

BIODIVERSIDAD EN CAMPECHE



Foto: Jorge Benítez Torres, EPOMEX-UAC.

DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS

III

A. Gerardo Palacio Aponte
Coordinador

El emplazamiento biogeográfico y la evolución geológica de los paisajes en el estado de Campeche, le confieren una alta diversidad de ecosistemas a nivel regional y local. En esta sección y para contextualizar territorialmente la importancia de los ecosistemas en el estado, se considera primero su caracterización biogeográfica, que según las propuestas de diversos autores, ubican a Campeche en la región neotropical. Esta característica es ya de por sí un indicador de la tipología de ecosistemas tropicales esperables, asociados principalmente a altas diversidades biológicas, en ambientes cálidos ($>18^{\circ}\text{C}$ de temperatura media anual) y con altos regímenes de humedad relativa ($> 80\%$), sobre todo en la época de lluvias. Dentro de éstos, encontramos grandes grupos de ecosistemas en general y paisajes azonales o únicos en particular. Para los grandes grupos de ecosistemas se describen las características ecológicas relevantes, por una parte de la vegetación terrestre, con selvas altas, medianas y bajas perennifolias, subperennifolias y subcaducifolias y por otra la vegetación acuática asociada a cuerpos de agua costeros, continentales, lénticos y lóticos. Para esta última se incluye una lista con las especies dominantes en el estado y su importancia con respecto al resto del país. De igual manera se destaca en un apartado especial la diversidad de los humedales costeros como petenes, lagunas costeras, sistemas fluvio-lagunares, estuarios, manglares y pastos marinos. Todos controlados por diferentes dinámicas hidrológicas, en buen estado de conservación ecológica e incluyendo la más alta diversidad de especies vegetales tropicales costeras en todo el país. También destacable por su condición costera se describen los sistemas de dunas, playas e islas tanto de origen carbonatado como terrígeno, regulados por el ritmo de las mareas, las corrientes litorales, los patrones de viento y el oleaje. En la subsección de ambientes marinos, se realiza un diagnóstico general de los arrecifes en Campeche, describiendo su alta biodiversidad y su destacado desarrollo geomorfológico subacuático y terrestre. Se analiza

además su relación con el origen del relieve y la colonización vegetal de las principales islas arrecifales en la región. Por otra parte para concluir la sección se caracterizan dos ecosistemas únicos por su origen y funcionamiento ecológico: los petenes y los bajos inundables. En el estudio de caso de los petenes, por ser Reserva de la Biosfera, se describe la riqueza biótica y su unicidad como paisajes kárstico-palustres solo presentes en la zona costera de la península de Yucatán, Cuba y Florida. De igual manera los bajos inundables, mejor conocidos en la región como “acalches”, tienen un funcionamiento hidrológico típico de planicies residuales kársticas impermeables, que colectan los escurrimientos superficiales que le confieren la característica de inundabilidad y que caracteriza la diversidad de los ecosistemas asociados y su resistencia a los periodos de estrés hídrico.



Foto: Jorge Borroto, CONANP

Regionalización biológica

Griselda Escalona Segura
y Jorge A. Vargas Contreras

INTRODUCCIÓN

Hace aproximadamente seis millones de años, las placas tectónicas de la tierra se movieron y dos grandes regiones (Neártica y Neotropical) entraron en contacto y dieron como resultado faunas y floras mezcladas con diferentes historias biogeográficas (Flores y Gerez, 1994). Este suceso, aunado al origen de las cordilleras, las variaciones climáticas y una compleja historia cultural, contribuyó a formar un mosaico de condiciones ambientales y microambientales que ha promovido una gran variedad de hábitats y formas de vida (Sarukhán *et al.*, 1996) las que caracterizan cada región biológica, y como resultado una gran diversidad biológica estimada en 12% a nivel mundial (Mittermeier y Goettsch, 1992; CONABIO, 1998, 2006). A su vez, el estado de Campeche es uno de los 10 estados más diversos del país (*e.g.* anfibios y reptiles. Calderón *et al.*, p. 332-336), aves (Escalona *et al.*, p. 348-355) y murciélagos (Vargas Contreras *et al.*, 2008).

La regionalización biológica de México es una de sus características sobresalientes. El estado de Campeche es considerado como un “Estado Verde” debido a que más del 40% de su territorio son áreas naturales protegidas, donde la Reserva de la Biosfera Calakmul es la de mayor extensión (723 185 ha) del trópico mexicano. La Reserva, protege el 12% de la selva alta, mediana y baja subperennifolia del país, es uno de los reductos más importantes para la fauna donde habitan especies de felinos de América tropical (*e.g.* jaguar, el ocelote, el tigrillo, el yaguarundí), árboles altos que favorecen la presencia de nutridas tropas de monos aullador y araña; habitan animales como el tapir, el oso hormiguero, el venado temazate, el jabalí cachetes blancos, el pavo ocelado y la perdiz; mientras el dosel es ocupado por loros y pericos, coas, chachalacas y calandrias; dicha fauna, propia de la región neotropical, en muchos casos las especies son raras, endémicas y/o en peligro de extinción.

El Estado se encuentra en una posición de transición entre la selva del Petén guatemalteco y la selva baja caducifolia del extremo norte de la península de Yucatán. Además, forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano y del corredor regional Los Petenes-Balam Kin (Escalona Segura *et al.*, 2009). Con todas estas áreas naturales, el Estado proporciona servicios ambientales (*e.g.* paisajes, plantas medicinales, agua y aire limpio).

La regionalización o zonificación de la biota de nuestro país ha sido una larga y compleja tarea ya que ha sido necesaria la conjunción de diversos criterios, así para lograr un marco de referencia, se han considerado características ecológicas y biogeográficas.

AMBIENTES ACUÁTICOS

Acorde a sus características oceanográficas, los mares mexicanos se encuentran en cinco regiones marítimas. Campeche se ubica en la zona IV o Golfo de México (De la Lanza, 1991; Torres *et al.*, 1995; Semarnat, 2003). En la clasificación realizada por CONABIO (2007a), se identificaron ocho grandes eco-regiones marinas de Norteamérica en donde se ubicó al estado en el Golfo de México Sur.

De acuerdo a sus rasgos hidrológicos, Campeche se divide en dos zonas: 1) Zona Sur o región de los ríos que comprende la parte media del Estado a partir del río Champotón hacia el suroeste donde limita con el estado de Tabasco en el río San Pedro. En ella se encuentran los ríos Palizada, Chumpán, Candelaria y Mamantel; y 2) Zona Norte o región de los petenes, localizada al norte del río Champotón hasta el estero de Celestún en el estado de Yucatán. En esta zona, los ríos superficiales son muy escasos debido a la permeabilidad de la roca caliza que permite la filtración de las aguas provenientes de las lluvias y dan origen a los cenotes y corrientes subterráneas (Lara-Domínguez *et al.*, 1990).

En la Zona Sur se distinguen dos planicies: la de inundación y la rocosa; además, presenta una laguna costera (laguna de Términos) con una isla de barrera y un delta (sistema Grijalva-Usumacinta) que alberga hábitats críticos como manglares, pastos marinos, humedales y bocas estuarinas. Mientras que la Zona Norte se caracteriza por una serie de lomeríos y colinas entremezcladas con las planicies de inundación limitadas hacia el mar por islas de barrera. Dentro de las planicies de inundación se encuentran formaciones denominadas petenes que son asociaciones de manglar o manglar-selva, rodeando un cuerpo de agua dulce, considerados hábitats críticos tanto a nivel estatal, nacional e internacional (Lara-Domínguez *et al.*, 1990).



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

AMBIENTES TERRESTRES

Existen varias propuestas para la regionalización del estado de Campeche, entre las que destacan: Smith (1941) propone 23 provincias biogeográficas, ubicando al Estado en la región Neotropical, subregión Mexicana y entre las provincias en su parte norte a la Yucateca y en el centro-sur del Petén); Goldman y Moore (1945) propusieron dividir al país en 16 provincias bióticas continentales y dos provincias bióticas insulares, donde la provincia de la península de Yucatán es la que incluye a Campeche; Rzedowski (1994), quien analizó factores fisiográficos, climáticos, influencia del hombre, los orígenes de la flora, las formas y espectros biológicos, así como los tipos de vegetación de nuestra entidad, propuso 17 provincias florísticas colocando a Campeche en la Provincia de la Costa del Golfo de México y la Provincia de la Península de Yucatán; y Toledo y Ordóñez (1998) propusieron una regionalización que simplificara la heterogeneidad ecológica y facilitar el reconocimiento de grandes discontinuidades en el paisaje a escala nacional. Esta zonificación se basó en el tipo de vegetación, el clima y aspectos biogeográficos, por lo que cada zona ecológica es la unidad de la superficie terrestre donde se encuentran conjuntos de vegetación con afinidades climáticas e historias o linajes biogeográficos comunes. Dentro de esta regionalización, Campeche quedó comprendido en tres zonas ecológicas: tropical cálido-húmeda, tropical cálido-subhúmeda y zona inundable o de transición mar-tierra (Toledo y Ordóñez, 1993 y 1996).

En el libro, publicado por CONABIO, “*La diversidad biológica de México: estudio de país*” (1998) se documentó que en México se distinguen cinco tipos principales de ecosistemas terrestres, cada uno de ellos dividido en un total de 11 tipos principales de hábitats y éstos a su vez divididos en un total de 191 eco-regiones. México alberga nueve hábitats (bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo, bosque espinoso, bosque de coníferas y encinos, bosque tropical perennifolio,

bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, pastizal, vegetación acuática y subacuática) y 51 ecorregiones (Rzedowski 1990, 1994; Dinerstein *et al.*, 1995; CONABIO 1998). Una eco-región es un ensamblaje geográficamente definido, constituido por comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies y dinámica ecológica, tienen condiciones ambientales similares y sus interacciones ecológicas son críticas para su persistencia a largo plazo (CONABIO, 1998).

En Campeche se han identificado cinco hábitats, de acuerdo a Rzedowski (1990, 1994): bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, pastizal, vegetación acuática y subacuática; y cinco eco-regiones de acuerdo a Dinerstein *et al.* (1995) y CONABIO (1998): 1) selvas secas de la península de Yucatán, 2) selvas húmedas de la península Yucatán, 3) manglares de la laguna de Términos, 4) selvas húmedas Petén-Tehuantepec y 5) Pantanos de Centla (figura 1).

Por otro lado, CONABIO (1997) y CONABIO *et al.* (2007b) proporcionaron otro análisis de regionalización ecológica y biogeográfica cuyo resultado fue 19 provincias y 51 eco-regiones (figura 1). Con base en ello, el territorio del estado de Campeche se extiende en dos provincias: Yucatán y Petén y en las siguientes eco-regiones: a) planicie central yucateca con selva mediana subcaducifolia, b) la planicie con selva mediana y alta subperennifolia, c) planicie costera y lomeríos con selva alta perennifolia, d) los lomeríos del sur de Yucatán con selva alta y mediana subperennifolia y e) los humedales del sur del Golfo de México (figura 1; CONABIO, 1997; CONABIO *et al.*, 2007b).

Morrone (2005) consideró que en México podemos caracterizar tres componentes bióticos principales (Neártico, Transicional y Neotropical), cada uno con una combinación diferente de elementos bióticos (Septentrional Antiguo o Paleoamericano, Paleoamericano, Neártico, Mesoamericano Tropical y Mesoamericano de Montaña). El componente Neotropical incluye áreas tropicales húmedas y subhúmedas del

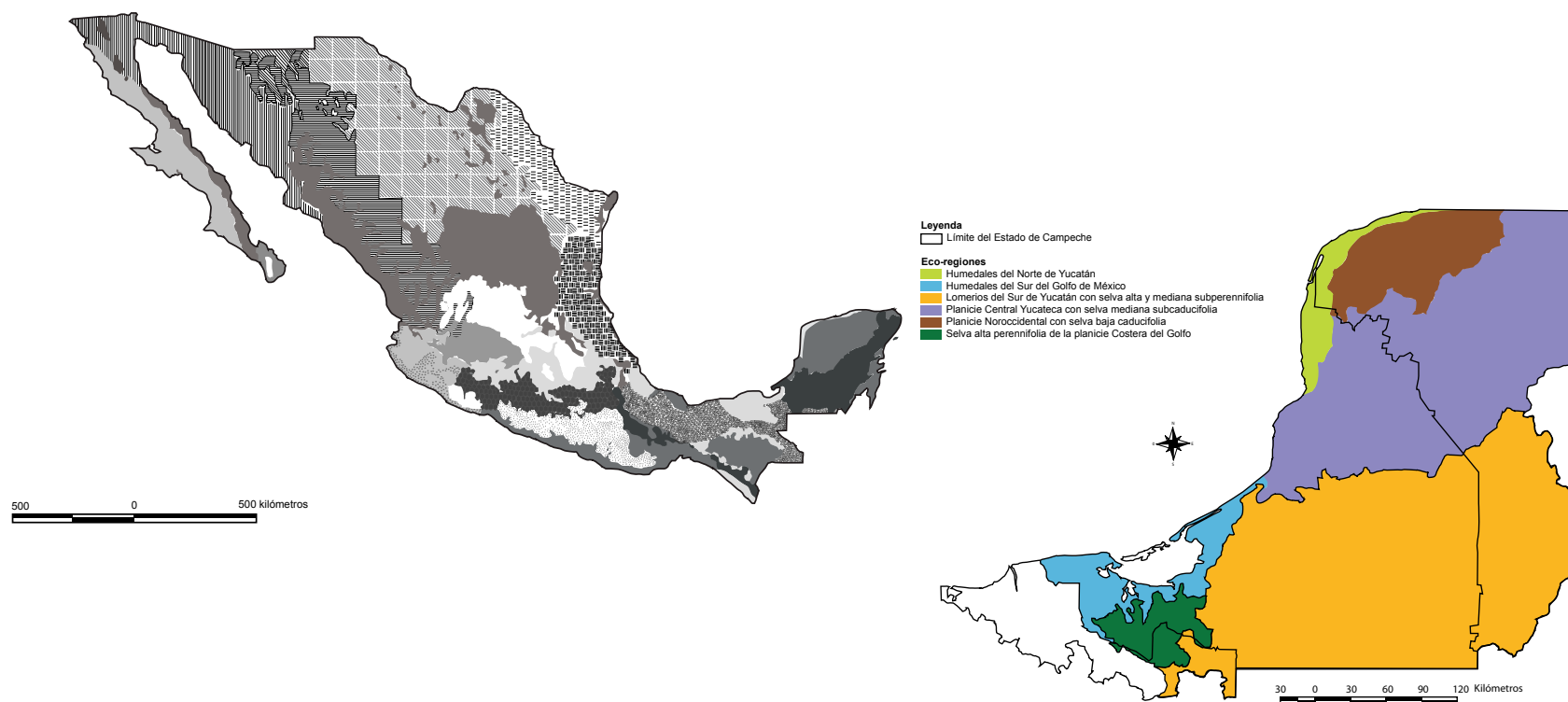


Figura 1. Eco-regiones para Campeche tomado de CONABIO (1998, mapa izquierdo): 1) selvas secas de la península de Yucatán, 2) selvas húmedas de la península Yucatán, 3) manglares de la laguna de Términos, 4) selvas húmedas Petén-Tehuantepec y 5) Pantanos de Centla, y CONABIO *et al.* (2007b, mapa derecho): a) planicie central yucateca con selva mediana subcaducifolia, b) la planicie con selva mediana y alta subperennifolia, c) planicie costera y lomeríos con selva alta perennifolia, d) los lomeríos del sur de Yucatán con selva alta y mediana subperennifolia y e) los humedales del sur del Golfo de México.

sur de México, asignadas a las provincias biogeográficas de la Costa Pacífica Mexicana, Golfo de México, Chiapas y Península de Yucatán donde se encuentra el estado de Campeche.

CONCLUSIONES

La regionalización de los ambientes acuáticos del estado de Campeche incluye dos zonas con base en las extensiones de agua dulce superficial: 1) zona sur o también conocida como la región de los ríos por incluir los cuerpos de agua con mayor cauce en el Estado y 2) zona norte o región de los petenes donde prácticamente no hay ríos, pero sí la presencia de cuerpos de agua pequeños. Para el caso de los ambientes terrestres se consideran las propuestas más incluyentes de Morrone (2005) y CONABIO *et al.* (2007b) donde Campeche queda incluido en el componente Neotropical, dentro de las provincias de Yucatán y Petén y alberga cinco eco-regiones: planicie central yucateca, planicie con selva mediana y alta subperennifolia, c) planicie costera y lomeríos, los lomeríos del sur de Yucatán y los humedales del sur del Golfo de México.

REFERENCIAS

- CONABIO, 1997. Provincias Biogeográficas de México. Mapa a escala 1:4000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. XVI, 351 p.
- CONABIO, 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 71 p.
- CONABIO-CONANP-TNC-Pronatura, 2007a. Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, México. 129 pp.
- CONABIO-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UNAL, 2007b. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura A. C., Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 127 p.
- De la Lanza E. G. (compiladora), 1991. Oceanografía de Mares Mexicanos, AGT editor, México. 569 p.
- Dinerstein, E., D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Bookbinder y G. Ledec, 1995. Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean. The World Bank / The World Wildlife Fund. Washington DC.
- Escalona Segura G., D.O. Molina Rosales, y J. Mendoza Vega (coordinadores), 2009. Programa de conservación y manejo de la zona sujeta a conservación ecológica Balam-Kin. 245 p.

- Flores-Villela, O., y P. Gerez, 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. UNAM/CONABIO. 439 pp.
- Goldman, E. A., y R. T. Moore, 1945. The biotic provinces of Mexico. *Journal of Mammalogy*, 26: 347-360.
- Lara-Domínguez, A. L., G. Villalobos-Zapata y E. Rivera Arriaga, 1990. Catálogo bibliográfico de la región de la Sonda de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica 1. 162 p.
- Mittermeier, R. A., y C. Goettsch de Mittermeier, 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. p. 63-73. En: J. Sarukhán y R. Dirzo (comp.). México ante los retos de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Morrone, J. J., 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. Toward a synthesis of Mexican biogeography. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76:207-252.
- Rzedowski, J., 1990. Vegetación potencial, IV.8.2. En: Atlas Nacional de México. Vol. II. Instituto de Geografía-UNAM. México.
- Rzedowski, J., 1994. Vegetación de México. Limusa, México, D.F. 432 p.
- Sarukhán, J., J. Soberón, y J. Larson-G, 1996. Biological Conservation in a High Beta-Diversity Country. p.246-263. In: F. Di Castri y T. Younès (eds.) Biodiversity, Science and Development Towards a New Partnership. IUBS International Forum on Biodiversity/ UNESCO.
- SEMARNAT, 2003. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales 2002. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales México, D.F. 275 p.
- Smith, H. M., 1941. Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género *Sceloporus*. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 2:103-110.
- Toledo, V. M., y J.M. Ordoñez, 1993. The biodiversity of Mexico: a review of terrestrial habitats. p. 757-777. In: Biological Diversity of Mexico: origins and distribution. Oxford Univ. Press., Oxford, New York.
- Toledo, V. M., y M. Ordóñez, 1996. Mapa: zonas ecológicas, obtenido del proyecto "Diagnóstico de los escenarios de la biodiversidad de México a través de un sistema de información eco-geográfico". INE/UNAM/CONABIO. México.
- Toledo V. M., y M. J. Ordóñez, 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. p. 739- 755. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM. México.
- Torres, A., C. Esquivel, y G. Ceballos, 1995. Diversidad y conservación de los mamíferos marinos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 1:22-43.
- Vargas Contreras, J. A., G. Escalona Segura, J. C. Vizcarra, J. Arroyo-Cabrales, y R. A. Medellín, 2008. Estructura y diversidad de los ensambles de murciélagos en el centro y sur de Campeche, México. En: C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega (eds.). 2008. Avances en el estudio de los Mamíferos de México. Publicaciones Especiales, Vol. II, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.

Ecosistemas marinos y costeros

Humedales costeros

Luis Amado Ayala Pérez

INTRODUCCIÓN

El estado de Campeche cuenta con 523 km de litoral, que representa 4.51% del total del país. Además, ocupa el segundo lugar nacional en superficie de plataforma continental con 51 100 km². Seis de los once municipios del estado son costeros y su ubicación y conformación geológica los hacen muy diversos en ecosistemas humedales (www.mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/camp). De acuerdo con la Convención de Ramsar (1971), los humedales son áreas donde el agua es el factor principal que controla al ambiente y la vida de las plantas y animales asociados. Se reconocen cinco tipos principales de humedales: marino, estuarino, lacustre, fluvial y palustre (www.ramsar.org).

Entre los humedales costeros característicos de Campeche se encuentran los petenes, lagunas costeras, sistemas fluvio-lagunares estuarinos, esteros, estuarios, manglares y pastos marinos.

Dado que los humedales se reconocen como ecosistemas de alta diversidad, sobre todo en latitudes tropicales, y además son áreas que albergan recursos de gran valor económico y cultural, el objetivo de este capítulo es destacar las características de los principales humedales de Campeche.

LOS PETENES

Los petenes son pequeñas “islas” de vegetación arbórea, principalmente de selva mediana perennifolia y subperennifolia así como de

manglar, que se encuentran inmersas en medio de amplias zonas inundables de tipo pantanoso, conocidas como “marismas” (Barrera, 1982; Rico-Gray, 1982; Olmsted *et al.*, 1983). Las marismas están constituidas esencialmente de pastizales y manglares enanos fuertemente influenciados por los movimientos de las aguas del mar. Los petenes se distribuyen en todo el borde de la península de Yucatán, pero son particularmente abundantes en la porción centro oriental de Quintana Roo y en el noroeste del estado de Campeche (Durán, 1995).

