L.L. de la, López-Rosas, H., Narváez, A.M., Monroy, R., Moreno-Casasola, P., Rebman, J.P., Rodríguez-Revelo, N., Sánchez-Escalante, J., Vanderplank, S. 2017. Flora en playas y dunas costeras de México. *Acta Botánica Mexicana* 121: 39–81.
- Flores, G.J.S. 2012. Diversidad florística, usos y origen de material genético de las especies de los huertos familiares de la Península de Yucatán. En: Mariaca Méndez, Ramón (ed). El huerto familiar del sureste de México, pp: 149-175. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental el Estado de Tabasco, Tabasco, México.
- García, A.E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (No. 5a. Edición). Serie libros, Instituto de Geografía-UNAM, México.
- García, R.D. 1995. Diversidad florística de los petenes de Campeche. *Acta Botánica Mexicana* 31: 73–84.
- Gutiérrez-Báez,C., Zamora-Crescencio, P., Hernández-Mundo, S.C. 2012. Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de Mucuychacán, Campeche, México. *Foresta Veracruzana* 14: 9–16.
- Gutiérrez-Báez, C., Zamora-Crescencio, P., Puc-Garrido, E.C. 2013. Estructura y composición florística de la selva mediana subperennifolia de Hampolol, Campeche, México. *Foresta Veracruzana* 15(1): 1-8.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9. https://folk.uio.no/ohammer/past/.
- Laynez-Garsaball, J. A., Méndez, J. R. y Mayz-Figueroa, J. 2007. Efecto de la salinidad del suelo sobre la germinación de semillas de maíz de diferentes pesos en el oriente venezolano. *Revista Temas Agrarios* 12(2):62-73.
- Leirana-Alcocer, J.L., Hernández-Betancourt, S., Salinas-Peba, L., Guerrero-González, L. 2009. Cambios en la estructura y composición de la vegetación relacionados con los años de abandono de tierras agropecuarias en la selva baja caducifolia espinosa de la reserva de Dzilam, Yucatán. *Polibotánica* 27: 53–70.
- López-Rosas, H., Moreno-Casasola, P., Infante-Mata, D., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Martínez, M.L., et al. 2014. Campeche. En: Martínez, Ma. L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., et al. (eds), Diagnóstico de las Dunas Costeras de México, pp. 170-180. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), México.
- Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Orocio, O.J., Mata, D.I., Revelo, N.R., González, J.C.C. 2014. *Diagnóstico general de las dunas costeras de México*. 359 pp. SEMARNAT. México.
- Martínez-Romero, E., Esparza-Olguín, L. 2010. Estudio de caso: Deforestación en el estado de Campeche. Causas directas e indirectas de la principal amenaza sobre la biodiversidad. En: Villalobos-Zapata, G.J., Mendoza-Vega, J. (eds). *La Biodiversidad en Campeche: estudio de caso*, pp.573-575. CONABIO, Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, ECOSUR, Campeche, México.
- Méndez-Cabrera, F., Montiel, S. 2007. Diagnóstico preliminar de la fauna y flora silvestre utilizada por la población maya de dos comunidades costeras de Campeche, México. *Universidad y Ciencia* 23:127-139
- Moreno-Casasola, P. 2004. Las playas y dunas del Golfo de México. Una visión de la situación actual. En: Caso, M.I., Pisanty, E.E. (eds), *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. pp. 491–520. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Moreno-Casasola, P., Paradowska, K. 2009. Especies útiles de la selva baja caducifolia en las dunas costeras del centro de Veracruz. *Madera Bosques* 15: 21–44.
- Návar-Cháidez, J.J., González-Elizondo, S. 2009. Diversidad, estructura y productividad de bosques templados de Durango, México. *Polibotánica* 27: 71–87.
- Neyra-González, L., Durand-Smith, L. 1998. Biodiversidad. En: Peña-Jiménez, A., Neyra-González, L., Loa-Loza. E., Durand-Smith, L. (eds). *La diversidad biológica de México: Estudio de país*. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. pp. 62–102. México, D.F.
- Noriega-Trejo, R. Arteaga, A.M. 2010. Ecosistemas continentales: síntesis de los tipos de vegetación terrestres. En: Villalobos-Zapata, G.J., Mendoza-Vega, J. (eds). *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. La Biodiversidad en Campeche: estudio de caso.* CONABIO. Gobierno del Estado de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche, ECOSUR. pp. 148-155. Campeche, México.
- Norma Oficial Mexicana. 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Cate-

- gorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.
- Pennington, T.D., Sarukhán, J. 2005. Árboles tropicales de México. *Manual para la identificación de las principales especies*. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de cultura económica. México.
- Snoeck, D., Zapata, F., Domenach, A.M. 2000. Isotopic evidence of the transfer of nitrogen fixed by legumes to coffee. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 4 (2): 95–100.
- Villaseñor, J.L., E. Ortiz y R. Redonda-Martínez. 2008. Catálogo de autores de plantas vasculares de México. Instituto de Biología, UNAM, CONA-BIO, México.
- Villaseñor, J.L., Ortiz, E. 2014. Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 134–142.
- Zamora-Crescencio, P. 2003. Contribución al estudio florístico y descripción de la vegetación del municipio de Tenabo, Campeche, México. *Polibotánica* 15: 1-40
- Zamora-Crescencio, P., Domínguez-Carrasco, M. del R., Villegas, P., Gutiérrez-Báez, C., Manzanero-Acevedo, L.A., et al. 2011. Composición florística y estructura de la vegetación secundaria en el norte del estado de Campeche, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 89: 27–35.