La zona de los petenes de Campeche es una Reserva de la Biosfera (RBLP) con una extensión de 282 857 ha; de las cuales cerca de la mitad corresponde a la zona marina que se extiende hasta las 12 millas del mar patrimonial y abarca los municipios de Calkiní, Hecelchakán, Tenabo y Campeche (Diario Oficial de la Federación, 1999).

El clima dominante varía entre Aw (cálido subhúmedo con lluvias en verano), y BS'hw (semiseco y seco cálido) (García, 1988). La temperatura media anual oscila entre 26.1 a 27.9°C y la precipitación media anual tiene una variación de 725.5 a 1 049.7 mm (www.mapserver.inegi.gob.mx/geografia/español/estados/camp).



Foto: Centro EPOMEX-UAC

La vegetación en la RBLP, está representada por 678 especies de plantas superiores, incluyendo a 24 especies endémicas de la península de Yucatán, 3 amenazadas (*Tabebuia chrysantha*, *Zinnia violacea* y *Thrinax radiata*) y 5 sujetas a protección especial (*Tillandsia festuoides*, *T. Flexuosa*, *Laguncularia racemosa*, *Rizophora mangle* y *Avicennia germinans*) (CONANP, 2006; Diario Oficial de la Federación, 2001). Como especies arbóreas principales se encuentran el chechén (*Metopium brownei*), la caoba (*Swietenia macrophylla*), el zapote (*Manilkara zapota*), la higuera (*Ficus maxima*), la palma chit (*Thrinax radiata*) el guano (*Sabal yapa*), el corcho (*Annona glabra*) y los manglares de diferentes géneros (Durán, 1995).

Rico Gray *et al.* (1988), Barrios *et al.* (1992) Correa *et al.* (1994), Correa y De Alba Bocanegra (1996), en conjunto, han reportado 313 especies de aves agrupadas en 19 órdenes, 56 familias y 32 subfamilias; de las cuales, 188 son consideradas residentes permanentes y 125 migratorias. Considerando la NOM-059-SEMARNAT-2001, 5 especies se encuentran en peligro de extinción, 8 amenazadas y 30 en protección especial (CONANP, 2006).

Yáñez-Arancibia *et al.* (1996) reportan en conjunto 250 registros de mamíferos en la RBLP que se agrupan en 47 especies correspondientes a 8 órdenes, 21 familias y 38 géneros. De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001, para la RBLP se tienen 16 especies en riesgo; peligro de extinción: *Tamandua mexicana* (oso hormiguero), *Ateles geoffroyi* (mono araña), *Leopardus pardalis* (ocelote), *L. wiedii* (tigri-llo), *Phantera onca* (jaguar), *Eira barbara* (viejo de monte), *Tapirus bairdeii* (tapir). Protección especial: *Cryptotis nigrescens* (musaraña), *Potos flavus* (mico de noche), *Bassariscus sumichrasti* (cacomixtle). Amenazada: *Tonatia evotis* (murciélago), *Trachops cirrhosus* (murciélago), *Herpailurus yagouaorundi* (jaguarundi), *Otonyctomys hatti* (rata), *Peromyscus leucopus* (ratón), *Coendou mexicanus* (puerco espín).

En general, para Campeche se han reportado 88 especies de mamíferos, de las cuales 38 son quirópteros y 13 son carnívoros (Escalona-Segura *et al.*, 2002). Sin embargo, aunque se tienen listas sobre los mamíferos del Estado, aún existen áreas inexploradas.

LAGUNAS COSTERAS

Las lagunas costeras son cuerpos de agua paralelos a línea de costa que tienen comunicación efímera o permanente con el mar. Poseen una hidrodinámica compleja regida por la aportación de agua continental mediante ríos, la dinámica de mareas y por procesos de evaporación-precipitación (Contreras y Castañeda, 2003).

La laguna costera más importante de Campeche es la laguna de Términos y representa uno de los ecosistemas más estudiados del país (Lara-Domínguez *et al.*, 1990). Cuenta con importantes aportaciones fluviales de los ríos Palizada, Mamantel, Las Cruces, Las Piñas, Candelaria y Chumpán y dos bocas de conexión con el mar denominadas Boca El Carmen y Boca Puerto Real.

La laguna de Términos ocupa el segundo lugar en extensión en el litoral del Golfo de México con una superficie de 160 000 ha y forma parte del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) con una superficie de 705 016 ha (INE, 1997). La macrofauna acuática de la laguna está constituida principalmente por peces –con más de cien especies– además de muchos crustáceos como jaibas, cangrejos y camarones, moluscos como el ostión (*Crasostrea virginica*) y la almeja (*Rangia cuneata*), también se destaca la presencia de delfines (Ayala-Pérez *et al.*, 2003).

En el APFFLT existen alrededor de 84 familias y 374 especies de vegetales terrestres y acuáticos en ecosistemas de dunas costeras, manglares, vegetación de pantano, selva baja, palmar, matorral espinoso, matorral inerme, vegetación riparia, selva alta-mediana y vegetación secundaria, además de pastos marinos. Tres especies se encuentran

catalogadas como amenazadas: *Bletia purpurea*, *Bravaisia interregina* y *Bravaisia tubiflora* y una en peligro de extinción *Habernaria bractescens* (INE, 1997)

SISTEMAS FLUVIO-LAGUNARES-ESTUARINOS

En la región de la laguna de Términos desemboca una porción de la principal red hidrológica de la zona costera mexicana del Golfo de México, constituida por los ríos Mezcalapa, Grijalva y Usumacinta, los cuales han desarrollado un amplio complejo fluvio-lagunar-estuarino (figura 1). Este complejo incluye a los ríos Palizada, Chumpán y Candelaria, a las lagunas litorales Pom-Atasta, Puerto Rico, San Carlos y Del Corte, Del Este-San Francisco-El Vapor, Balchacah y Panlau los cuales integran el sistemas Pom-Atasta, Palizada-Del Este, Chumpán-Balchacah y Candelaria-Panlau (González, 1974; Vera-Herrera *et al.*, 1988b; Ayala-Pérez *et al.*, 1993).

Existe muy poca información referente a la vegetación asociada a estos sistemas. Ocaña y Lot (1996) reportan 18 comunidades vegetales integradas en tres grandes formas biológicas: las herbáceas con diez, las arbustivas con una y las arbóreas con siete. Reportan 133 especies agrupadas en 103 géneros y 58 familias. 17 especies pertenecientes a 12 familias son plantas estrictamente acuáticas. Las familias mejor representadas son: Leguminosae, Cyperaceae, Poaceae, Orchidaceae y Convolvulaceae. Las herbáceas son el grupo dominante en el paisaje seguido por los manglares.

En la figura se destaca la ubicación de los sistemas fluvio-lagunares-estuarinos, cuyas características más importantes son las que a continuación se describen.

Pom-Atasta

Se ubica dentro de la llanura costera de Campeche formada por los ríos Grijalva y Usumacinta (Gutiérrez-Estrada *et al.*, 1982). Se limita

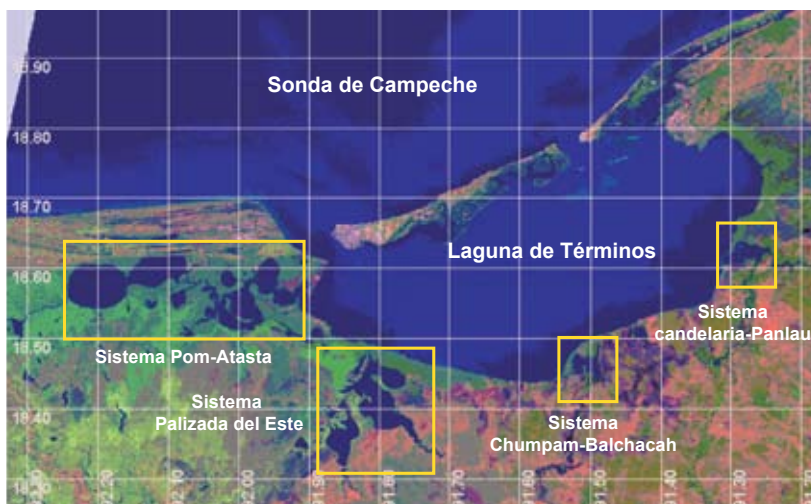


Figura 1. Laguna de Términos, y sus sistemas fluvio-lagunares-estuarinos. Imagen tomada de Ramos Miranda *et al.*, 2006.

al oriente por la Boca de Atasta, la cual lo comunica con la laguna de Términos y al occidente por la laguna Colorada cercana al cauce del río San Pedro y San Pablo, de donde proviene parte del drenaje estacional de agua dulce. Este sistema está formado por más de 10 lagunas interiores de dimensiones variables, con una superficie total aproximada de 300 km² y una profundidad promedio de 2.7 m. Estas lagunas son: Lodazal, Loros, Puerto Rico, Palmas, San Carlos, Del Corte, Palancares, Atasta, Pom y Colorada (Ayala-Pérez, 2006).

Palizada-Del Este

Se localiza en la porción sur-oeste de la laguna de Términos e incluye la desembocadura del río Palizada en dos ramales y sus deltas respectivos, tres lagunas denominadas: Vapor, Del Este y San Francisco, con una superficie conjunta de 89 km², la desembocadura de tres ríos secundarios: Las Piñas, Marentes y Las Cruces, y la conexión con la

laguna de Términos mediante dos bocas; de las cuales, la occidental es la principal y se denomina Boca Chica (Coll De Hurtado, 1975).

Vera-Herrera *et al.* (1988a,b) reportaron vegetación diversa y abundante en este sistema (angiospermas hidrófitas sumergidas, hidrófitas supralitorales características de las zonas dulceacuícolas, juncos, tules y pastos anuales y perennes). Sin embargo, en muestreos realizados en el año 2000 se identificó una modificación grave en la extensión cubierta por vegetación sumergida que aún no se ha reportado en la literatura. La vegetación circundante está representada por un manglar ribereño bien desarrollado (10-25 m), dominado por *Avicennia germinans* (mangle negro), *Rhizophora mangle* (mangle rojo) y en menor proporción *Laguncularia racemosa* (mangle blanco o Sakolhom) (Jardel *et al.*, 1987).

Chumpán-Balchacah

Este sistema comparativamente más pequeño está constituido por la desembocadura del río Chumpán, la laguna El Sitio Viejo y la boca de Balchacah. El río Chumpán tiene un volumen de descarga promedio mensual entre 10.5 y 24.4 m³/seg. Este río marca la frontera entre las dos provincias sedimentológicas del sur del Golfo de México; al este la provincia de carbonatos y al oeste la provincia de terrígenos.

La laguna El Sitio Viejo o laguna de Balchacah tiene una superficie de 13.1 km² y una profundidad media de 1.5 m. La boca de Balchacah comunica con la laguna de Términos a través de un canal de 2.5 m de profundidad, donde se localiza un importante banco de ostión (Ayala-Pérez y Avilés-Alatrister, 1997; Ayala-Pérez *et al.*, 1992).

Candelaria-Panlau

Integrado por los ríos Candelaria y Mamantel, la laguna de Panlau y la boca de los Pargos que comunica con la laguna de Términos. El río Candelaria tiene una descarga promedio mensual que oscila entre

20.6 y 185.7 m³/seg, en tanto que el río Mamantel muestra valores de 0.47 a 6.2 m³/seg.

La laguna de Panlau tiene un área aproximada de 14 km². La vegetación circundante es mangle rojo y mangle negro. La comunidad de peces del sistema es abundante y diversa y está representada por al menos 50 especies donde destacan el bagre (*Cathorops melanopus*), la mojarra (*Diapterus rhombeus*) la anchoa (*Anchoa mitchilli*) y el botete (*Sphoeroides testudineus*) (Ayala-Pérez *et al.*, 1998).

ESTEROS

Son cuerpos de agua semicerrados donde los flujos de agua se establecen principalmente por la dinámica de mareas. Son ambientes muy productivos por la carga de materia orgánica que acumulan proveniente del manglar de borde, por tanto muy importantes para la explotación de recursos pesqueros. Los esteros más relevantes de Campeche son Sabancuy y Pargo, ambos asociados a la laguna de Términos.

Estero Sabancuy

Se localiza en la región oriental de la laguna de Términos (Carranza-Edwards *et al.*, 1979), y está integrado por las zonas: El Pujo, San Nicolás, Ensenada Polcai, Santa Rosalia y el área del poblado de Sabancuy. Presenta dos bocas de comunicación, la primera con la laguna de Términos en El Pujo donde hay formación de pantanos con extensas planicies de inundación, y la segunda que se localiza hacia la ensenada Polcai, y es un canal artificial que desemboca hacia el área costera adyacente.

González Solís y Torruco Gómez (2001) reportan la presencia de 68 especies, 33 de peces y 35 de invertebrados: 17 especies de moluscos, 15 de crustáceos y 3 de equinodermos. Los invertebrados más abundantes se integraron a las familias Cerithiidae, Chionidae, Portunidae y Melongenidae, destacando las especies *Anomalocardia auberiana*

(molusco), *Callinectes sapidus* (crustáceo) y *Cerithidea pliculosa* (molusco). En los peces, los Tetrodontidae y Sparidae fueron más frecuentes y abundantes, las especies más importantes fueron *Sphoeroides testudineus* y *Archosargus rhomboidalis*.

Estero Pargo

Se localiza en el litoral interno de la isla del Carmen y es utilizado por una amplia variedad de peces juveniles y adultos, los cuales migran desde el mar y los sistemas fluviales a la laguna de Términos. Esta es una área de crianza, reproducción y alimentación. Yañez-Arancibia y Lara-Domínguez (1983) reportan 77 especies de peces agrupados en 30 familias destacando que el 53% son visitantes ocasionales y el 51% son consumidores de segundo orden. Las familias mejor representadas son: Pomadasyidae, Gerridae, Sparidae, Sciaenidae, Engraulidae, Tetraodontidae, Lutjanidae, Ariidae, Batrachoididae y Diodontidae (ver sección Diversidad de Especies, p. 308-315).



Foto: Centro EPOMEX-UAC

ESTUARIOS

Los estuarios son cuerpos de agua donde la desembocadura de un río se abre a un ecosistema marino, con un gradiente de salinidad por la dilución del agua de mar por el agua dulce que aporta un río. En estos ecosistemas existe intercambio de materiales como agua, salinidad, nutrientes, sedimentos y organismos vivos. Estas características permiten que se presente una gran diversidad de hábitats muy valiosos porque constituyen áreas de producción de ostión, camarón y peces; además son esenciales como áreas de crianza de múltiples especies. Las aves migratorias y residentes, y especies en peligro de extinción como cocodrilos y manatíes, utilizan extensivamente los estuarios como su hábitat. Adicionalmente, los estuarios, en algunos casos, son utilizados como puertos (Day, 1980). En Campeche el estuario más importante es el que se forma por la desembocadura del río Champotón.

Este estuario es un ecosistema costero moderadamente estratificado con una típica circulación de flujo de dos capas y un marcado gradiente de salinidad que oscila con las mareas. Mantiene una marcada influencia en la ecología de la Sonda de Campeche por el volumen de descarga del río, que en promedio es de $0.2 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{año}$. Parches de mangle rojo circundan el estuario. El sedimento en la desembocadura del río se integra por arena calcárea y arcillas; hojas de mangle en descomposición predominan hacia el interior del río (Arnabar, 1991).

El río Champotón, con un cauce de 47 km, es navegable con embarcaciones de hasta 15 toneladas, desde Canasayab hasta Champotón en un trayecto de 35 km. Su cuenca es de $6\,080 \text{ km}^2$ donde se encuentran las lagunas de Nayarit de Castellot y Noch y las aguadas de Xbacab, Chuina y Hool.

López-López *et al.* (2009) reportan 53 especies de peces agrupados en 12 ordenes y 25 familias e identifican al género *Oreochromis* como

introducido. La familia más diversa es la Cichlidae con 12 especies, entre ellas el género *Vieja* integra a 4 especies. La familia Poeciliidae es la segunda en orden de diversidad, con 8 especies. Se describe la dinámica de movimiento de especies entre las regiones estuarina y dulceacuícola, identificando a 26 especies propias de la región estuarina.

MANGLARES

Uno de los ecosistemas más productivos y diversos de la franja costera es, sin duda, el manglar. Además, los bienes y servicios que el manglar proporciona al hombre son abundantes y con alta importancia económica como, por ejemplo, el sostén de pesquerías y el filtrado natural de aguas residuales (Sanjurjo y Welsh, 2005). En Campeche, los manglares cubren extensiones grandes de áreas inundables a lo largo de la costa, en especial en la parte norte y oeste del estado; que corresponden a las áreas naturales protegidas de los Petenes y Laguna de Términos con una superficie conjunta de 255 350 ha.

Al suroeste de la laguna de Términos se localiza el bosque de manglar más maduro, en donde se reportan árboles con diámetros mayores de 1 m y alturas entre 25 y 30 m (Jardel *et al.*, 1987).

Los estudios sobre la superficie cubierta por manglar son escasos y destaca lo reportado por De la Lanza *et al.* (1993) para la región de laguna de Términos y Mas *et al.* (2000) para la región de los Petenes, quienes además hacen evidente una pérdida en la cobertura por diversas actividades antropogénicas.

Los bosques de manglar en Campeche están constituidos por combinaciones de las especies: *R. mangle* (mangle rojo), *A. germinans* (mangle negro), *L. racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) con asociaciones de popal, carrizal, tular, chechén, palo de tinte, chicozapote, chacá, anona y sabal. Es necesario fortalecer esquemas de educación ambiental, planes de desarrollo y

política ambiental, entre otras, para eliminar las amenazas que los afectan; como es la tala para carbón y leña, la desviación de flujos de agua dulce, la incidencia de incendios y el cambio de uso de suelo para actividades productivas (Villalobos-Zapata *et al.*, 1999).

PASTOS MARINOS

La franja costera litoral de Campeche es zona de distribución de vegetación sumergida, particularmente fanerógamas conocidas como pastos marinos en donde destacan la hierba tortuga (*Thalassia testudinum*), la hierba manatí (*Syringodium filiforme*) y *Halodule wrightii*. Dependiendo de las condiciones de profundidad, tipo de sedimento, corrientes y turbidez, los pastos marinos se desarrollan a manera de parches de dimensiones muy variables. Los pastos son productores primarios y en sus praderas se reproducen y crían peces, moluscos y crustáceos. Su presencia ayuda a incrementar la transparencia del agua, mitigando los efectos de corrientes y circulación y su extenso sistema de raíces y rizomas estabiliza y retiene la arena, ayudando a prevenir la erosión. Además, las hojas fungen como substrato vital para un gran número de epibiontes. (www.icmyl.unam.mx/arrecifes/seagrass.html).

La distribución y extensión de estos ecosistemas es incierta y es evidente la necesidad de investigación científica sistemática; sin embargo existen algunos reportes de los pastos marinos en la región de laguna de Términos, en particular por su asociación, con otras especies (Vargas *et al.*, 1981; Yáñez-Arancibia, 1981; Solís-Weiss y Carreño, 1986).

Este complejo ecosistema ha sido estudiado en otras partes de México, algunas referencias son: Lot 1977; De la Lanza y Tovilla 1986; Reyes-Barragán y Salazar-Vallejo 1990; Gallegos *et al.*, 1992; Ibarra-Obando y Ríos 1993; Ramírez y Lot 1994; Gutiérrez-Aguirre *et al.*, 2000.

CONCLUSIÓN

El estado de Campeche se distingue por la cantidad de humedales con que cuenta, pero también por el grado de conservación de éstos. Sin duda, se requiere más trabajo de descripción de las condiciones particulares de estos ecosistemas; sin embargo, son evidentes los altos niveles de diversidad donde se identifica a un sinúmero de especies, desde aquellas con algún nivel de riesgo hasta recursos intensamente aprovechados.

Es necesario destacar el esfuerzo institucional por la conservación desde los trabajos de investigación hasta la declaratoria de áreas naturales protegidas, pero todavía el reto es grande.

Las diferentes condiciones ecológicas y económicas que caracterizan a los diferentes ecosistemas humedales de Campeche orientan hacia una atención particular para su conservación; sin embargo, es posible generalizar que la participación social es fundamental en la toma de decisiones para el aprovechamiento sustentable de recursos y para ejercer acciones directas de cuidado y protección.



Foto: Luis A Ayala, UAM-Xochimilco.

REFERENCIAS

- Arnabar G.T., 1991. Champotón. Biografía de un Pueblo. Gobierno del Estado de Campeche. Instituto de Desarrollo y Formación Social. 54 p.
- Ayala-Pérez L.A., M.Z. Alemán-Pacheco, A. Aguirre-León y O.A. Avilés Alatríste, 1992. Caracterización ecológica de la comunidad nectónica del sistema fluvio-lagunar Chumpam-Balchacah, Campeche, México, durante el periodo marzo 1990 - marzo 1991. Depto. El Hombre y su Ambiente. Univ. Auton. Metropol. Xoch. 30 p.
- Ayala-Pérez, L. A., A. Aguirre-León, O.A. Avilés Alatríste, M.T. Barreiro-Güemes, y J.L. Rojas-Galavíz, 1993. La comunidad de peces en los sistemas fluvio-lagunares adyacentes a la Laguna de Términos, Campeche, México. p. 596-608. En: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. Comisión Nacional de Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México.
- Ayala-Pérez, L.A., 2006. Modelo de simulación de la comunidad de peces en el área natural protegida Laguna de Términos, Campeche, México. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. 208 p.
- Ayala-Pérez, L.A., J. Ramos-Miranda, y D. Flores-Hernández. 2003. La comunidad de peces en la Laguna de Términos: estructura actual comparada. *Revista de Biología Tropical*, 51:738-794.
- Ayala-Pérez, L.A., y O.A. Avilés Alatríste, 1997. Abundancia y diversidad nocturnal del necton en las bocas de conexión del sistema Chumpam-Balchacah, Campeche, México. *Revista Ciencias del Mar*, 15:1-6.
- Ayala-Pérez, L.A., O.A. Avilés Alatríste, y J.L. Rojas-Galavíz, 1998. Estructura de la comunidad de peces en el sistema Candelaria-Panlau, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 46:763-774.
- Barrera, A., 1982. Los petenes del noroeste de Campeche. Su exploración ecológica en perspectiva. *Biótica* 7(2): 163-169.
- Barrios R., F. Contreras y J. Correa, 1992. Estudio ecológico y protección de aves acuáticas en los humedales de la Laguna de Términos y Los Petenes del Estado de Campeche. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Delegación Campeche. México. 9 p.
- Carranza-Edwards, A., M. Gutiérrez, y R. Rodríguez, 1979. Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, 2: 81- 88.
- Coll De Hurtado, A., 1975. El sureste de Campeche y sus recursos naturales. Inst. Geogr. Univ. Nal. Autón. México. Serie Cuadernos. 85 p.
- Contreras, E.F., y O. Castañeda, 2003. Las lagunas costeras y estuarios del Golfo de México: hacia el establecimiento de índices ecológicos. p. 373-416. En: M. Caso, I. Pisantry y E. Escurra. (eds). Diagnóstico ambiental del Golfo de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología; Instituto de Ecología A.C.; Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies. 627 p.
- CONANP, 2006. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Los Petenes. Semarnat, Comisión Nacional de Areas Protegidas. 207 p.
- Correa Sandoval, J., J. García Berrón, y R. Migoya, 1994. Flamencos Anidando en Los Petenes, Campeche. Sian Ka'an Serie Documentos No. 62-63.
- Correa Sandoval, J., y A. de Alba Bocanegra, 1996. Fauna Terrestre Aves. p. 58-68 y 341- 356. En: Caracterización Ecológica Ambiental y de los Recursos Ambientales de la Región de los Petenes en Campeche, Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Campeche, Julio 4 de 1996, 425 p.
- Day, J. H., 1980. What is an estuary? *South African Journal of Science*, 76: 198.

- De la Lanza, E.G. y H.C. Tovilla, 1986. Una revisión sobre taxonomía y distribución de pastos marinos. *Universidad y Ciencia*, 3(6): 17-38.
- De la Lanza, E.G., P. Ramírez, Y.F. Thomas, y A. R. Alcántara, 1993. La vegetación de manglar en la laguna de Términos, Campeche. Evaluación preliminar a través de imágenes Landsat. *Hidrobiológica*, 3(1-2): 29-39.
- Diario Oficial de la Federación, 1999. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región del estado de Campeche conocida como Los Petenes, con una superficie total de 282,857-62-70.6 hectáreas. 24 de Mayo de 1999.
- Diario Oficial de la Federación, 2001. Norma oficial mexicana NOM-059-Semarnat-2001. 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. 153 p.
- Duran, G.R., 1995. Diversidad florística de los Petenes de Campeche. *Acta Botánica Mexicana*, 31:73-84.
- Escalona-Segura, G., J.A. Vargas-Contreras, y L. Interián-Sosa, 2002. Registros importantes de mamíferos para Campeche, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 6:166-170.
- Gallegos, M.E., M. Merino, N. Marba, y C.M. Duarte, 1992. Flowering of *Thalassia testudinum* banks ex König in the Mexican Caribbean: age-dependence and interannual variability. *Aquatic Botany*, 43(3): 249-255.
- García, E., 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climatólogica de Köopen adaptada para la República Mexicana. Offset Larios. México, D. F. 256 p.
- González S.A., y D. Torruco, 2001. La fauna béntica del estero de Sabancuy, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 49(1): 31-45.
- González, P.A., 1974. Las cuencas del Usumacinta y el Grijalva. *Revista Mexicana de Geografía*, 4(2-3).
- Gutiérrez-Aguirre, M.A., M.G. De la Fuente-Betancourt, y A. Cervantes-Martínez, 2000. Biomasa y densidad de dos especies de pastos marinos en el sur de Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical*, 48(2-3): 313-316.
- Gutiérrez-Estrada, M., V.M. Malpica-Cruz, y J. Martínez-Reyes, 1982. Geomorfología y sedimentos recientes del sistema lagunar Atasta-Pom, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 9:89-100.
- Ibarra-Obando S.E., y R. Ríos, 1993. Ecosistemas de fanerógamas marinas. p. 54-65. En: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, Chetumal, México, 865 p.
- INE, 1997. Programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna "Laguna de Términos". SEMARNAP, Instituto Nacional de Ecología. 167 p.
- Jardel, E., A. Saldaña, y M.T. Barreiro-Güemes, 1987. Contribución al conocimiento de la ecología de los manglares de la laguna de Términos, Campeche. *Ciencias Marinas*, 13:1-22.
- Lara-Domínguez A.L., G.J. Villalobos-Zapata, y E. Rivera-Arriaga. 1990. Catálogo Bibliográfico de la Región de la Sonda de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. 161p.
- López-López, E., J.E. Sedeño-Díaz, F. López-Romero, P. Trujillo-Jiménez, 2009. Spatial and seasonal distribution patterns of fish assemblages in the Río Champotón, southeastern Mexico. *Rev. Fish Biol. Fisheries*, 19:127-142
- Lot, A., 1977. General status of research on seagrass ecosystems in Mexico. p. 233-246. In: C.P. Mc Roy and C. Helffarich (eds). Seagrass ecosystems a scientific perspective. Marcel Dekker Inc. New York.

Mas J.F., A. Pérez-Vega, J. Correa-Sandoval, A. De Alba-Bocanegra, y P. Zamora, 2000, Habitat Fragmentation and Biodiversity in the Region "Los Petenes", Campeche, South-East Mexico, Proceedings of the ASPRS (American Society of Photogrammetry and Remote Sensing) annual convention, Washington DC, may 22-26 2000., Washington.

Ocaña, D., y A. Lot, 1996. Estudio de la vegetación acuática vascular del sistema fluvio-lagunar-deltáico del río Palizada, en Campeche, México. *An. Inst. Biol. Ser. Bot.*, 67(2):303-327

Olmsted, I., A. López-Ornat, y R. Durán, 1983. Vegetación de Sian Ka'an: Estudios preliminares de una zona en Quintana Roo, propuesta como Reserva de la Biósfera. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Cancún, Quintana Roo. pp. 63-84

Ramírez, G.P., y A. Lot, 1994. La distribución del manglar y de los pastos marinos en el Golfo de California, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica*, 65(1): 63-72.

Reyes Barragán, M., y S.I. Salazar Vallejo, 1990. Bentos asociado al pastizal de Halodule (Potamogetonaceae) en laguna de la Mancha, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 38(2A): 167-173.

Rico-Gray, V., 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste del estado de Campeche, México. Los Petenes. *Biótica*, 7(2): 171-190.

Rico-Gray, V., R. Domínguez, y G. Cobb, 1988. Avifauna de la zona costera inundable del noroeste de Campeche, México: Lista de especies y su distribución con respecto a la vegetación. *Biotica*, 13(1/2): 81-92.

Sanjurjo, R. E., y S. Welsh, 2005. Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares. *Gaceta Ecológica INE*, 74:55-68.



Foto: Luis A Ayala, UAM-Xochimilco

- Solís-Weiss, V., y S. Carreño, 1986. Estudio prospectivo de la macrofauna béntica asociada a las praderas de *Thalassia testudinum* en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 13(3): 201-216.
- Vargas M.I., A. Yáñez-Arancibia, y F. Amezcua-Linares, 1981. Ecología y estructura de las comunidades de peces en áreas de *Rhizophora mangle* y *Thalassia testudinum* de la Isla del Carmen, Laguna de Términos, sur del Golfo de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 8(1): 241-266.
- Vera-Herrera, F., J. L. Rojas-Galavíz, C. Fuentes-Yaco, L. A. Ayala-Pérez, H. Álvarez-Guillén, y C. Coronado-Molina, 1988a. Descripción ecológica del sistema fluvio-lagunar deltáico del río Palizada. p. 51-88. En: A. Yáñez-Arancibia y Jr. J.W. Day (eds.). Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: La Región de la Laguna de Términos. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. Coastal Ecology Institute. Louisiana State University. Editorial Universitaria, México D.F.
- Vera-Herrera, F., J.L. Rojas-Galavíz, y A. Yáñez-Arancibia, 1988b. Pantanos dulceacuícolas influenciados por la marea en la región de la Laguna de Términos: Estructura ecológica del sistema fluvio-deltáico del río Palizada. p. 383-402. Proceedings of the Symposium on the Ecology and Conservation of the Usumacinta-Grijalva Delta. INIREB., Tabasco, W. W. F. Brehm Fonds. IUCN, ICT, Gob. Estado de Tabasco.
- Villalobos Zapata, G. J., A. Yáñez-Arancibia, J. W. Day Jr., y A. L. Lara-Domínguez, 1999. Ecología y manejo de los manglares en la Laguna de Términos, Campeche, México, p. 263-274. En: A. Yáñez-Arancibia y A. L. Lara-Domínguez (eds.). Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 380 p.
- Yáñez Arancibia, A., A.L. Lara Domínguez, J.L. Rojas Galavíz, G.J. Villalobos Zapata, E. Rivera Arriaga, D. Zárate Lomelí, G. Palacio Aponte, J.F. Mas Caussel, B.A. Pérez Vega, M.A. Ortiz Pérez, A.P. Pérez Linares, J. Correa Sandoval, A. de Alba Bocanegra, C. Pozo de la Tijera, E. Escobar Cabrera, I. Olmsted, J. Granados, R. Durán, J.C. Trejo, J.A. González Iturbide, F. Tun, M.T. Saavedra Vázquez, C. Ballote, y I. Silveira Alonso, 1996. Caracterización Ecológica Ambiental y de los Recursos Ambientales de la Región de los Petenes en Campeche. Organización de Estados Americanos. Dirección General, Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Campeche, Año V. Número 1198, Tercera Época, pags. 1 a 428 del jueves 4 de julio de 1996.
- Yáñez-Arancibia A., y A.L. Lara-Domínguez. 1983. Dinámica ambiental de la boca de Estero Pargo y estructura de sus comunidades de peces en cambios estacionales y ciclos 24 horas (Laguna de Términos, Sur del Golfo de México). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 10(1): 85-116.
- Yáñez-Arancibia, A., 1981. Ecology in the inlet of Puerto Real, Términos lagoon, México. UNESCO technical papers in marine science. 33: 191-220.



Foto: Jorge Borroto, CONANP.

Dunas, playas e islas

Luis Amado Ayala Pérez

INTRODUCCIÓN

Dada la evolución geomorfológica de las costas de Campeche, los ecosistemas de dunas, playas e islas en su región costera son abundantes y diversos. Aunque se puede hablar de generalidades como las características de movilidad de la arena, los cambios de marea, los patrones de viento o la temporalidad climática como elementos que condicionan la estructura de las comunidades bióticas, la descripción de la ecología de estos sistemas requiere de información más específica como el tipo de material arrastrado (calcáreo o terrígeno), procesos de erosión, porosidad del sedimento y actividades antropogénicas entre otros.

A pesar de que en estos ecosistemas existe flora y fauna típica y muy evidente como el manglar, vegetación pionera, aves, peces y reptiles, es importante enfatizar que las comunidades son mucho más complejas en su composición e incluyen desde especies fitoplanctónicas, invertebrados, como moluscos y crustáceos, hasta mamíferos. Además, por ser ecosistemas que involucran procesos ambientales dinámicos, las adaptaciones que las especies han desarrollado son de gran relevancia; por ejemplo, la fijación de las plantas, los mecanismos de captación y aprovechamiento de agua, la capacidad para fijarse en la zona intermareal o para sobrevivir en periodos de marea baja, etc.

La información publicada sobre estos ecosistemas es muy limitada y a pesar de que existen ambientes muy estudiados como los asociados a la región de laguna de Términos, incluso ahí es necesario más trabajo de investigación; sobre todo, por la velocidad de crecimiento de las actividades antropogénicas que modifican rápidamente las condiciones naturales.

A continuación se presenta información integrada sobre ecosistemas de dunas, playas e islas para el estado de Campeche, que, sobre todo, intenta enfatizar las áreas que requieren atención prioritaria en as-

pectos de descripción de patrones de abundancia y diversidad de las comunidades en escalas espacial y temporal.

DUNAS

Las costas arenosas, constituidas por una playa y un sistema de dunas o montículos de arena, conforman sistemas frágiles que sirven de límite entre el mar y la tierra. La característica fundamental que los define es la presencia de un sustrato arenoso, móvil en diversos grados, producto de la acción del mar y del viento. El tamaño de los granos varía desde muy fino hasta grueso, y en ocasiones éstos están mezclados con grandes pedazos de conchas.

La vegetación en dunas muestra una gran tolerancia a la sequía. Además de la lluvia, en las dunas hay otras fuentes de agua para las plantas; por ejemplo, la cercanía del manto freático en hondonadas o la condensación de rocío en las noches. En las dunas costeras, la aridez juega un papel importante y, además de la baja precipitación durante la temporada de secas, se ve afectada por diferentes factores: el sustrato tiene una baja capacidad de retención de agua; la escasa cobertura vegetal en las zonas móviles produce una alta radiación solar; el tejido vegetal cercano a la superficie de la arena está expuesto a altas temperaturas y, por último, el color claro del sustrato produce una gran reflectividad en la parte inferior de las hojas. A pesar de esta situación, las plantas de dunas costeras no suelen presentar señales de marchitamiento. De hecho, no se sabe si en realidad el agua es un recurso limitante para estas especies o si están fisiológicamente adaptadas a tales condiciones. Sin embargo, no se han realizado investigaciones sobre los efectos de la escasez de agua en el crecimiento y sobrevivencia de tales especies (Espejel, 1987; Martínez *et al.*, 1994).

En cuanto a la vegetación adaptada a hábitat de dunas, Castillo y Moreno-Casasola (1998) reportan un inventario de especies de flora para 44 sitios de colecta en el litoral Atlántico de México, destacan-

do sitios hasta con 115 especies. Se destaca una tendencia hacia una mayor riqueza en el estado de Veracruz y en la península de Yucatán. Tamaulipas, Tabasco y Campeche tienen sistemas de dunas con valores menores de diversidad. Esta variación depende de factores ambientales e historias de uso propios de cada localidad (intensidad de aprovechamiento, grado de estabilización, riqueza de hábitats, cercanía de vegetación que sirva como fuente de propágulos), así como con factores geográficos -clima, tipo de suelo, intensidad de vientos y de aspersión salina-. Se enfatiza la existencia de endemismos como *Trachypogon gouini*, *Palafoxia lindenii* y *Amaranthus greggii*, que restringen su distribución a dunas costeras.

Las plantas que habitan las dunas, y por lo tanto sus interacciones, su vulnerabilidad y la dinámica que presentan dentro del sistema, son diferentes en función de las condiciones climáticas y del tipo de arena presente, lo que hace que las dunas presenten una problemática particular que repercute en la riqueza de especies de las comunidades que las colonizan y en sus perspectivas de conservación.



Foto: <http://www.sxc.hu/>

Castillo *et al.* (2009) describen la vegetación de dunas en las costas de Tabasco y Campeche identificando diferencias relacionadas a las condiciones ambientales y al tipo de arena. Arena silicea y un clima de Golfo son características propias de Tabasco, y arena calcárea y un clima tipo Caribe son características de Campeche. Mediante técnicas estadísticas de ordenación los autores identifican un gradiente principal de riqueza de especies, promedio de cobertura y altura vegetal que se correlaciona con el incremento en la distancia media de la línea de costa y la elevación.

Hasta el momento no se identifica literatura que describa características particulares de ecosistemas de dunas para el estado de Campeche. Dada la extensión de la costa campechana y de la geomorfología costera se diferencian tres grandes tipos de ambientes: a) ambiente de dunas costeras activas con predominio de sustrato móvil de arena y mayor salinidad; incluye varios hábitats, como la franja de pioneras



Foto: Luis A Ayala, UAM-Xochimilco.

(playa y dunas embrionarias), el primer cordón de dunas y las zonas móviles; b) ambiente de hondonadas en las que se presenta un alto contenido de humedad edáfica y las raíces frecuentemente están en contacto con la arena húmeda (hábitat de hondonadas húmedas) y puede haber inundaciones durante varios meses (hábitat de hondonadas inundables); y c) ambiente estabilizado en donde ya no hay movimiento del sustrato, la fluctuación de temperatura y humedad es más baja, la cantidad de nutrientes es mayor. Las interacciones biológicas se ven favorecidas. Tierra adentro, aún sobre un sustrato arenoso, se tienen zonas totalmente estabilizadas con pastizales, matorrales y selvas (Moreno-Casasola, 1988 y 1991; Moreno-Casasola y Castillo, 1992; Castillo y Moreno-Casasola, 1996).

PLAYAS

La modificación y afectación negativa de los diversos ecosistemas costeros se han hecho evidentes, y se prevee un mayor impacto en el futuro cercano tanto por el crecimiento y desarrollo económico como por las proyecciones del cambio climático global. Las playas arenosas expuestas son hábitats físicamente dinámicos, habitados por ensambles bióticos especializados que están estructurados principalmente por fuerzas físicas. Estas playas están ligadas con la zona de rompiente del oleaje y con las dunas costeras por medio del almacenaje, transporte e intercambio de arena (Schlacher *et al.*, 2008).

El área intermareal de las playas es hábitat de bacterias, protozoarios, microalgas y meiofauna que forma una cadena trófica distintiva. Crustáceos, moluscos y gusanos poliquetos actúan como depredadores, carroñeros, filtradores y comedores de depósitos. Las adaptaciones que estos organismos han desarrollado son únicas para la vida en este sistema dinámico e incluyen: movilidad, habilidad para cavar, exoesqueletos protectores, comportamiento rítmico, mecanismos de orientación y plasticidad conductual.

Las zonas supralitorales son importantes áreas de desove para tortugas y aves playeras. La fauna de la playa baja extiende su distribución hacia el mar hasta la turbulenta zona de rompiente, donde el zooplankton, camarones y malacostracos son abundantes; la zona de rompiente es también importante zona de desove y alimentación de peces.

La cadena alimenticia en playas es compleja y dinámica; los principales componentes son fitoplancton, algas, pastos marinos, microorganismos y carroña que soportan una macrofauna benthica y zooplankton como consumidores primarios y peces y aves como depredadores. Además la filtración de agua en el cuerpo poroso de la arena mineraliza materia orgánica y recicla nutrientes (Defeo *et al.*, 2009).

Campeche cuenta con 523 km de litoral, por lo que los sistemas de playa son abundantes y diversos con predominio de playas arenosas y rocosas. Dadas las actividades de pesca y recreación que se desarrollan en la región se identifican los siguientes sitios turísticos: Sabancuy, Zacatal, Benjamín, El Playón, La Manigua, El Caracol, Isla Aguada, Puente La Unión, Bajo El Puente, Nixche, Punta Varaderos, Punta Chanchec, Punta Xochen, Punta Xen, Champotón, Acapulquito, Costa Blanca, Rocamar, Punta Morro, El Morro, Punta Sihoplaya, Punta Seybaplaya, Isla Jaina y Playa Bonita.



Foto: <http://www.sxc.hu/>

Playa Norte

Se localiza en el extremo occidental de la isla del Carmen y constituye la frontera norte de la ciudad del Carmen. Es una playa con una dinámica de acumulación de sedimento especialmente fragmentos conchíferos y terrígenos que se consolidan en cordones litorales debido al constante aporte fluvial y a las corrientes litorales locales (Palacio-Aponte, 2001). Esta playa tiene una fuerte afluencia de turistas por lo que la flora original ha sido totalmente modificada.

Playa Caracol

Se localiza en la colonia del mismo nombre en la ciudad del Carmen y es bañada por aguas de la laguna de Términos. Los alrededores han sido fuertemente modificados por los asentamientos humanos y solamente algunos árboles de manglar prevalecen.

Bahamita

Se localiza a 13 km al noroeste de ciudad del Carmen, y cuenta con una longitud de 2 km; recientemente ha enfrentado un proceso de erosión y se han instalado balizas para retención de sedimento. Cuenta con instalaciones turísticas (vestidores, palapas y restaurante).

Playa Puerto Real e Isla Aguada

Localizadas en ambos lados de la boca de Puerto Real que comunica a laguna de Términos con el Golfo de México en el extremo oriental de la isla del Carmen y en la frontera occidental del poblado de Isla Aguada. Son playas de alrededor de 8 m de ancho por 500 m de largo con pendiente suave y oleaje moderado. El color del agua es verde claro con bastante transparencia y temperatura templada; la profundidad promedio de la playa húmeda hasta 90 m de la costa es de 1.5 m. En el entorno se aprecian palmares, huanales y nopaleras.

Sabancuy

Es una playa de fina arena, con aguas poco profundas, transparentes, con oleajes tranquilos y pendiente suave que se ha desarrollado al interior del estero del mismo nombre. Por fuera del estero, ya en aguas del Golfo de México, se despliegan varias playas también de suave oleaje como Santa Rosalía, que además es sitio de anidación de la tortuga Carey. Estas playas tienen una amplitud promedio de 20 m y una longitud de 10 km. En las aguas del estero abunda el camarón, ostión y peces de aguas salobres y también es posible observar variedad de aves entre las que destaca el jabirú. Entre la flora se distingue el tular, palmar y vegetación casuarina.

Punta Xen

Se ubica a 62 km al sur de la capital por la carretera número 180. La playa con suave oleaje es zona de anidación de la tortuga Carey y se encuentra un campamento para su conservación.

Seybaplaya y Sihoplaya

Se localizan respectivamente a 29 y 40 km al sureste de la capital por la carretera 180 rumbo a Champotón. Esta franja costera de casi 3 km de extensión muestra formaciones rocosas y arenas blancas. Constituyen las playas más atractivas de la región con una evidente actividad turística local. Seybaplaya es también un puerto pesquero donde se descarga pulpo, lobina, mero y cazón que son recursos pesqueros de alta relevancia económica (SAGARPA, 2004).

Hampolol (Estación de la Vida Silvestre)

Sitio administrado por la Universidad Autónoma de Campeche, se localiza dentro de la reserva de la biosfera de los Petenes. Para su acceso se requiere de un permiso especial por ser un lugar donde se

realizan estudios científicos, posee áreas verdes, flora y fauna diversa y abundante, ojos de agua, un río que desemboca al mar, lo cual es un atractivo ideal que proporciona al visitante un panorama amplio de los recursos naturales de la región. Este lugar cuenta con edificios funcionales compuestos por habitaciones para descanso, restaurante y cafetería. Se localiza a 17 km de la ciudad de Campeche.

Algunos balnearios con una limitada zona de playa y con cierta actividad turística son: San Lorenzo, localizado a 14 km de la ciudad de Campeche; Playa Bonita, ubicada a escaso un kilómetro de Lerma; las playas Tenabenses en el municipio de Tenabo; y costa oeste, ubicada a 50 km de la cabecera municipal de Calkiní.

ISLAS

Isla del Carmen

La isla más grande de Campeche que se integra al área natural protegida de laguna de Términos, tiene gran belleza natural y potencial turístico en sus 153 km² de superficie, donde destacan paisajes de tipo lacustre y marino, complementados por la existencia de vestigios arqueológicos (INE-SEMARNAP, 1997).

En el extremo suroeste de la isla se localiza la ciudad del Carmen con una población de cerca de 200 mil habitantes, según el censo de población y vivienda 2005 (www.inegi.gob.mx). Esta ciudad se ha convertido en un centro operativo muy importante para la industria petrolera, ya que en la Sonda de Campeche se extrae el 74% de la producción nacional de petróleo (Álvarez-Aguilar, 2000; Villegas-Sierra y Solís-Fierro, 2000; Bolívar-Aguilar, 2001; Leriche-Guzmán, 2001; Vadillo-López, 2001; Caldera-Noriega, 2002a y b).

La vegetación dominante en la isla es el manglar de borde (*Rhizophora mangle*) que dado el intenso crecimiento urbano se ha modificado de manera severa. Después del saqueo del palo de tinte y el de-

caimiento de la palma de coco, no se tiene registro de otra vegetación de interés económico (Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez, 1999).

La isla del Carmen se une al continente mediante dos puentes, en el suroeste o boca del Carmen el puente de la Unidad, y en el noreste o boca de Puerto Real el puente de la Solidaridad.

Isla Jaina (Lugar de la Casa en el Agua)

Esta isla es parte de la costa norteña campechana que fue invadida por el mar. Su composición de arcilla, limo y arena son materiales característicos de estos suelos costeros. Su longitud es de cerca de 1 km de largo por 800 m de ancho y está separada de la costa por un canal de aproximadamente 60 m de ancho. No se identifica literatura actual que describa las condiciones bióticas de la isla; sin embargo, por referencias arqueológicas antiguas, entre las que destacan los trabajos de Fernández (1946); Moedano (1946); Piña Chán (1948, 1968); Delgado y Moreno de Tagle (1965), se sabe que en la isla sólo se han desarrollado plantas como manglares, papayos silvestres, cocos, guano, verdolaga, zacates y plantas acuáticas; y entre la fauna se describe la existencia de palomas, garzas, pelícanos, gaitanes, patos silvestres, iguanas, lagartijas, coralillos y cascabeles.

Isla Piedra

Se localiza a 48 km de la ciudad de Campeche, fue un cementerio maya y en la actualidad es una zona con predominio de manglar. Se encuentra aproximadamente a 39 km al sur del faro de isla Arena, 12 km al sur de la boca del canal que accede al sitio arqueológico de Uaymil y 15 km al norte del sitio arqueológico de Jaina. Con dimensiones de 220 m en su eje norte-sur y 265 m en su eje este-oeste. Estudios antropológicos han evidenciado la presencia de la siguiente fauna: pavo, cangrejo, ballena, mapache, manatí, cerdo doméstico, venado cola blanca, tiburón, tortuga, e iguana (Inurreta, 2006).

Isla Arena

Se localiza a 72 km de la cabecera municipal de Calkiní. Su población es de 753 habitantes de acuerdo al censo de población y vivienda 2005 (www.inegi.gob.mx); que en su mayoría se dedica a la pesca. La isla se une con punta arena por medio de un puente inaugurado en 1999. La vegetación dominante en la Isla es el manglar y se observan grandes colonias de flamings, gaviotas y garzas (Reyes-Cuevas, 1994).

Cayo Arcas

El arrecife coralino Cayo Arcas está localizado a 180 km al norte de Ciudad del Carmen. Por su localización estratégica y por considerarse la terminal portuaria más importante de exportación de crudo del país, es custodiado estrictamente por la Secretaría de Marina.

Este pequeño complejo de arrecifes consta de tres cayos arenosos someros con plataforma coralina. El área cubierta por el complejo es de alrededor de 6.5 km², de los cuales sólo 18 ha son de tierra emergida. Posee una estructura orgánica con restos coralinos que se extiende a profundidades entre 15 y 18 m, donde se localiza la base arrecifal, la cual está enclavada en un basamento formado por una placa rocosa sumergida. La estructura coralina mejor desarrollada se encuentra al noreste de Cayos Arcas y tiene aproximadamente 3 km de largo.

Se distinguen tres islas emergentes: Cayo Centro (o Cayo Arcas), Cayo Este (o Cayo Negro) y Cayo Oeste (o Cayo Barro). El arrecife Arcas es la mayor isla, y presenta una vegetación extensa y diversa con algunas especies introducidas como son: casuarinas, palmas de coco y uva marina. Tiene una altura aproximada de 3.8 msnm, su topografía muestra dos montículos con dos depresiones en la isla; la parte exterior presenta depresiones que llegan por debajo del nivel del mar. Los dos montículos son originados por la influencia de los fuertes vientos que se presentan en las tormentas tropicales y los huracanes.

En años recientes se ha observado la disminución y blanqueo de las colonias de corales de la región. Este efecto se asocia con las actividades petroleras, con la incidencia de huracanes y con la oscilación estacional de El Niño (Aguirre-Gómez y Morales-Manila, 2005).



Imagen: Centro EPOMEX-UAC.

REFERENCIAS

- Aguirre-Gómez, R., y L.M. Morales-Manila, 2005. Análisis espectral del arrecife coralino de Cayo Arcas, Campeche, México. Investigaciones geográficas. *Boletín del Instituto de Geografía*, 57:7-20.
- Álvarez-Aguilar L.F., 2000. La educación Náhuatl-Maya en la Laguna de Términos. Colección Documentos e Investigación. Universidad Autónoma del Carmen. México.
- Bolívar-Aguilar J.J., 2001. Monografía del Estado de Campeche. Colección Material Didáctico, Universidad Autónoma del Carmen. México.
- Caldera-Noriega E. (compilador), 2002a. El Carmen: Cruce de Milenios. Fundación Sandoval Caldera, A.C. Instituto de Cultura de Campeche e Instituto Nacional de Antropología e Historia. Ciudad del Carmen, Campeche, México.
- Caldera-Noriega, E. (compilador), 2002b. El Carmen; Imágenes del Ayer. Instituto de Cultura de Campeche e Instituto Nacional de Antropología e Historia. Ciudad del Carmen, Campeche, México.
- Castillo, A.S., y P. Moreno-Casasola, 1996. Sand dune vegetation: an extreme case of species invasion. *Journal of Coastal Conservation*, 2: 13-22.
- Castillo A.S., y P. Moreno-Casasola, 1998. Analisis de la flora de dunas costeras del litoral Atlántico de México. *Acta Botánica Mexicana*, 45:55-80.
- Castillo, A.S., J. Popma, y P. Moreno-Casasola, 2009. Coastal sand dune vegetation of Tabasco and Campeche, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 2(1):73-88.
- Defeo, O., A. McLachlan, D.S. Schoeman, T.A. Schlacher, J. Dugan, A. Jones, M. Lastra, y F. Scapini, 2009. Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 81: 1-12

- Delgado, A., y E. Moreno de Tagle 1965. Terracotas de Jaina. *Artes de México*, 60:11-84.
- Espejel, I., 1987. A phytogeographical analysis of coastal vegetation in the Yucatan Peninsula. *Journal of Biogeography*, 14: 499-519.
- Fernández, M.A., 1946. Los adoratorios de la isla de Jaina. *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos*, VII(1-3): 243-253.
- INE-SEMARNAP, 1997. Programa de Manejo Area de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. México. Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 168 p.
- Inurreta A., 2006. Isla Piedras: Un puerto costero en el norte de Campeche como parte de una entidad política regional. FAMSI.
- Lerich-Guzmán L.F., 2001. Isla del Carmen: La historia indecisa de un puerto exportado. El caso de la industria camaronera (1947-1982). Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C. (edición facsimilar).
- Martínez, M.L., P. Moreno-Casasola, y E. Rincon, 1994. Sobrevivencia y crecimiento de plantulas de un arbusto endemico de dunas costeras ante condiciones de sequia. *Acta Botánica Mexicana*, 26:53-62.
- Moedano K.H., 1946 Jaina: un cementerio Maya. *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos*, VII(1-3): 217-242.
- Moreno-Casasola, P., 1988. Patterns of plant species distribution on coastal dunes along the Gulf of Mexico. *Journal of Biogeography*, 15: 787-806.
- Moreno-Casasola, P., 1991. Sand dune studies on the eastern coast of Mexico. Proc. Canad. Symp. on Coastal Dunes. National Research Council, Guelph, Ontario, Canada. pp. 215-230.
- Moreno-Casasola, P., y S. Castillo, 1992. Dune ecology on the eastern coast of Mexico. p. 309-321. En: U. Seeliger (ed.). Coastal plant communities of Latin America. Academic Press, Nueva York.
- Palacio-Aponte, G., 2001. Detección de cambios en la morfología litoral de Punta Zacatal y parte occidental de Isla del Carmen, Campeche, mediante el análisis multitemporal de imágenes de satélite. Investigaciones geográficas. *Boletín del Instituto de Geografía*, 46:7-14.
- Piña Chán, R., 1948. Breve Estudio Sobre la Funeraria de Jaina, Campeche. Campeche. Gobierno del Estado de Campeche.
- Piña Chán, R., 1968. Jaina, la casa en el agua. INAH. México, DF.
- Reyes-Cuevas, A., 1994. Compilador. Municipio de Calkiní. SECUD, Campeche, Camp. 59 p.
- SAGARPA, 2004. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación (Segunda sección) 15 Marzo 2004.
- Schlacher, T.A., D.S. Schoemas, J. Dugan, M. Lastra, A. Jones, F. Scapini, y A. McLachlan, 2008. Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. *Marine Ecology*, 29(1): 70-90.
- Vadillo-López C., 2001. Los chicleros en la región de Laguna de Términos Campeche 1890-1947. Universidad Autónoma del Carmen. México.
- Villegas Sierra, J., y A. Solís Fierro, 2000. Ímago de una Isla-Ciudad, Tomo I, Cuadernos de Investigación Xaman Ek, Colección Patrimonio Cultural, Universidad Autónoma del Carmen, Cd. del Carmen 15 p.
- Yáñez-Arancibia A., y A.L. Lara-Domínguez (eds.), 1999. Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología, AC. Veracruz, México. International Union for Conservation of Nature UICN. 1a. ed. 380 p.

El sistema arrecifal de Campeche: una visión comparativa

*Daniel Torruco-Gómez
y Alicia González-Solis*

INTRODUCCIÓN

Las costas de México poseen ecosistemas diversos como lagunas costeras, estuarios, humedales, manglares y arrecifes de coral, que son un importante patrimonio del país. Existe la necesidad creciente de conocer, mantener y restaurar estos recursos, para una óptima conservación, sustentabilidad y administración. México es uno de los 5 países megadiversos que albergan entre el 60 y 70% de la diversidad biológica conocida en el planeta, su diversidad representa el 12% del total mundial, aunque se piensa que este valor podría ser mayor. En el ámbito marino su biodiversidad es 1.6 veces mayor que la terrestre, lo que provee abundantes productos y servicios esenciales (CONABIO, 2006).

Los arrecifes de coral son ecosistemas marinos diversos y biológicamente productivos, debido en gran parte a su eficiencia biológica-ecológica y a las vías alternas que poseen para utilizar la energía disponible. Se localizan sobre una base de roca caliza en donde se acumulan especies relacionadas con el fondo marino de manera activa y donde ocurre una cementación de restos calcáreos de organismos incrustantes tales como: algas, briozoarios y esponjas (Torruco y González, 1997). Estos ecosistemas proporcionan hábitats adecuados para especies altamente especializadas, ya que ofrecen un sustrato sólido para el asentamiento y el desarrollo de muchos organismos como: almejas, gasterópodos, esponjas, tunicados, alcionarios, anémonas y algas, entre otros. México posee comunidades coralinas en el Pacífico y el Atlántico; sin embargo, su importancia ecológica ha tenido poca atención debido a su inaccesibilidad física y a un inadecuado programa de administración ambiental a largo plazo (González y Torruco, 2005).

La principal estrategia de política ambiental para promover la conservación ha sido el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP). Las Áreas Marinas Protegidas (AMP) de México abarcan el

33.27% de las áreas marinas del país (González y Torruco, 2006). Campeche en particular, es uno de los estados del Golfo de México que posee arrecifes altamente desarrollados en cuanto a su diversidad, abundancia y extensión, el presente estudio proporciona un diagnóstico general de los arrecifes de Campeche (figura 1).

Asimismo, se presenta una evaluación de la biodiversidad y el grado de desarrollo arrecifal, en comparación con siete áreas naturales protegidas (ANP). La comparación se realizó con los seis grupos faunísticos de mayor predominio: corales duros, corales blandos, hidrozoarios, anémonas, esponjas y anélidos poliquetos. Es conveniente resaltar que los datos fueron obtenidos con la misma metodología y en intervalos de profundidad semejantes.

EVALUACIÓN

Se registro un total de 136 especies distribuidas en 6 grupos taxonómicos: corales duros (40), corales blandos (16), hidrozoarios (8), esponjas (59), anélidos poliquetos (5) y anémonas (8). La riqueza específica de los corales duros y blandos de los arrecifes de Campeche, fue inferior a la registrada en los arrecifes oceánicos del Caribe Mexicano: Isla Cozumel y Banco Chinchorro. Los hidrozoarios de Campeche, comparten el mismo nivel con cuatro sistemas arrecifales: tres del Caribe y Alacranes en Yucatán. Las anémonas reflejaron alta diversidad en Cozumel, en el parque Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc con valores superiores al 15 %, los arrecifes de Campeche ocuparon el tercer lugar con 16.67 %.

Las esponjas caracterizaron a Isla Cozumel como el sitio más diverso seguido de Banco Chinchorro, Campeche y Alacranes (figura 2). En el caso de los anélidos poliquetos sésiles, Campeche ocupa el segundo lugar, el primero (33.33 %) corresponde al Parque Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.



Figura 1. Ubicación de los arrecifes coralinos de Campeche.

DIAGNOSIS

El accidente fisiográfico más notable del Banco de Campeche es la barrera coralina, que se desarrolla desde Arrecife Alacranes en el estado de Yucatán hasta Cayo Arenas con una altura entre 20 y 30 m. Logan y colaboradores (1969) identificaron los principales horizontes sedimentarios de la región oeste y noreste de la plataforma continental, su topografía presenta variabilidad en su amplitud, el margen oeste se reduce a 42.6 km y va ampliándose con tendencia plana hacia el noreste hasta 142.6 km.

La plataforma continental es amplia con 160 km de anchura promedio y un declive aproximado de 1 a 580 m hasta el borde superior del talud continental a 130 m de profundidad (Logan *et al.*, 1969). La su-



Grupos faunísticos de mayor predominio.

perficie tiene características morfológicas similares a las de la llanura deltaica submarina de la Bahía de Campeche con ondulaciones, terrazas submarinas y arrecifes fósiles de menor relieve (Ferre-D'amare, 1995). El banco arrecifal más próximo se localiza a 19°45'30" LW, se considera limitado hacia el oeste por la Cuenca Tabasco-Campeche y al este por el estrecho de Yucatán, su desarrollo alcanza profundidades de hasta 100 m con una altura de 4 m aproximadamente, limitado por una terraza submarina de relieve llano. Las porciones del Holoceno de los arrecifes del Banco están creciendo en la punta de una prominencia que se eleva entre 30 a 35 m, en una terraza submarina entre los 50 y 60 m de profundidad (Torruco, 1995).

En la porción sur se eleva el relieve de los bancos Nuevo y Pera, donde la profundidad llega hasta 33 m aproximadamente. Al noreste sufre una irregularidad ocasionada por Cayo Arenas, la cual marca hacia el norte un desnivel brusco con un gradiente de 60 cm/ msnm,

lo que delimita la plataforma con el inicio del talud, más hacia el este también existen desniveles (Farrell *et al.*, 1983). En la superficie destacan ondulaciones deltaicas submarinas dispuestas a 18, 36, 75 y 92 m de profundidad, se registraron crecimientos arrecifales con un relieve variable y con pináculos de siete a diez metros de altura a profundidades entre los 35 y 90 m. Las terrazas submarinas están interrelacionadas con las comunidades arrecifales, en especial las cercanas al talud continental a 18°56' LN y 93°12' LW.

Bajo Obispo e islas de Triángulos son lomas o paredes arrecifales simples que tienen muchos escalones a los lados y pequeñas planicies coralinas. Estas lomas están orientadas hacia el noreste, de frente al oleaje y viento. Las estructuras arrecifales son muy pequeñas, la pared más larga es inferior a los 3 km. Cayo Arenas y Cayo Arcas están formados por sistemas arrecifales en forma de media luna, tienen grandes áreas de sedimentos con fragmentos de coral, amplias planicies coralinas y cayos arenosos con vegetación.

En relación a la biota de estos ecosistemas, el análisis comparativo muestra que de las 7 AMP del Golfo de México y del Caribe mexicano analizadas, los arrecifes de Campeche tienen el tercer lugar en el número de especies en 4 de los principales grupos arrecifales y el segundo lugar en dos de ellos, esto refleja la alta biodiversidad que poseen los arrecifes de Campeche y en consecuencia la importancia que tienen como ecosistemas únicos por su gran desarrollo ecológico-fisiográfico. Esta alta biodiversidad es un argumento de gran peso para solicitar su conservación e incorporación como Área Natural Protegida (ANP), ya que presenta una diversidad importante con respecto a otras áreas designadas con alguna gestión de protección. Los arrecifes de Campeche son sistemas prístinos con poco impacto antropogénico y con un gran potencial de utilización de sus recursos naturales, que bien merecen que nuestra legislación los coloque en un estatus de protección.

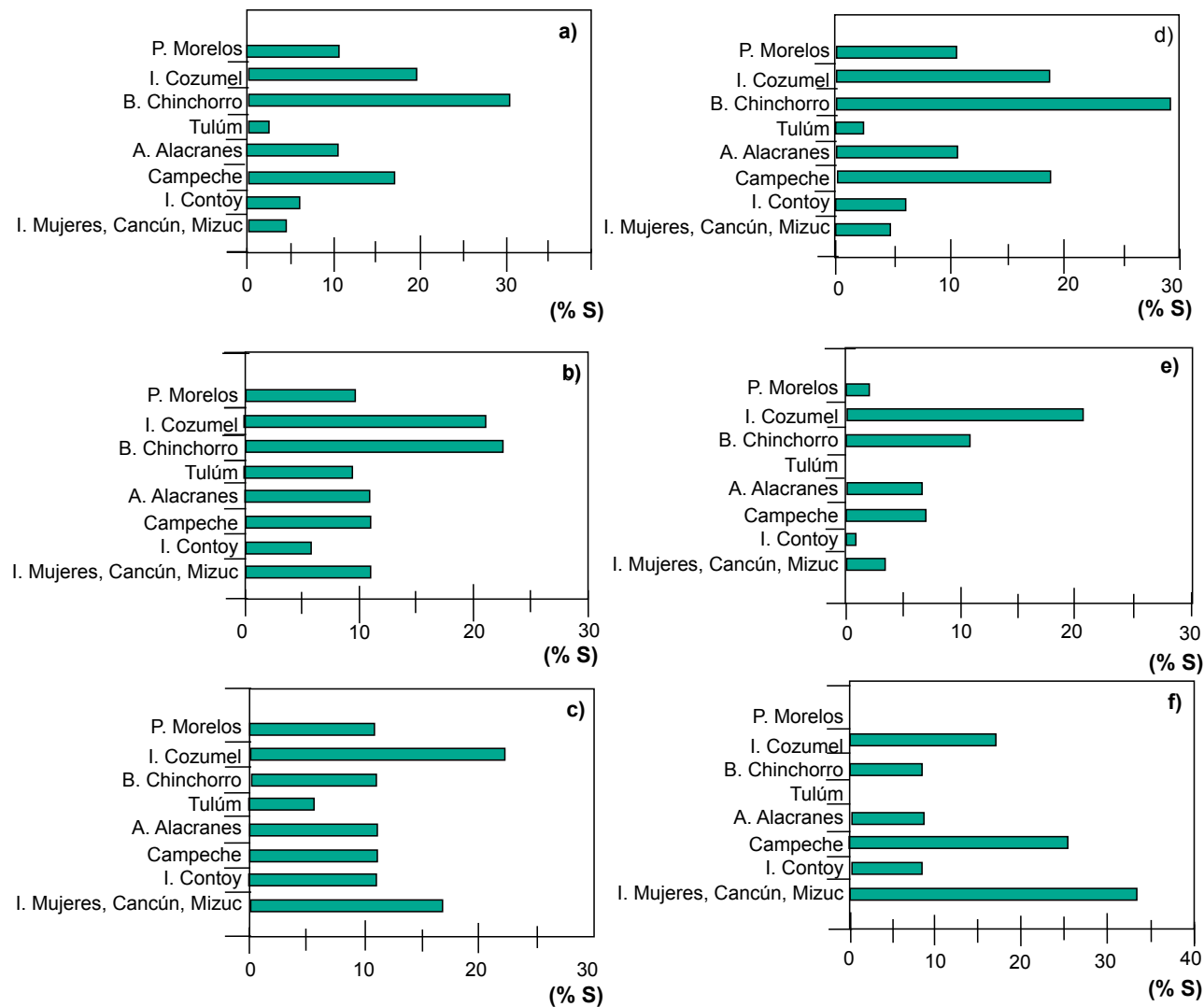


Figura 2. Comparación porcentual de la riqueza específica (S) de Campeche y siete áreas naturales protegidas, con los grupos taxonómicos registrados: a) corales escleractíneos, b) octocorales, c) hidrozoarios, d) anélidos, e) esponjas y f) poliquetos.

REFERENCIAS

- CONABIO, 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 71 p.
- Farrell, T.M., C.F. D'Ellia, L. Lubbers, y L. J. Pastor, 1983. Hermatypic coral diversity and reef zonation at Cayo Arcas, Campeche, Gulf of México. *Atoll Research Bulletin*, Washington, DC. 270 p.
- Ferre-D'amare, A.R., 1995. Prospección de los arrecifes coralinos de Cayo Arcas y Cayo Triángulo, Campeche, México. Impacto ambiental de una década de actividades de la Industria Petrolera. *Sian ka'an*, 4: 40-47.
- Logan, B.W., J. L. Harding, W.M. Aur, J.D. Williams, y R.G. Sneat, 1969. Carbonate sediments on reefs, Yucatán shelf, Mexico. Part I: Late quaternary sediments. *Memoirs American Association Petroleum Geologists*, 11: 1-128.
- González-Solis, A., y D. Torruco-Gómez, 2005. Submerged and insular vegetation in the reefs of Campeche, México. *Proceeding Annual Meeting Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Roadtown, Tortola British Virgin Islands. 56: 453-466.
- González-Solis, A., y D. Torruco-Gómez, 2006. Uso de la biodiversidad en la conservación de las ANP marinas. *Memorias de la 3ra. Conferencia latinoamericana de turismo sostenible*. Tulúm, Q. Roo. México. 23 p.
- Torruco-Gómez, D., y A. González-Solis, 1997. Arrecifes y Corales de Campeche. Cinvestav-IPN Unidad. Mérida/ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Desarrollo Pesquero de Campeche. Gobierno del Estado de Campeche. México. 50 p.
- Torruco-Gómez, D., 1995. Faunística y ecología de los corales escleractinios del sureste de México. Tesis doctorado. Universitat de Barcelona, España.



Foto: <http://www.sxc.hu>

Fisiografía de las islas y su relación con la flora insular en los arrecifes de Campeche

*Alicia González-Solis
y Daniel Torruco-Gómez*

INTRODUCCIÓN

En las costas del Golfo de México se han identificado 38 arrecifes de coral emergentes de tipo plataforma, así como otros arrecifes sumergidos y bancos arrecifales (Tunnell, 1988). Un grupo se localiza en el banco de Campeche e incluye los cayos: Arcas, Triángulos, Cayo nuevo, Bajos Obispo, Cayo Arenas y Alacranes. Las islas de algunos de estos arrecifes contienen los sitios de nidación de albatros más importantes del Golfo de México, así como fauna relevante. La flora es un elemento importante en la dinámica ecológica de estas áreas.

Las investigaciones realizadas en la mayoría de los arrecifes del país han sido muy puntuales, esto ha originado que el conocimiento de atributos de las áreas arrecifales sea pobre espacialmente y discontinuo en tiempo (Torruco y González, 1997). Todos los arrecifes del Golfo de México han sido impactados, en mayor o menor grado, por eventos naturales o por actividades humanas, como es el caso de los arrecifes de Campeche. La mayoría de ellos no tiene un inventario de sus recursos naturales ni tampoco se han revisado los efectos sinérgicos de los disturbios naturales y humanos. Esta falta de conocimiento científico ha ocasionado escases de elementos de juicio en las políticas de conservación y uso de los arrecifes de Campeche, lo que ha dado origen a indeseables consecuencias ecológicas, socio-económicas, de destrucción de hábitats y pérdida de recursos pesqueros, entre otros.

Bajo este contexto, se presenta una descripción del relieve y de la vegetación de las principales islas arrecifales de Campeche, en el contexto de una contribución al conocimiento de la biodiversidad vegetal y de la fisiografía de los cayos arenosos.

DIAGNOSIS

Los arrecifes de la Sonda de Campeche se localizan en una plataforma carbonatada en un intervalo entre 130 y 200 km fuera de la costa

(figura 1). Las provincias fisiográficas a las que pertenecen este grupo de arrecifes son el Carso Yucateco y Carso-Lomerios de Campeche, siendo la cordillera arrecifal que va desde Arrecife Alacranes a Cayo Arcas, el accidente fisiográfico más notable (Antoine y Gilmore, 1970). El suelo en las islas presenta concentraciones ricas en calcio y fósforo, debido a su origen calcáreo de restos de conchas y corales. Rebolledo (1983) menciona el predominio de un pH básico en todos los cayos y, por ello, supone irregularidad en la disponibilidad de nutrientes del suelo y en consecuencia en la distribución de la vegetación de ellas. La posición geográfica de estos arrecifes es significativa desde el punto de vista zoogeográfico y de ahí su importancia ecológica Campeche posee los arrecifes del Golfo más cercanos al centro de diversidad caribeño, por lo tanto son los más diversos y desarrollados de esta cuenca (González y Torruco, 2000 y 2001).

RELIEVE

Con el objetivo explícito de obtener una representación del relieve de las islas y de su relación con la biodiversidad vegetal que albergan, se realizó una descripción de estos atributos en cada una de ellas. Por motivos de orden, la descripción se empezó con las islas del norte y se finalizó con las islas del sur. Inicialmente se obtuvieron los contornos de cada cayo, en donde cada figura representa la escala del relieve (figura 2); al mismo tiempo, se realizó una colecta de la vegetación presente para su posterior análisis.

En cada isla se registró la vegetación presente y se determinó su cobertura, la colecta de ejemplares en campo sirvió para la identificación taxonómica en el laboratorio. De cada manchón vegetal, se tomaron fotografías para su posterior análisis digital con el Programa Erdas Imagine v. 8.3.1, cada fotografía fue tomada a un metro del piso utilizando una cámara Minolta Dinax 9000, el área registrada por

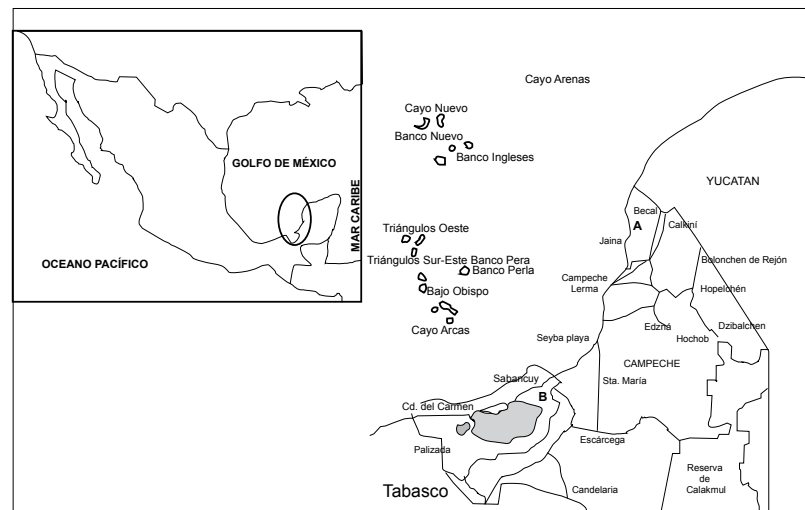


Figura 1. Ubicación de la zona.

cada fotografía fue de 2 400 cm² (60 x 40 cm). El área obtenida fue un estimado de la cobertura por especie, para corroborar el área dada por el programa se realizaron diferentes mediciones en 6 ejes lineares por manchón y se obtuvo el área de cada polígono, alcanzando un error entre ambos métodos de ± 1.73 cm².

Arrecifes de Cayo Nuevo

Ubicados entre las coordenadas: 21°49'48'' LN y 92°48'00'' LW; en esta localidad se obtuvo el relieve de dos cayos arrecifales, ambas islas están formadas principalmente por restos coralinos y una pequeña porción arenosa. Cayo Nuevo Este posee una área de 150 m² aproximadamente, es decir 30 m de longitud y 5 m de amplitud, su altura máxima fue de 1.3 m hacia el centro del islote y una pendiente suave en ambos extremos, no registró vegetación insular. Cayo Nuevo Oes-

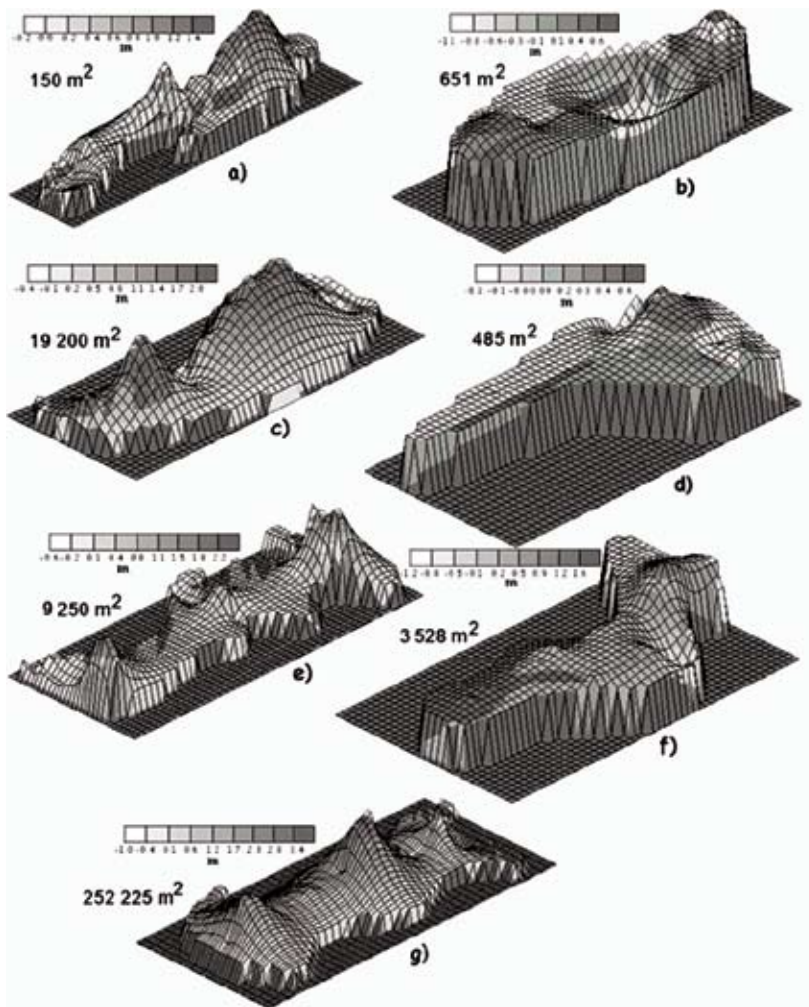


Figura 2. Relieve y áreas de las islas en los arrecifes de Campeche:
a) Cayo Nuevo Este; b) Cayo Nuevo Oeste; c) Triángulos Oeste;
d) Triángulo Sur; e) Triángulo Este Interno; f) Triángulo Este Externo
y g) Cayo Arcas.

te fue el más grande con 651 m² aproximadamente, sus pendientes fueron suaves y su mayor elevación se localizó también al centro con 1.3 m de altura, la vegetación registró sólo la especie *Tournefortia gnaphaloides* (L).

Arrecifes de Triángulos

Presentó cuatro cayos arrecifales emergentes, el mayor de ellos fue Triángulos Oeste ubicado entre las coordenadas: 20°58'0" LN y 92°19'0" LW, tiene un área de 19 200 m² con pendientes abruptas y llega a aplanarse en la porción central donde se presenta una fuerte depresión. La altura máxima fue de 2.5 msnm, formado por fragmentos coralinos con poca arena y por restos de otros organismos arrecifales que arrastran las tormentas y huracanes. Triángulos Sur ubicado entre las coordenadas: 20°57'50" LN y 92°19'25" LW, con una área promedio de 485 m², su relieve topográfico presenta una progresión gradual que se eleva hasta alcanzar una altura máxima de 1.2 m (figura 2). Triángulos Este ubicados entre las coordenadas: 20°57'50" LN y 92°18'50" LW. Triángulos Este Externo es un cayo alargado con un área de 3 528 m² y una longitud de 122.5 m, la porción este presentó depresiones de hasta 0.5 m, su altura máxima fue de 1.5 m, su relieve fue heterogéneo con algunas crestas y valles pronunciados. Triángulos Este Interno presentó un área de 9 250 m² y forma irregular fue más ancho que largo, está integrado por restos coralinos con una altura de 1.8 m que se suaviza hacia los extremos. Las depresiones son menos abruptas de hasta 0.5 m en uno de los extremos y no se presentan picos pronunciados.

Arrecife Bajo Obispo

Ubicado entre las coordenadas: 20°13'12" LN y 92°0'48" LW, presentó un pequeño islote oval con una área de 9 m² aproximadamente, el cual desaparece con la marea alta. No presenta vegetación.

Arrecife Arcas

Ubicado entre las coordenadas: 20°12'14" LN y 91°57'43" LW, es la mayor de todas las islas de la zona con una amplitud de 234 900 m², registró la mayor diversidad en la vegetación, incluye plantas introducidas como las casuarinas y palmas de coco, entre otras. Tiene una altura promedio de 3.8 m, su topografía muestra dos montículos con dos depresiones. Las pendientes son variables con un aplanamiento conspicuo en el centro, hacia los extremos se presenta un pico y un valle muy pronunciado.

VEGETACIÓN INSULAR

Se registró un total de 14 especies de plantas vasculares, algunos cayos arenosos presentaron poca vegetación representados por dos o tres especies y otros sin ningún registro como los Cayos de Triángulos Oeste, Triángulos Sur y Bajo Obispo. La especie con la mayor frecuencia y abundancia en estos arrecifes fue *Sesuvium portulacastrum* L. con el 35% de dominancia del total de las especies encontradas (tabla 1).

La localidad más diversa, según el índice de Shannon-Wiener, correspondió a Cayo Arcas con $H' = 2.66$, seguida de Cayo Arenas ($H' = 1.07$), Triángulos Este ($H' = 0.56$) y Cayo Nuevo ($H' = 0.1$). La vegetación en las diferentes islas se presentó principalmente en manchones uni-específicos, característicos de agrupaciones halófilas, por su disposición espacial se considera una zonación incipiente originada por pequeños cambios en la elevación del terreno.

Tabla 1. Dominancia porcentual de la flora insular de los arrecifes de Campeche.

Especies	% Dominancia
<i>Sesuvium portulacastrum.</i>	35.009
<i>Cenchrus insularis.</i>	14.375
<i>Suriana maritima.</i>	13.455
<i>Opuntia stricta</i> var. <i>dilleni.</i>	11.757
<i>Amaranthus greggii.</i>	10.883
<i>Ipomea pes-caprae.</i>	7.456
<i>Tournefortia gnaphaloides.</i>	3.159
<i>Salicornia virginica.</i>	1.744
<i>Portulaca oleraceae.</i>	1.514
<i>Capraria biflora.</i>	0.230
<i>Echites umbellata.</i>	0.150
<i>Hymenocallis littoralis.</i>	0.12
<i>Tribulus cistoides.</i>	0.12
<i>Avicenia germinans.</i>	0.03

Al relacionar la altura de las islas con la cobertura y con el número de especies, se encontró que al aumentar la altura promedio de las islas, también aumentan la cobertura de la vegetación y el número de especies registradas, se obtuvo una correlación directa explicada por la ecuación de regresión en los arrecifes de Cayo Nuevo de $R^2 = 0.21$, en los de Triángulos de $R^2 = 0.02$ y en Cayo Arcas de $R^2 = 0.11$, con pequeñas variaciones de la fracción total (figura 3), los coeficientes de correlación respectivos ($r = 0.45$, 0.15 y 0.33) corroboran la relación lineal entre ambas variables, ya que la razón entre las varianzas es mucho mayor que el valor de F ($8.04 > 0.010$).

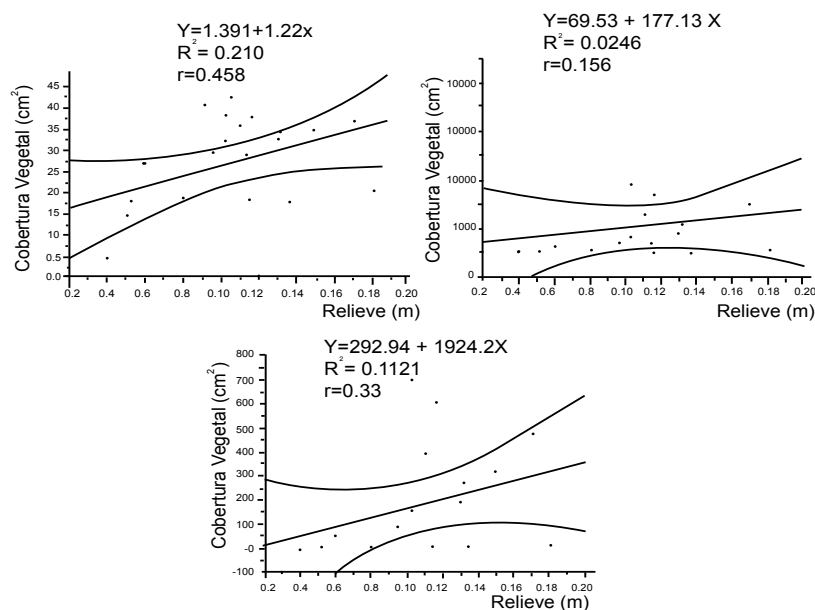


Figura 3. Relación de la cobertura vegetal y la altura en las islas de los arrecifes de Campeche: a) Arrecifes de Cayo Nuevo, b) Arrecifes de Triángulos y c) Cayo Arcas.

DISCUSIÓN

Cayo Arcas es el arrecife con la vegetación insular más diversa y mejor desarrollada, en donde existen ensamblajes de especies definidos, 57% de las especies registradas en el presente estudio son exclusivas de este Cayo, lo cual muestra condiciones muy favorables para el desarrollo de la vegetación. Estas condiciones se atribuyen a dos aspectos: el tamaño del área emergida de la isla, ya que fue una de las de mayor amplitud, y su cercanía con el continente (Carleton, 1988). Registros anteriores (Flores-Guido, 1983) muestran una diversidad más alta a la registrada; no obstante, las especies dominantes de la duna costera continúan siendo *Suriana maritima* y *Tournefortia gnaphaloides*, las

cuales consideramos que se encuentran en una etapa seral avanzada con la formación de matorrales de duna. Al circunscribirse a un área tan restringida no existe un mosaico ambiental definido que permitan la distribución en parches de la vegetación, no obstante deben de presentarse microdiferencias que originan que las especies respondan de manera diferencial a estímulos ambientales y reflejen los cambios observados.

Se considera que el elevado acumulo de sales solubles y la falta de nutrientes, son la causa del bajo crecimiento de la mayoría de las plantas (Toussenbroek, 1995); situación que ha favorecido a *Sesuvium portulacastrum*, *Opuntia stricta* var. *dilleni* y *Salicornia virginiana*, entre otras. Las características fisiográficas del bajo relieve, tipo de pendientes y escasa arena de los cayos, permiten un transporte pluvial de sales disueltas hacia las partes más bajas, en donde se acumulan por falta de drenaje y se magnifica por la elevada evaporación que existe (Bear, 1964). La mayoría de los cayos estudiados presentan en sus bordes un acumulo significativo de sales, algunas especies tienen la capacidad para retener sales y conservar la humedad, lo que origina un patrón de fijación diferencial de las especies en función de la tolerancia a estos factores (Espejel, 1987). En los cayos de Campeche no se ha registrado ninguna sucesión vegetal definida, es posible que la dinámica ambiental y los tamaños de las islas no hayan permitido tal consolidación y madurez de la comunidad vegetal, manteniéndose siempre en etapas serales jóvenes.

Los cayos arenosos de los arrecifes de Campeche no presentan una gran biodiversidad, en comparación de otras islas de la región, como es el caso del arrecife Alacranes en Yucatán o las islas del Caribe Mexicano, que presentan un mayor número de especies. La explicación es lógica, estas últimas tienen una mayor extensión, relieve y en ellas habita un considerable número de personas que han incrementado, conscientes o no, la biodiversidad en ellas; por otro lado, estas islas están muy cercanas al continente, lo que el flujo de especies no es

un problema. En Campeche, prevalecen dos factores importantes: son islas oceánicas alejadas del continente y donde no existe un tránsito de personas continuo, y el segundo es que están expuestas a la rigurosidad del clima, en donde los vientos son capaces de llevarse todo el sustrato arenoso y lo que esté en él en una sola tormenta debido a su bajo perfil. Una de las importancias que reviste la vegetación de estas islas, es que representan el registro de vegetación terrestre más alejado del continente. En el aspecto ecológico, aún no tienen un papel relevante como productores primarios que sostengan a otros grupos, ya que como se mencionó anteriormente están en una etapa seral muy joven y su pequeña aportación sólo es como fijadora de sustrato.



Foto: <http://www.sxc.hu>

REFERENCIAS

- Antoine, J. W., y J. G. Gilmore, 1970. Geology of the Gulf of Mexico. Ocean Industry, México. 38 p.
- Bear, F. E., 1964. Chemistry of the soil. New York Press. Londres. 223 p.
- Carleton, G. R., 1988. Ecological diversity in coastal zones and oceans. In: Wilson, O. (eds.) Biodiversity. National Academic Press. Washington.
- Espejel, I., 1987. Phytogeographical analysis of coastal vegetation in the Yucatan Peninsula. *Journal of Biogeography*, 14: 499-519.
- Flores-Guido, J. S., 1983. Vegetación insular de la península de Yucatán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 45: 23-37.
- González, S. A., y D. Torruco, 2000. Diagnosis for creation of a Biosphere Reserve in the Reefs of Campeche, Mexico. Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 53rd Annual Meeting Biloxi.
- González, S. A., y D. Torruco, 2001. Biodiversidad de las algas en los arrecifes del Caribe Mexicano y Belice. 30th Scientific Meeting of the Association of Marine Laboratories of the Caribbean. La Parguera. Puerto Rico.
- Rebolledo, M. S., 1983. Efecto de la topografía y tipo de suelo sobre la distribución de la vegetación en Cayo Arcas, Campeche. Tesis Licenciatura Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 53 p.
- Torruco, G. D., y A. González, 1997. Propuesta de ANP, zonas arrecifales de Campeche: Descripción y diagnóstico. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Pesquero. Gob. Campeche. Campeche. 81 p.
- Toussenbroek, B. I., 1995. *Thalassia testudinum* leaf dynamics in a Mexican Caribbean coral reef lagoon. *Marine Biology*, 122: 33-40.
- Tunnell, J. W., 1988. Regional comparison of southwestern Gulf of Mexico to Caribbean Sea coral reef. *Proceeding of the 6th International Coral Reef Symposium*, 3: 303-308.

Ecosistemas continentales

Síntesis de los tipos de vegetación terrestre

*Rodolfo Noriega-Trejo
y Marco A. Arteaga Aguilar*

INTRODUCCIÓN

Los tipos de vegetación que existen en el estado de Campeche son la expresión de las interacciones entre el clima, fisiografía y geología a través del tiempo. Diversos autores (Lundell 1933, 1934; Bravo, 1955; Miranda, 1958; Miranda y Hernández-X, 1963; Rzedowski, 1978; Flores y Espejel, 1994; Martínez y Galindo-Leal, 2002; Arteaga, 2007) han propuesto una variada nomenclatura para poder entender, estudiar y asignar nombres a estas comunidades vegetales. En este trabajo se presentan los tipos de vegetación que existen en el estado de Campeche, a partir de la clasificación propuesta en el Atlas de Ordenamiento Territorial del Estado de Campeche (Arteaga, 2007). La descripción de los tipos de vegetación se basa principalmente en esta clasificación, por ser la que mejor refleja el estado actual de este recurso para el estado.

SELVA ALTA Y MEDIANA SUBPERENNIFOLIA

La selva alta y mediana subperennifolia son los tipos de vegetación que originalmente ocupaban más extensión en el Estado; sin embargo actualmente se encuentran como masas boscosas en la región del centro y sur-sureste. Este tipo de vegetación se presenta (i) formando una ancha franja paralela al límite con el estado de Quintana Roo, ocupando casi en su totalidad al municipio de Calakmul, (ii) a manera de saltos dispersos abarcando diferentes regiones de los municipios de Escárcega, Candelaria y Palizada; y, de acuerdo con Flores y Espejel

(1994) (iii) como manchones aislados que se extienden hacia el norte de la entidad, alternando con otros tipos de vegetación. La temperatura media anual oscila alrededor de los 27°C y la precipitación media anual es de 1 300 mm (García, 1973). En estos tipos de vegetación los árboles llegan a medir de 30 hasta 35 m de altura y presentan hojas la mayor parte del año, perdiendo aproximadamente 25% en la época seca, que va de finales del mes del diciembre a mediados del mes de mayo. Esta selva logra un buen desarrollo en suelos poco profundos que rara vez pasan los 50 cm de profundidad, y provistos de materia orgánica (Flores y Espejel, 1994).

Por la extracción selectiva de algunas especies maderables que se realizó en estas selvas durante la primer mitad del siglo pasado, la comunidad vegetal actualmente se encuentra alternado con manchones de vegetación en diferentes etapas de sucesión. A pesar de lo anterior, esta selva sigue siendo de gran importancia para una explotación local. Los árboles representativos de este tipo de vegetación son el chicle (*Manilkara zapota*), la caoba (*Swetenia macrophylla*), el pukte' (*Bucida buceras*) y el ramón (*Brosimum alicastrum*).

Dentro de las selvas húmedas de México, las más secas se encuentran en la península de Yucatán debido a las condiciones del clima y suelo. Como consecuencia, las selvas alta y mediana subperennifolia se alternan formando una asociación (Martínez y Galindo-Leal, 2002), lo que hace difícil saber dónde empieza y termina cada una de estas comunidades.

SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA Y SUBCADUCIFOLIA

Estas comunidades vegetales se encuentran en toda la parte sur de Campeche, se extienden desde de la parte centro-norte de la meseta de Zohlaguna, en el municipio de Calakmul, hacia el noroeste del estado abarcando casi más de la mitad con el límite de Yucatán. El clima donde prospera este tipo de vegetación es tropical subhúmedo

con lluvias en verano, la precipitación media anual es de 1 078 a 1 229 mm y la temperatura media anual es de 25 a 26°C (García, 1973). Los árboles tienen una altura de 10 a 20 m aproximadamente, y dejan caer sus hojas de 50 a 75% durante la época seca del año, esto hace que los suelos donde prosperan formen una capa esponjosa de hojarasca; la pedregosidad es también otra propiedad del suelo, y que es un factor que propicia el establecimiento de este tipo de vegetación.

Los árboles característicos de estas selvas son el pich (*Enterolobium cyclocarpun*), el chechem negro (*Metopium brownei*), la ceiba (*Ceiba pentandra*) y el ya'axnik (*Vitex gaumeri*) (Flores y Espejel, 1994).

En el estado de Campeche, la selva mediana caducifolia y subcaducifolia han sido diezgadas desde tiempos prehispánicos con la extracción de diversos productos maderables y no maderables, como latex, plantas medicinales y fibras, entre otros. Actualmente la ganadería y la tierra de labranza han originado en gran parte de la región norte que estos tipos de vegetación se alternen con la vegetación secundaria en diferentes etapas de sucesión. Por ser el tipo de vegetación más representativo de Campeche reviste una gran importancia ecológica, al ser parte de una unidad natural conocida como la selva maya, importante remanente de vegetación tropical de Norte y Centroamérica (Berrón *et al.*, 2003).

SELVA BAJA PERENNIFOLIA Y SELVA BAJA SUBPERENNIFOLIA

Estos tipos de vegetación se pueden encontrar dispersos como pequeños manchones en todo el estado, en áreas más o menos extensas en la región centro, aproximadamente ocupando unas 38 524 ha, en especial en los municipios de Champotón y Hopelchén, y de manera fragmentada al sur (Palacio *et al.*, 2002). El tipo de clima que prevalece es el cálido húmedo con lluvias en verano (García, 1973). Una característica distintiva de estas comunidades es que la mitad del año

permanecen inundadas, los suelos donde se desarrollan poseen una estructura laminar, formando residuos de caliza-debido a su erosión-que dan como resultado un material impermeable (a estos suelos se les llama “*akalché*” en lengua maya) (Palacio *et al.*, 2002). Esta humedad, que es permanente en el subsuelo, le confiere a los árboles la propiedad de evitar la caída de las hojas de manera casi total.

En la porción norte del estado se tiene un mosaico de vegetación secundaria, que se establece una vez devastada la vegetación original (Rzedowski, 1978), derivada de las perturbaciones de estos tipos de vegetación. Las perturbaciones pueden ser originadas por el hombre, como el derribe de los árboles, o por efecto natural, como los huracanes.

Los árboles característicos de estas selvas son el tinto (*Haematoxylum campechianum*), el *chooch kitam* (*Hyperbaena winzerlingii*), el *boob chi'ich'* (*Coccoloba cozumelensis*), el *sak cheechem* (*Cameraria latifolia*) y el *satj'iitsa* (*Neomillspaughia emarginata*) (Palacio *et al.*, 2002).

Estos árboles tienen importancia económica y cultural; por ejemplo, el tinto se sigue explotando de manera local para elaborar colorantes, los tallos más rectos del *satj'iitsa* se usan para la confección de palos de escobas o para tender las fibras de la palma de *jjipi* (*Carludovica palmata*) en su tratamiento para la manufactura de artesanías. En su conjunto, la importancia ecológica de estas especies, por citar un ejemplo, es que son el hábitat de muchas especies de fauna y proporcionan el recurso alimenticio, como los frutos del *chooch kitam* y del *boob chi'ich'* para algunos herbívoros como el venado y el jabalí.

SELVA BAJA CADUCIFOLIA Y SUBCADUCIFOLIA

Las selvas baja caducifolia y subcaducifolia se encuentran bien representadas en el norte del estado, estas comunidades se van extendiendo de manera gradual desde el norte del municipio de Champotón hacia

Yucatán. También se aprecian a manera de manchones en el mismo municipio, al norte de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, aproximadamente en la región centro-este de Campeche (Palacio *et al.*, 2002). Los árboles no pasan de los 10 m de altura y dejan caer sus hojas total o casi totalmente durante la época seca del año. Se establecen en suelos planos o ligeramente inclinados con afloramiento rocoso. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual tiene un gradiente entre los 20 y 29°C (García, 1973).



Foto: Victor Kú, ECOSUR.

Estas comunidades vegetales se han alterado intensamente al practicar una agricultura incipiente y la extracción de leña. Otro factor que ha remarcado en gran medida el impacto ecológico para estas comunidades son las quemadas periódicas que se realizan en la época seca del año, y que por lo general se salen de control abarcando más área de la prevista (EPOMEX-CEDESU-ECOSUR-Chetumal, 1999).

Los árboles característicos son el *chak ch'ooy* (*Cochlospermum vitifolium*), el *chak kiis* (*Gyrocarpus americana*), el *silil* (*Diospyrus cuneata*), el *pixoy* (*Guazuma ulmifolia*) y el *chak kuy che'* (*Pseudobombax ellipticum*) (Palacio *et al.*, 2002).

Es común observar en pequeños claros de estas comunidades vegetales colonias de abejas productoras de miel, lo que supone que estos tipos de vegetación tienen importancia ecológica y económica por los recursos que ofrece a los pobladores (SAGAR, 1998).

SABANA

La sabana en Campeche se localiza en la región de Los Chenes, al centroeste del estado, en el municipio de Dzibalchén, y en su parte norte, en el municipio de Calkiní, y en algunas áreas hacia el sur, en los municipios de El Carmen y Palizada (Flores y Espejel, 1994). Son extensas áreas que están dominadas por gramíneas donde posiblemente se encuentran algunos árboles dispersos. El suelo es plano y en época de lluvias pueden llegar a inundarse. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano y la temperatura media anual varía pero nunca es menor a los 23°C (García, 1973).

Las especies características son el *saja'* (*Curatella americana*), el *chi'* (*Byrsonima crassifolia*), el *joma'* o más conocido como güiro (*Crescentia cujete*), el sacate (*Schizachyrium microstachum*) y el *jol che'* (*Cladium jamaicense*) (Flores y Espejel, 1994).

Quizá una de las especies más representativas extraída de las sabanas ligada a la cultura de los campechanos, es el uso del güiro como jícara

y para la confección de otros utensilios. La cosecha del fruto *chi'*, también conocido como nance, es otra especie que surgió de este tipo de vegetación. En las últimas décadas, el cultivo de arroz en la región sur, el municipio de Palizada, ha dado importancia a las sabanas.

PASTIZAL INDUCIDO Y CULTIVADO

Estos pastizales están dispersos en todo el estado como producto del derribe intencional o de forma indirecta, de la vegetación natural con fines básicamente ganaderos, cubriendo en su totalidad aproximadamente 1.1% del territorio estatal (Arteaga, 2007). Sin embargo, existen áreas que son importantes por la historia del uso del suelo que han practicado sus habitantes, fenómeno que se dio al final de la mitad del siglo pasado con el establecimiento de la población inmigrante de diversos estados de la República Mexicana. Esto ocurre principalmente en los municipios de El Carmen, Candelaria, Escárcega y Palizada; también al este de los municipios de Calakmul y Hopelchén; el área comprendida entre los municipios de Champotón y Campeche, y al norte del municipio de Calkiní (León, 2003).

Las especies características son guinea (*Panicum hirsutum*), *su'uk* (*P. maximum*) *jmul* (*Cenchrus incertus*) y zacate taiwan (*Digitaria insularis*) (Flores y Espejel, 1994).

PALMAR

Este tipo de vegetación se encuentra bien representado en el sureste del estado, la especie característica es *Scheelea liebmannii* (corozo); sin embargo para las zonas inundables de los municipios de Candelaria y Palizada, se forman manchones casi puros de *Acoelorrhaphes wrightii* (tasiste) (Miranda, 1958). Cabe mencionar que existen otras especies (*Chamaedorea spp.*, *Bactrix spp.*, y *Thrinax sp.*) que se encuentran formando parte integrante de otras comunidades vegetales

en todo el estado (Rzedowski, 1978). Existen áreas que se han visto favorecidas por el disturbio de algunas comunidades, especialmente cuando algunos sitios se someten al fuego, ciertas especies de palmas son las primeras en establecerse en la comunidad vegetal, especialmente en las selvas secas donde domina *Sabal mexicana* y *S. yapa* (guano) (Miranda, 1958).

Las palmas en la península de Yucatán están ligadas a la cultura y vida de sus pobladores desde tiempos precortesianos, ya que de éstas se obtienen fibras para la elaboración de sombreros, bolsas y otros utensilios para la vida diaria; pero quizá el valor más significativo es el que aportan las hojas que se emplean para la confección de techumbres en la casa tradicional maya (Rzedowski, 1978).

Las palmas también tienen gran importancia ecológica al proporcionar el hábitat para muchas especies de organismos, especialmente las aves; de la misma forma sus frutos son el alimento para algunas especies de loros y otras de mamíferos. Entre la inserción de las hojas con el tallo se crea un ambiente donde viven diversas especies de pequeños reptiles, insectos y otros invertebrados.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

VEGETACIÓN HALÓFITA Y GIPSÓFILA

La vegetación halófila en Campeche se desarrolla en suelos con alto contenido de sales, por lo general dominan las hierbas o vegetación de poca altura, como la que se encuentra en las costas. La vegetación gipsófila es la que crece en suelos yesosos, dominan también las hierbas y se pueden llegar a presentar algunos árboles (Rzedowski, 1978); en el estado se distribuyen en forma restringida como pequeños manchones puntuales: al oeste de Campeche, frente a la costa, en el municipio de Tenabo; en la región de la montaña, al este del municipio de Hopelchén; y una extensión considerable al sur, en el municipio de Candelaria, muy cerca del límite con el estado de Tabasco (Arteaga, 2007).

Las especies características son *Bouteloua americana* y *B. disticha*; entre otras, se pueden encontrar algunos representantes de los géneros *Atriplex*, *Salicornia* y *Suaeda* de la familia Chenopodiaceae. La familia Portulacaceae es también importante como parte de la flora en estos ambientes (Miranda, 1958).

La extracción de sal ya sea para uso doméstico o industrial es una de las principales actividades que se explotan de los suelos donde se establece la vegetación halófila; a estas regiones se les conoce localmente como blanquisales, en particular los que se localizan en frente a las costas del municipio de Tenabo. Por otro lado, un aspecto importante en la ecología de estas comunidades radica en su frontera con otros tipos de vegetación, donde las condiciones del suelo pueden cambiar drásticamente, lo que genera una continuidad en la cubierta vegetal del suelo (Arteaga, 2007).

PROBLEMAS QUE ENFRENTAN LOS TIPOS DE VEGETACIÓN EN CAMPECHE

Siendo Campeche uno de los estados que tiene áreas con vegetación más conservada, aproximadamente el 35% de su territorio (Berrón *et al.*, 2003), no escapa a los efectos paralelos de su desarrollo. Las extenciones de selva que posee desde tiempos históricos ya han venido explotándose para la obtención de diversos productos, como son el corte de maderas preciosas, la extracción del chicle, así como el derribe de la vegetación para el cultivo de los granos básicos o la ganadería. En épocas más recientes, el desarrollo turístico, especialmente el que se establece frente a las costas y playas, ha modificado significativamente la dinámica natural de las comunidades vegetales que originalmente existían, mediante el fraccionamiento del terreno para la construcción de hoteles u otros servicios. También la traza de carreteras y autopistas, el tender líneas de energía eléctrica, la construcción de viviendas para asentamientos humanos (Arteaga, 2007; Berrón *et al.*, 2003), aunado al importante movimiento de inmigrantes que llegó de diferentes estados de la República Mexicana para establecerse en territorio campechano desde la primera mitad del siglo pasado (León, 2003), son factores que paulatinamente han ido modificado la distribución original del recurso vegetal del estado.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

Se han descrito de manera sintética los tipos de vegetación que existen para Campeche; si bien es cierto que esto representa riqueza, esta aseveración se puede ver modificada al satisfacer demandas de una sociedad que responde a directrices y políticas actuales. Ante esto es preciso recordar que para asegurar el beneficio que representa el patrimonio natural a través de la cubierta vegetal para el estado, es necesario conocer, al menos de forma general, la conveniencia que estas comunidades representan: son reservorio de materias primas para diversos usos, forman parte del ciclo hidrológico, ayudan a la conservación del suelo, contribuyen con la estabilidad del clima, y son fuente de otros bienes y servicios ambientales.



Foto: Jorge Borroto, CONANP.

REFERENCIAS

- Arteaga, M.A., (ed.), 2007. Atlas de Ordenamiento Territorial del Estado de Campeche. Gobierno del Estado de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche 314 p.
- Berrón G., M.A. Arteaga, R. Noriega-Trejo, L.R. Martínez, L. Gódinez, y J. Vargas, 2003. Las áreas naturales protegidas del estado de Campeche. *Universidad de México*, 623:24-29.
- Bravo, H., 1955. Algunas observaciones acerca de la vegetación de Escárcega, Campeche, y zonas cercanas. *An. Inst. Biol. Méx.* 26:283-301.
- EPOMEX-CEDESU-ECOSUR-Chetumal, 1999. Estudio técnico de la segunda ampliación forestal del ejido Dzibalchén, Campeche. Para la Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de Campeche, México. Documento interno 98 p.
- Flores, J.S., y I.C. Espejel, 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*. Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida 135 p.
- García, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM 246 p.
- León, M.E., 2003. Vecindados y forasteros. Los inmigrantes en Campeche. *Universidad de México*, 623:57-65.
- Lundell, C.L., 1933. Chicle exploration in the sapotilla forest of the Yucatán Península. *Field and Labor*, 2:15-21.
- Lundell, C.L., 1934. Preliminary sketch of the phytogeography of the Yucatán Península. *Carnegie Institute of Washington Publication*, 436:257-321.
- Martínez, E., y C. Galindo-Leal, 2002. La vegetación de Calakmul, Campeche, México: clasificación, descripción y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 71:7-32.
- Miranda, F., 1958. Estudios acerca de la vegetación. p. 161-173. Tomo II. En: Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México.
- Miranda, F., y E. Hernández X., 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28:29-179.
- Palacio A.G., R. Noriega-Trejo, y P. Zamora, 2002. Caracterización físico-geográfica del paisaje conocido como “bajos inundables”. El caso del Área Natural Protegida Balankín, Campeche. *Investigaciones Geográficas*, 49:57-73.
- Rzedowski, J., 1978. Vegetación de México. Limusa, México 432 p.
- SAGAR, 1998. Flora nectarífera y polinífera en la Península de Yucatán. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 128 p.

Vegetación acuática

Celso Gutiérrez Báez

INTRODUCCIÓN

En el estado de Campeche las plantas acuáticas se ven favorecidas por la presencia de un litoral extenso, lo que propicia la formación de ambientes acuáticos marinos (pastos marinos y manglares) y ambientes dulceacuícolas (ríos, lagunas, aguadas, cenotes y cavernas); lo cual coloca a Campeche en el quinto lugar a nivel nacional en riqueza de especies después de Veracruz, Chiapas, Estado de México y Jalisco (Lot *et al.*, 1998). Cabe mencionar que los ambientes dulceacuícolas se ubican en las selvas bajas y medianas subperennifolias (Flores y Espejel, 1994).

Existen pocos estudios sobre estos ambientes en el Estado, entre los cuales se encuentran los realizados por Barrera (1982), Rico-Gray (1982), Durán (1987), Flores y Espejel (1994), Ocaña y Lot (1996), Palacio *et al.* (2002), Zamora (2003) y Gutiérrez (2006).

En el presente trabajo se mencionan los tipos de vegetación acuática y se anexa una lista de especies estrictamente acuáticas del estado de Campeche; es decir, de aquellas plantas que completan su ciclo de vida totalmente sumergidas, emergiendo del agua o flotando en la superficie. La gran mayoría no sobrevive fuera del agua, aunque sea por periodos cortos (Lot *et al.*, 1998).

Gutiérrez (2006) registró para el estado de 36 especies de plantas estrictamente acuáticas. En la tabla 1 se enlistan 17 familias, 23 géneros, 39 especies, tres subespecies y una variedad de plantas estrictamente acuáticas, siendo las monocotiledóneas más dominantes con 28 especies, las dicotiledóneas con ocho especies y sólo tres especies de helechos.

VEGETACIÓN

Tulares y popales

Estas comunidades de hidrófitas se localizan en lugares bajos de la selva que se inunda temporalmente. Son comunidades conformadas por *Typha domingensis* “tule” (hidrófitas emergentes) y *Thalia geniculata* “popal” se encuentra en las márgenes de los petenes, la periferia de la laguna de Términos y las selvas bajas inundables (akalché). En estas comunidades también se hallan otras especies como: *Echinodorus andrieuxii* “flor de agua” *E. nymphaeifolius*, *Sagittaria guyanensis*, *S. lancifolia*, *Nymphoides indica*, *Isoetes cubana* y *Nymphaea blanda*. La importancia de estas especies es el atractivo de sus flores y sus hojas, utilizadas en jardinería de estanques (Flores y Espejel, 1994).

Hidrófitas en cenotes

Los cenotes son depresiones del suelo con cuerpo de agua “ojos de agua”, que pueden ser superficiales o en caverna, encontrándose hidrófitas sumergidas como *Egeria densa* y *Vallisneria americana* “cintilla”, flotantes como *Lemna spp* *Eichhornia crassipes* “lirio de agua”, *Pistia stratiotes* “lechuga de agua” y *N. ampla* “pan caliente”; y entre las emergentes a *T. domingensis* “tule” y *Phragmites australis* “carrizo” (Flores y Espejel, 1994). Estas especies forman parte del atractivo turístico del lugar.

Riparias

En la ribera de los ríos Candelaria, Palizada, Carrizal y Champotón se aprecian hidrófitas libremente flotantes como: *Salvinia auriculata* “oreja de ratón”, *S. minima*, *E. crassipes* “jacinto”; hidrófitas flotantes arraigadas al fondo: *N. ampla* “pan caliente” e hidrófitas emergentes: *T. domingensis* “popal”, *Pontederia sagittata* “papatlilla de agua”,

Sagittaria lancifolia “tulillo” y *Heliconia latispatatha* “platanillo” (Ocaña y Lot, 19969). Estos lugares favorecen el desarrollo de especies forrajeras y son santuarios de aves migratorias.

Hidrófitas en lagunas

En las lagunas como la de Silvituk que se localiza al sur del estado, podemos encontrar comunidades de hidrófitas flotantes arraigadas al fondo (*Nelumbo lutea*). En las márgenes de las aguadas existen comunidades de hidrófitas emergentes de *T. domingensis* “tule”; hidrófitas libremente flotantes como *Hydromystria laevigata*, *Wolffia columbiana*, *Pistia stratiotes* “lechuga de agua” y *N. ampla* “pan caliente” (Palacio *et al.*, 2002). Estas especies además de ser forrajeras embellecen el lugar.

Sabana húmeda de ciperáceas

Esta comunidad de hidrófitas mide entre 1 y 1.5 m de altura, dominada por el género *Cyperus spp*. Martínez y Galindo (2002) registraron este tipo de comunidad en Calakmul, que se localiza al sureste del Estado; se caracteriza por permanecer inundada entre seis y ocho meses al año y son dominadas por las ciperáceas: *Cladium jamaicensis* “navajuela”, *Cyperus articulatus* “junco” y *Fuirena stephani*. Estos lugares contribuye al desarrollo de especies forrajeras.

Tabla 1. Lista de especies de plantas estrictamente acuáticas de Campeche.

División PTERIDOPHYTA	Isoetaceae <i>Isoetes cubana</i> Engelm. Ex Baker Novelo 598 (CICY).
	Salviniaaceae <i>Salvinia auriculata</i> Aubl. Castro 12 (UCAM).E. Ceballos 134 (UCAM); C. Chan 1227 (CICY); C.Gutiérrez 5103(UCAM); P. Zamora 5608 (UCAM).
	<i>Salvinia minima</i> Baker Chan & Burgos 1227 (CICY); E. Martínez 27138,29407,30721,31324-a (MEXU); Ortega 1793 (UADY).
División: EMBRYOPHYTA SIPHONOGAMA Subdivisión: ANGIOSPERMAE Clase: MONOCOTYLEDONEAE	Alismataceae <i>Echinodorus andrieuxii</i> (Hook. & Arn.) Small N.v. “flor de agua” P. Alvaro 285(MEXU);Cabrera-Mis 240 (UCAM); C. Chan 1257 (CICY); C.Gutiérrez 5069, 5473 (CICY,UCAM,UAMIZ,XAL), 5562 (UCAM,XAL),7614 (UCAM,MEXU), 7697 (UCAM), 8339 (UCAM); E. Madrid 340 (MEXU); E. Martínez 29404,29678,31809 (MEXU); Miller S/N (BM). V. Rico-Gray 500 (CICY).
	<i>Echinodorus ovalis</i> C. Wright Novelo 685 (MEXU).
	<i>Echinodorus paniculatus</i> M. Micheli Lot & Novelo 1337 (MEXU).
	<i>Echinodorus nymphaeifolius</i> (Griseb.) Buchenau P. Alvaro 284 (MEXU); C. Gutiérrez 5574 (CICY,UAMIZ,UCAM,XAL), 5608 (CICY,MEXU,UAMIZ,UCAM,XAL), 5695(UAMIZ,UCAM), 7612 (MEXU,UCAM), 8334 (UCAM); E. Lira 78 (MEXU); Lundell 1270 (GH,MEXU,MO,US); E. Martínez 28827,29800 (MEXU); Mell 2090 (US); Novelo 687 (MEXU,MO); J.J. Ortiz 650 (CICY).
	<i>Sagittaria guyanensis</i> Kunth subsp. guyanensis Cabrera 2085 (MEXU), C. Chan 41368 (CICY); C. Gutiérrez 6684 (CICY,UCAM)
	<i>Sagittaria intermedia</i> M. Micheli C.Chan 4137 (CICY); Menéndez 525 (F,MEXU).
	<i>Sagittaria lancifolia</i> L. subsp. lancifolia. Carnevali, Tapia & May-Pat 5772 (CICY); E. Martínez 31930 (MEXU).
	<i>Sagittaria lancifolia</i> L subsp. media (M. Micheli) Bogin. Castro 21 (UCAM);C. Gutiérrez 4375,7320 (CICY,UCAM),7588 (UCAM); Lot & Novelo 878 (MEXU); Matuda 3840 (MEXU), 3886 (GH,F,MEXU); Menéndez 499 (MEXU); Zamora 5327 (UCAM).
	<i>Sagittaria latifolia</i> Willd. R.Lira 542 (MEXU).
	Cymodoceaceae <i>Halodule beaudettei</i> (Hartog.) Hartog; Proo 6080 (ENCB).

Tabla 1 (continuación). Lista de especies de plantas estrictamente acuáticas de Campeche.

División: EMBRYOPHYTA	<i>Halodule wrightii</i> Asch.
SIPHONOGAMA	Lot & Novelo 1396 (MEXU).
Subdivisión: ANGIOSPERMAE	<i>Syringodium filiforme</i> Kutz.
Clase: MONOCOTYLEDONEAE	C. Gutiérrez 7239,9181,9442 (UCAM) ;Menéndez 470 (XAL); Proo 608 (ENCB); Rzedowski 26338 (ENCB); Vargas 1968 (ENCB).
	Hydrocharitaceae
	<i>Thalasia testudinum</i> Banks & Sol. Ex K.D. Koenig
	N.v. “pasto de tortuga “
	J.S. Flores & Ucan 9209 (CICY,XAL); C. Gutiérrez 8265,8658,9182 (UCAM); A.López-Ferrari 1559 (CICY);
	Menéndez 468(F); Proo 544 (ENCB); Rzedowski 26337 (ENCB,WIS), 26380 (ENCB).
	<i>Vallisneria americana</i> Michx.
	Davidse & Cabrera 20299 (MEXU,MO); Lot 2564 (MEXU,MO); Lot & Novelo 870 (MEXU) ; F.Menéndez 471(F,MEXU).
	Lemnaceae
	<i>Lemna aequinoctialis</i> Welwitsch.
	N.v. “ixi’imja”
	F. Menendez 514 (MEXU);Novelo 700 (MEXU).
	<i>Lemna minuscula</i> Herter
	E. Martínez 9094 (MEXU,MO);Menéndez 514 (MEXU).
	<i>Wolffia brasiliensis</i> Wedd.
	Aguilar S/N (ENCB); Steere 1566 (MICH).
	Limnocharitaceae
	<i>Limnocharis flava</i> (L.) Buchenau
	C.Chan 896 (CICY,UADY); Ucan & Chan 1611 (CICY,UADY).
	Najadaceae
	<i>Najas guadalupensis</i> (Spreng.) Magnus var. <i>guadalupensis</i>
	Lot 2562 (MEXU).
	<i>Najas wrightiana</i> A. Br.
	Carnevali, Tapia & May 5755 (CICY); E. Martínez 28585 (MEXU); F.Menéndez 512 (MEXU); Novelo 705 (MEXU);
	F.Menéndez 485 (MO).
	Pontederiaceae
	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms N.v. “Flor de agua, Jacinto, lirio de agua”
	Cabrera-Miss 590 (UCAM); Chan 1151 (CICY,MEXU), 1665 (CICY), 4734 (CICY), 6173 (CICY); Chan & Flores 490 (CICY,XAL);
	Chan & Burgos 1228 (CICY); E. Martínez 31633 (MEXU); Ucan & Chan 1665 (CICY).
	<i>Pontederia lanceolata</i> Nutt.
	Chan 6403 (UCAM).

Tabla 1 (continuación). Lista de especies de plantas estrictamente acuáticas de Campeche.			
División: EMBRYOPHYTA SIPHONOGAMA Subdivisión: ANGIOSPERMAE Clase: MONOCOTYLEDONEAE	<i>Pontederia sagittata</i> C. Presl N.v. “platanillo” Carnevali, Tapia, May, Mondragón, Carrillo, Alvarez & L. Martínez 6082 (CICY), 6170 (CICY); C.Chan 1124 (CICY), 2285 (CICY), 3724 (CICY), 4129 (CICY), 6403 (CICY); E. Góngora 457 (CICY); A.Puch 1348 (CICY); Zamora 5185 (CICY,UCAM), 5266 (CICY,UCAM), 5539, 5575 (UCAM). <i>Zosterella dubia</i> (Jacq.) Small Matuda 3872 (GH,MEXU,MICH). Potamogetonaceae <i>Potamogeton nodosus</i> Poir. N.v. “Sargazo” Cabrera & H. de Cabrera 14867 (MO); E.Matuda 3876 (GH,MEXU,LL,MICH,NY). <i>Potamogeton pectinatus</i> L. Colmenero S/N (MEXU). Ruppiaceae <i>Ruppia maritima</i> L. Barkley & Carr. 36216 (GH); Lot 2563 (MEXU,MO); Menéndez 472 (MEXU,MO); Narváez & Rico-Gray 244 (XAL). Typhaceae <i>Typha domingensis</i> Pers. N.v. “poop” Alvaro 267(MEXU);Cabrera-Miss 241 (UCAM); Chan 229 (CICY), 2031 (CICY),4932 (CICY); Gutiérrez 5474 (UCAM,XAL),5656 (CICY, MEXU,UCAM,XAL), 5696 (UCAM,XAL),6685 (CICY,UCAM), 6767 (CICY,UCAM), 7302 (CICY,UCAM); E. Góngora 215 (CICY); E. Martínez, O. Téllez & F. Martínez 3033 (CICY); E. Martínez 30493-a (MEXU); F. Menéndez 493 (MEXU), 496 (MEXU); Rico-Gray 216 (CICY); Sánchez 823 (UCAM); Ucan & Durán 4480 (CICY). <td>Clase:DICOTYLEDONAE</td> <td> Cabombaceae <i>Cabomba palaeformis</i> Fasset E.Cabrera 14938 (CICY); G. Carnevali, Tapia, May-Pat, Mondragón, Carrillo, Alvarez & Martínez 6124 (CICY,UCAM); Castro 1 (UCAM); C. Chan 4669 (CICY); Colmenero S/N (MEXU); C. Gutiérrez 5105,7279 (UCAM,XAL) ; Lot & Novelo 874 (ENCB,MEXU); Lundell 1024 (GH); Matuda 3874 (GH,MEXU), 37478 (MEXU); Menéndez 513 (MEXU);E.Martínez 31928 (MEXU); A. Puch 1346 (CICY). Zamora 5182,5577,5627 (UCAM). Ceratophyllaceae <i>Ceratophyllum demersum</i> L. Colmenero S/N (MEXU);D. Ocaña 72 (MO). Gentianaceae <i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze Carnevali, Tapia & May-Pat 5744 (CICY); Castro 82 (UCAM); C.Gutiérrez 5582 (UAMIZ,UCAM,XAL); V.Rico-Gray & Burgos 473 (CICY); Matuda 3827 (GH, MEXU). </td>	Clase:DICOTYLEDONAE	Cabombaceae <i>Cabomba palaeformis</i> Fasset E.Cabrera 14938 (CICY); G. Carnevali, Tapia, May-Pat, Mondragón, Carrillo, Alvarez & Martínez 6124 (CICY,UCAM); Castro 1 (UCAM); C. Chan 4669 (CICY); Colmenero S/N (MEXU); C. Gutiérrez 5105,7279 (UCAM,XAL) ; Lot & Novelo 874 (ENCB,MEXU); Lundell 1024 (GH); Matuda 3874 (GH,MEXU), 37478 (MEXU); Menéndez 513 (MEXU);E.Martínez 31928 (MEXU); A. Puch 1346 (CICY). Zamora 5182,5577,5627 (UCAM). Ceratophyllaceae <i>Ceratophyllum demersum</i> L. Colmenero S/N (MEXU);D. Ocaña 72 (MO). Gentianaceae <i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze Carnevali, Tapia & May-Pat 5744 (CICY); Castro 82 (UCAM); C.Gutiérrez 5582 (UAMIZ,UCAM,XAL); V.Rico-Gray & Burgos 473 (CICY); Matuda 3827 (GH, MEXU).

Tabla 1 (continuación). Lista de especies de plantas estrictamente acuáticas de Campeche .

Clase: DICOTYLEDONAE

Nelumbonaceae

Nelumbo lutea Willd.

C. Gutiérrez & I. Ruelas 8501, 8522 (CICY, UCAM);

E. Martínez 31917 (MEXU); Matuda 3833 (GH, MEXU); Zamora 4328 (UCAM).

Nymphaeaceae

Nymphaea ampla (Salisb.) DC.

N.v. “Flor de sol, flor de agua, x-lé i ja”

Cabrera & Cabrera 2279 (MEXU, MO); Calzada, Ucan, Chan, Espejel, Ordoñez & Vargas 6812 (UADY); G. Carnevali 6119 (CICY, MO, UCAM); Cabrera-Miss 447, 589 (UCAM); Castro 3, 80 (UCAM); F. Chaidez 5 (UCAM); Chávez & P. Simá 170 (UADY); C. Chan 1130 (MEXU); A. Chater 95, 115 (MEXU); C. Gutiérrez 4384, 5781 (UAMIZ, UCAM), 6765 (UCAM); Hernández, Chavelas & Madrigal 332 (MEXU); Lot & Novelo 866 (MEXU); E. Martínez 31924 (MEXU); Matuda 3877 (F, GH, MEXU, NY), 37479 (MEXU); D. Méndez 133 (UCAM); F. Menéndez 484 (F, MEXU), 494 (F, MEXU), 497 (MEXU), 521 (MEXU); Novelo 267 (MEXU), 690 (MO); Ocaña 66, 75 (IZTA, MEXU, MO); G. Pech 57 (UCAM); Zamora 4263, 4910, 4931, 5186, 5615, 5659, 5841 (UCAM).

Nymphaea conardii Wiersema.

C. Gutiérrez 7613 (CICY, UCAM); E. Martínez 28580, 28816 (MEXU).

Nymphaea jamesoniana Planch.

G. Bravo 1270 (MEXU); Carnevali, May-Pat & Tapia 5798 (CICY, UCAM); E. Lira 81 (MEXU); Novelo 698 (MEXU).

Nymphaea pulchella DC.

R. Galaviz 10 (UCAM); C. Gutiérrez 7982 (UCAM); Zamora 6270 (UCAM).

CONCLUSIÓN

Las plantas acuáticas son escasas en comparación con las plantas vasculares terrestres, ya que la mayoría habita en humedales temporales formados después de la época de lluvias. Campeche presenta un gran número de especies acuáticas por la diversidad de humedales que posee, ocupando el quinto lugar a nivel nacional (23% de las plantas estrictamente acuáticas a nivel nacional). Existen pocas colectas debido a que el acceso a estos lugares es complicado, además de la rápida floración de las hidrófilas; sin embargo, los inventarios florísticos de los humedales de la península de Yucatán, son importantes para tener un registro de especies que ayuden a la elaboración de estudios y planes de manejo ecológico en los ambientes costeros y dulceacuicolas.

REFERENCIAS

- Barrera. A., 1982. Los Petenes del noroeste de Yucatán. Su exploración ecológica en perspectiva. *Biótica*, 7 (2): 163-169.
- Durán. R., 1987. Descripción y análisis de la estructura y composición de la vegetación de los Petenes del noroeste de Campeche, México. *Biótica*, 12 (3): 159-198.
- Flores. J.S., e I. C. Espejel, 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. 135 p.
- Gutierrez. C., 2006. Lista de especies de plantas acuáticas vasculares de la península de Yucatán, México. *Polibotánica*, 21: 75-87.
- Lot. H. A., A. Novelo, y P. Ramírez-García, 1998. Diversidad de la flora acuática Mexicana. p. 563-578. En: Biodiversidad Biológica de México. Orígenes y distribución. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Martínez. E., y C. Galindo, 2002. La vegetación de Calakmul, Campeche, México: Clasificación, descripción y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 71:7-32.
- Ocaña. D., y A. Lot, 1996. Estudio de la vegetación acuática vascular del sistema fluvio-lagunar-deltaico del río Palizada en Campeche, México. *Anales del Instituto de Biología. Ser. Bot.*, 67(2): 303-327.
- Palacio. A. G., R. Noriega, y P. Zamora, 2002. Caracterización físico-geográfica del paisaje conocido como “bajo inundable” el caso del área Natural Protegida Balamkin, Campeche. Investigación Geográfica. *Boletín del Instituto de Geografía*, 49:57-73.
- Rico-Gray. V., 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste del estado de Campeche, México: Los Petenes. *Biótica*, 7 (2): 171-190.
- Zamora. P., 2003. Contribución al estudio florístico y descripción de la vegetación del Municipio de Tenabo, Campeche, México. *Polibotánica*, 15: 1-40.



Foto: Víctor Kú, ECOSUR.

Estudio de caso: la vegetación de los Petenes de Campeche

Fernando Tun-Dzul y Rafael Durán García

Las asociaciones vegetales conocidas como Petenes se consideran como islas de vegetación arbórea inmersas en una matriz de vegetación inundable, que ocupa las ciénegas someras y pantanosas, llamadas marismas, que bordean prácticamente toda la península de Yucatán (Barrera, 1982); estas marismas se localizan cercanas a la costa por lo que se ven influenciadas por la salinidad del mar.

En Campeche, estas asociaciones se encuentran distribuidas en el norte del estado, dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera Los Petenes, la cual forma parte de un continuo de humedales en zonas cársticas (Palacio *et al.*, 2005); los retenes están inmersos dentro del área ocupada por el manglar chaparro y en las zonas de pastizales. La superficie que ocupa es de alrededor de 17 450 ha. En general, los petenes se encuentran en buen estado de conservación y sólo los petenes que se ubican muy cercanos a vías de comunicación presentan algún estado de alteración antropogénica, al ser utilizados para la extracción de leña, maderas para construcción y palmas de huano para techos de casas.

Lo que identifica a un petén es el cambio brusco en la altura de la vegetación, lo cual está asociado a la elevación del terreno, al cambio en la composición y estructura de la vegetación, así como a la afluencia de agua proveniente del manto freático. La riqueza florística y diversidad de los petenes es superior a la de la vegetación circundante y sus árboles presentan alturas entre 20 y 25 m. Además, la estructura de la vegetación en estas comunidades llega a ser de tipo selvática, llegando a presentar, en los petenes de mayor tamaño, un desarrollo similar al de una selva mediana subperennifolia (Durán, 1987; Tun-Dzul, 1996).

Geomorfológicamente hablando, el área donde se desarrollan los petenes es una planicie del tipo cárstica-palustre; en su origen es una planicie denudatoria cubierta por materiales del cuaternario y condicionada por la humedad superficial y subterránea. Se presentan depresiones sobre terrenos fangosos y salinos debido a la disolución de los materiales carbonatados, lo que da origen a afloramientos de cenotes y pequeñas cuevas de origen freático (Palacio *et al.*, 2005). El suelo predominante donde se desarrollan los petenes es el gleysol mólico, teniendo como suelos secundarios al solonchac órtico y al regosol calcárico (INEGI, 1984). Los suelos en los petenes son orgánicos y profundos, se caracterizan por ser muy jóvenes y estar frecuentemente saturados de agua.

Se ha documentado la importancia del flujo de agua de los manantiales, la cual juega un papel fundamental en el funcionamiento de estas islas debido a su continuo aporte de agua y nutrimentos, ya que el afloramiento del manto freático, a manera de manantial en un medio pantanoso, da lugar a la conformación de comunidades vegetales en forma de islas con características hidrológicas, edáficas y de vegetación muy particulares (Trejo-Torres, 1993).

Existen grandes diferencias en la conformación de los petenes de la región, como el hecho de presentar distintos tipos de vegetación y por lo tanto una diversidad de especies muy variable, poseer diferentes niveles o grados de inundación, presencia o ausencia de manantiales (cenotes), diferentes grados de perturbación, ya sea natural o antropogénica, además de presentar tamaños y formas muy variables.

Los petenes son muy variados en su composición vegetal, de tal manera que se pueden encontrar petenes donde la dominancia es del mangle (*Rhizophora mangle*), otros donde predomina una mezcla de mangle con especies de selva subperennifolia, y los que se encuentran más alejados de la costa, que están conformados por especies selváticas; los petenes presentan una alta producción de biomasa anual y las especies vegetales que aportan mayor cantidad de biomasa son las mismas que determinan la estructura de la comunidad (Tun-Dzul, 1996).

La importancia de los petenes radica esencialmente en las condiciones ambientales tan particulares sobre las que se desarrollan y en la presencia de especies vegetales que constituyen tipos de selva con ambientes diferentes. Algunas de las especies representativas de los petenes son: *R. mangle* (*tabche'*), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (*tsakolkom*), *Manilkara zapota* (*chicle*), *Ficus cotinifolia* (*kopo'*), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Tabebuia rosea* (*makulis*), *Sabal yapa* (huano), *Bravaisia berlandieriana* (*hulub*), *Metopium brownei* (*chechem*), *Bursera simaruba* (*chakah*), *Annona glabra* (*corcho*), *Pisonia aculeata* (*be'eb*) y *Acrostichum aureum* (helecho de manglar).

Los petenes son sitios importantes para la fauna silvestre de la región, ya que le brindan alimento, agua y protección a muchas especies que ocupan su hábitat de forma temporal o permanente, además de que pueden funcionar como sitios de descanso o de paso durante los recorridos de las especies que migran o tienen ámbitos hogareños muy amplios.

Referencias

- Barrera, A., 1982. Los Petenes del noroeste de Yucatán: su exploración ecológica en perspectiva. *Biótica*, 7(2): 163-170.
- Durán, R., 1987. Descripción y análisis de la estructura y composición de la vegetación de los Petenes del noroeste de Campeche, México. *Biótica*, 12(3): 181-198.
- INEGI, 1984. Carta edafológica Calkiní F15-9-12, escala 1:250 000. 1a. Ed. México, D.F.
- Palacio, A.G., V. Medina, y F. Bautista, 2005. Diagnóstico ambiental de la costa del estado de Campeche: enfoques geomorfológico y geopedológico. p. 59-72. En: Z.F. Bautista y A.G. Palacio (eds.). Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán: implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. UAC-UADY-INE. Campeche, Méx. 304 p.
- Trejo-Torres, J.C., 1993. Vegetación, suelo e hidrodinámica de dos Petenes de la Reserva de Dzilam, Yucatán. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yuc. 137 p.
- Tun-Dzul, F., 1996. Producción de hojarasca, su aporte mineral y la estructura de la vegetación en dos Petenes del estado de Campeche. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida Yuc. 75 p.



Foto: Centro EPOMEX-UAC.

Estudio de caso: los Petenes de Campeche, Reserva de la Biosfera

Nuria Torrescano Valle

Desde la época prehispánica se consideraba una región muy singular y de gran importancia, ya que alberga diversos vestigios arqueológicos y monumentos históricos, son mencionados en el diccionario maya Calepino de Motul, que los denomina como: “campos llanos de esta tierra junto al mar a manera de isletas donde hay lagartos y tortugas y algunos pescados” (Arzapalo-Marín, 1995). Actualmente son el refugio de una gran cantidad de organismos terrestres y acuáticos y son distinguidos por su importancia ancestral. La región de los petenes se distribuye ampliamente sobre la costa occidente de la península de Yucatán, abarca los estados de Campeche y Yucatán. En 1999 la región fue nombrada Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP) quedando incluida en el territorio del estado de Campeche. La RBLP se distribuye entre los 20° y 21° n y entre los 90° 20' y 90° 30' w, a una altitud de 0-0.4 msnm, con una extensión de 282 857 ha (Zedillo Ponce de León, 1999) (figura 1). La superficie abarca 15 km de ancho y 100 km de longitud, desde la costa noroeste del estado, siendo sus límites: al norte la Reserva de la Biosfera de Celestún, al oeste el Golfo de México. La porción terrestre de los petenes del estado se dis-

tribuye en parte de los municipios de Calkiní, Hecelchakan, Tenabo y Campeche. La parte marina se localiza en la zona costera suroriental del Golfo de México y abarca 12 millas de mar Patrimonial, al sur se encuentra la ciudad de San Francisco de Campeche, capital del estado (CONANP, 2003).

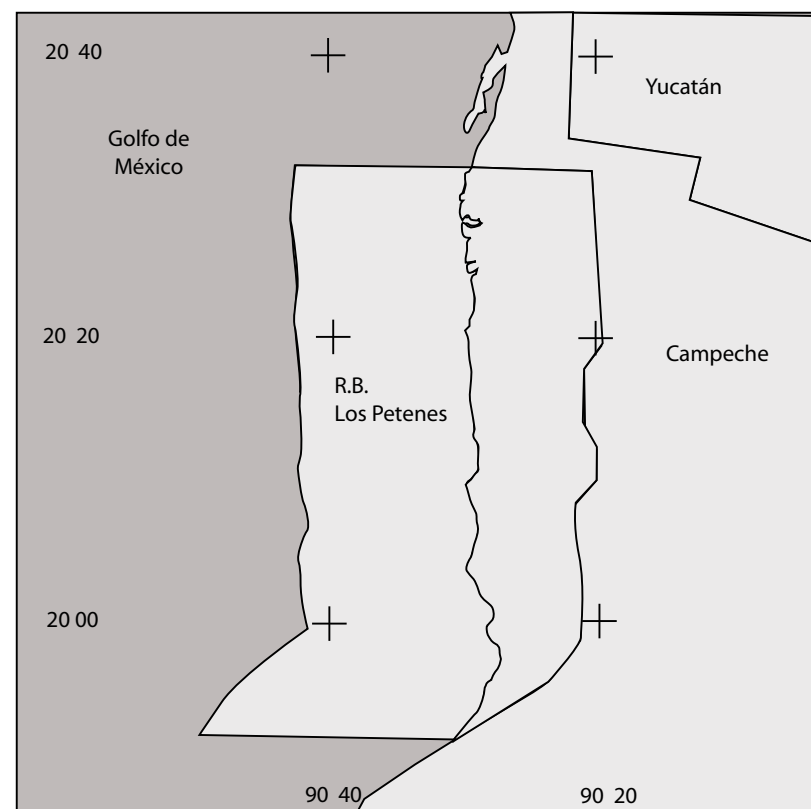


Figura 1. Mapa de la reserva, tomado del Diario Oficial de la Federación (2004).

Topografía y suelos

Los petenes están inmersos en una planicie costera reconocida como la plataforma yucateca, la superficie cuenta con una inclinación de sur a norte, la altitud promedio no supera los 15 msnm y las inclinaciones del terreno son menores a 5%. El límite entre la costa y tierra adentro de la ciénega esta determinado por cambios en la elevación, los cambios son suaves y la inundación disminuye conforme se avanza en dirección a tierra firme (Rico-Gray, 1982). Los suelos son oscuros de origen orgánico, poco rocosos, delgados (0-20 cm), de origen joven (calcáreas de aproximadamente 1.7 millones de años) y en general se encuentran saturados de agua. Presentan una capa superficial rica en materia orgánica, producto de la descomposición de hojas, raíces y ramas. Esta capa se encuentra encima de una capa compacta de roca más o menos dura de color gris, compuesta principalmente de carbonato de calcio y arcilla, el color es producto de la actividad de algas verde-azules del periphyton y por su origen marino (Gleason, 1972; Olmsted *et al.*, 1980; Durán-García, 1987).

Hidrografía y clima

La hidrografía de los petenes es uno de los rasgos más importantes, ya que es uno de los factores determinantes en la formación de estas peculiares formaciones. El sistema hidrológico está sujeto a los cambios intermareales, determinados por el régimen estacional (lluvias, nortes y huracanes) y a las diferencias de altitud y relieve. La naturaleza calcárea de la planicie y la cercanía al mar genera afloramientos de agua dulce que derivan en el desarrollo de canales. Una amplia red conecta entre sí a los petenes, tierra firme y el mar. Otro fenómeno es la inclusión de ojos de agua, afloramientos de agua dulce, los cuales con el tiempo pueden convertirse en cenotes u ojos de agua semicautivos (temporales), en torno a ellos suelen encontrarse petenes selváticos (Rico-Gray, 1982; Torres-Castro, 2005). Para la región centro-sur, el

clima está catalogado como cálido subhúmedo (tipo Aw0) con lluvias en verano, para el norte se considera de tipo semiseco y cálido (BS0(h')(x')i). Durante el periodo de lluvias se presenta una sequía conocida como canícula, la cual se distingue por altas temperaturas durante varios días. La temperatura media anual es de 26.4°C y la precipitación media anual varía de 725.5 mm a 1 049.7 mm de norte a sur (Rico-Gray y Palacios-Ríos, 1996).

Recursos bióticos

La vegetación cambia partiendo del mar a tierra adentro, es determinada por la cercanía al mar, tolerancia a la inundación, grado de salinidad, cambios en la elevación (gradiente relativo al nivel del agua circundante), tipo de suelo y superficie del terreno. De esta forma la vista del paisaje es un mosaico entre manglar, tulares, petenes, sabanas



Foto: Centro EPOMEX-UAC.

Tabla 1. Tipos de Peten. Clasificación elaborada a partir de Rico-Gray (1982) con base en el nivel de desarrollo sucesional, y los datos de Barrera (1982), Durán-García (1987), Rico-Gray y Palacios-Ríos (1996) y Durán-García (1995). Más de 8 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo principalmente amenazadas y en protección especial.

Tipo de Peten		Características
Mar	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>), Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>) y Mangle negro (<i>Avicenia germinans</i>).	Acompañados de <i>Acrostichum aureum</i> (helecho de manglar) delimitan mangle blanco y manglar achaparrado, altura promedio de 15-20 m.
	Peten mixto.	Además de mangle rojo, negro y blanco, <i>Manilkara zapota</i> (sapote), <i>Tabebuia rosea</i> (makulis), <i>Swietenia macrophylla</i> (caoba), <i>Malvaviscus arboreus</i> (tulipan cimarrón), <i>Bravaisia tubiflora</i> (julub), <i>Hymenocallis littoralis</i> (lirio) y diversas epifitas. Delimitados por cortadera y tule, altura promedio hasta 30 m.
	Peten de selva, baja, mediana, caducifolia, subcaducifolia y subperennifolia.	La abundancia de los componentes, estructura, alturas y cambios fisonómicos estacionales (porcentaje de hoja que pierden en la época seca) determina el tipo.
	Selva baja inundable.	Alturas hasta 25 m, componentes: <i>Annona glabra</i> (corcho), <i>Bucida buceras</i> (pukté), <i>Calophyllum brasiliense</i> (bari), <i>Metopium brownei</i> (chechem), <i>Haematoxylum campechianum</i> (tinto), <i>Crescentia cujete</i> (jícaro), <i>Dalbergia glabra</i> (muc), <i>Bravaisia tubiflora</i> (julub), además de numerosas especies de gramíneas (pastos) y cyperáceas (parecidas a pastos).
Tierra firme	Selvas bajas mucales, julubales o tintales.	Determinadas por el tipo de suelo y duración de la inundación, asociaciones con una especie dominante.

y selva. Se estima la presencia de 678 especies de plantas superiores distribuidas en 103 familias, 404 géneros, que incluyen 24 especies endémicas (exclusivas) de la península de Yucatán, tres amenazadas y cinco sujetas a protección especial (CONANP, 2006). La fauna acuática y terrestre representa un objetivo clave en la conservación, ya que la región de los Petenes es considerada sitio de crianza de una gran cantidad de peces, crustáceos (camarón, cangrejo) y moluscos (caracoles, pulpo); también es refugio de una gran cantidad de aves migratorias y representa el hábitat (la casa) de una gran cantidad de mamíferos, reptiles y anfibios; de los cuales, más de 70 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo (Mas y Correa, 2000; Pozo de la Tijera *et al.*, en Yañez-Arancibia *et al.* 1996); Flores-Hernández *et al.* 1992; Torres-Castro, 2005; Solís-Ramírez, 1994; Santos y Uribe, 1997).

Tipos de Peten

En el ambiente acuático se encuentran productores primarios que componen el fitoplancton (*Cynophycophyta*, *Pyrrophyta*, entre otros), pastos marinos (*Thalassia testudinum*) y diversos tipos de algas (*Ruppia maritima*, *Halodule beaudettei*, *Syringodium filiforme*). La vegetación terrestre inicia con asociaciones de manglar, primero el de franja, protector de la línea de costa, su altura promedio es de 10 m, compuesto por *Rhizophora mangle* (mangle rojo) y *Avicenia germinans* (mangle negro). En dirección a la tierra se encuentran los manglares achaparrados, tolerantes a gradientes extremos (salinidad, suelos pobres y alta inundación), alcanzan una altura de 1-3 m, pueden incluir mangle blanco o rojo (tabla 1). Los manglares mixtos pueden ser achaparrados o no, se encuentran en variaciones de terreno e inundación, incluyen otras especies como *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), *Dalbergia glabra* (*chak muk*), *Jaquinia aurantiaca* (*muyche*'), orquídeas, bromelias, *Cladium jamaicense* (cortadera, jolché) y *Cyperus sp.* (pastos).

Tabla 2. Fauna de los Petenes. Los grupos y especies más representativos registrados en los petenes se encuentran en la tabla. Datos tomados de Mas y Correa-Sandoval (2000), Pozo de la Tijera *et al.* (en Yañez-Arancibia *et al.*, 1996); Flores-Hernández *et al.* (1992); Torres-Castro (2005), Solís-Ramírez (1994) y Santos y Uribe (1997). Más de 70 especies se encuentran con alguna categoría de riesgo, principalmente amenazadas, en protección especial y en peligro de extinción.

Grupo	Especies
Aves	313 especies de aves migratorias y residentes, 65 en alguna categoría de riesgo, <i>Eudocimus albus</i> (Ibis blanco), carpintero (<i>Carpnephilus guatemalensis</i> , <i>Picus rubiginosus</i> y <i>Celeus castaneus</i>) entre otros.
Mamíferos	47 especies de ocho ordenes, 21 familias y 38 géneros, <i>Ateles geoffroyi</i> (mono araña), <i>Leopardus pardalis</i> (ocelote), <i>Phantera onca</i> (jaguar), <i>Tapirus bairdii</i> (danto), <i>Tayasu tajacu</i> (jabalí de collar), <i>Odocoileus virginianus</i> (venado cola branca) entre otros.
Anfibios y reptiles	30 especies, <i>Crocodylus moreletti</i> (cocodrilo de pantano), <i>Boa constrictor</i> (boa), <i>Bufo valliceps</i> (sapo) entre otros.
Fauna acuática	47 especies de peces marinos, en Hampolol y El Remate se registró 27 especies de peces continentales de 8 familias y 18 géneros. Peces de importancia pesquera <i>Epinephelus guaza</i> y <i>E. morio</i> (mero), <i>Lutianus apodus</i> (pargo), <i>Carcharhinus falciformis</i> (cazón) y <i>Aetobatus narinari</i> , <i>Dasyatis sabina</i> y <i>Rhinobatos lentiginosus</i> entre las rayas. Moluscos y crustáceos se reconoce una alta diversidad, cinco especies de almejas y 22 de caracoles. Tres especies de cefalópodos, <i>Octopus maya</i> (pulpo rojo) es endémico y de alta importancia pesquera. De alta importancia comercial crustáceos el camarón rosado (<i>Farfantepenaeus duorarum</i>) y el camarón blanco (<i>Litopenaeus setiferus</i>).

Los tulares se presentan en pantanos de altura promedio 0.60-3.5 m, en muchos casos se les localiza rodeando a los petenes, se distribuyen en zonas de alta inundación, depresiones con afloramientos de agua dulce que diluye la salinidad. Se componen de *Typha domingensis* (tule) y generalmente se encuentran mezclados con *Eleocharis cellulosa* (popotillo) y *Cladium jamaicense*. Posterior a estos tipos de vegetación encontramos distintos tipos de Peten, con componentes de los diferentes tipos de selva, la sucesión continua con selvas bajas inundables y finalmente con selvas correspondientes al gradiente norte sur, desde las más secas de tipo caducifolio hasta las más húmedas de tipo subperennifolio (Olmsted *et al.*, 1980; Barrera, 1982; Rico-Gray, 1982; Durán-García, 1987).

Población

Los huracanes, incendios y vientos son fenómenos frecuentes que afectan la región, pero dado que La RBLP se encuentra bajo la influencia de al menos 14 ejidos de los diferentes municipios circundantes, la extracción de recursos bióticos se ha realizado por milenios. En la actualidad se desarrollan actividades de subsistencia, como la pesca, la cacería, la recolección y extracción de madera, leña, frutos, etc. Una de las actividades más dañinas ha sido la fragmentación producida por carreteras. Sin embargo, desde hace dos décadas al nombrarse área de protección y posteriormente reserva de la biosfera, se ha frenado en gran medida el daño a la reserva. Existe gran escasez de información sobre el estado actual de conservación de la región, así como de los cambios en relación a las poblaciones que los utilizan y finalmente de su respuesta al cambio climático que experimentamos.

Referencias

- Arzápalo-Marín, R., 1995. Calepino de Motul, Diccionario Maya-Español. Tomo III. Dirección General del Personal Académico. Instituto de Investigaciones Antropológicas UNAM. 2039 p.
- Barrera, A., 1982. Los Petenes del noroeste de Yucatán: su exploración ecológica en perspectiva. *Biótica*, 7(2):163-169.
- Conanp, 2003. Ficha informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). Reserva de la Biosfera Los Petenes. 16 p.
- Conanp, 2006. Programa de conservación y manejo: reserva de la Biosfera Los Petenes. México, D. F. 203 p.
- Durán-García, R., 1987. Descripción y análisis de la estructura y composición de la vegetación de los Petenes del noroeste de Campeche, México. *Biótica*, 12(3):181-198.
- Durán-García, R., 1995. Diversidad florística de los Petenes de Campeche. *Acta Botánica Mexicana*, 31: 73-84.
- Flores-Hernández, D., P. Sánchez-Gil y J. Ramos Miranda, 1992. La pesca y los recursos pesqueros críticos del estado de Campeche. Informe Final-Proyecto de Investigación. SESIC-DIGICSA, SEP Proyecto 902465- Convenio C90-01-0551. 63 p.
- Gleason, J. P., 1972. The origen, sedimentation and stratigraphy of a calcitic mud location in the southern fresh-water Everglades. Thesis PhD. Pennsylvania St. Univ.. Pennsylvania, 355 p.
- Mas, J. F., y J. Correa-Sandoval, 2000. Análisis de la fragmentación del paisaje en el área protegida "Los Petenes", Campeche, México. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía*, 43:42-59.
- Olmsted, I. C., L. L. Loope, y R. E. Rintz, 1980. A survey and baseline analysis of aspects of the vegetation of Taylor Slough, Everglades National Park.. South Florida National Park, South Florida Research Center Report T-586. Florida, USA. 71 p.
- Pozo de la Tijera en: Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara-Domínguez, J.L. Rojas Galaviz, G.J. Villalobos Zapata, E. Rivera Arriaga, D.



Foto: Centro EPOMEX-UAC.

Zárate Lomeli, G. Palacio Aponte, J.F. Mas Causel, B.A. Pérez Vega, M.A. Ortiz Pérez, A.P. Pérez Linares, J. Correa Sandoval, A. De Alba Bocanegra. C. Pozo de la Tijera, E. Escobar Cabrera, I. Olmsted, J. Granados, R. Durán, J.C.Trejo, J.A. González Iturbe, F. Tun, M.T. Saavedra Vázquez, C. Ballote, y I. Silveira Alonso, 1996. Caracterización Ecológica Ambiental y de los Recursos Naturales de la Región de Los Petenes en Campeche, Organización de los Estados Americanos, Dirección General, Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente, Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Campeche, Año V, Número 1198, jueves 4 de julio de 1996.

Rico-Gray V., 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste del estado de Campeche, México: Los Petenes. *Biotica*, 7 (2): 171-190.

Rico-Gray, V., y M. Palacios-Ríos, 1996. Descripción y análisis de la estructura y composición de la vegetación de los Petenes del Noroeste de Campeche, México. *Acta Botánica Mexicana*, (34): 53-61.

Santos-Valencia, J. y J.A. Uribe-Martínez, 1997. Composición mensual y abundancia relativa de camarón rosado en aguas estuarino-costeras de Champotón e Isla Arena, Campeche durante 1994. INP, CRIP de Lerma, Camp., México. Informe Técnico (inédito). 22 p.

Solís-Ramírez, M., 1994. Mollusca de la península de Yucatán. p. 13-32. En: A. Yáñez-Arancibia. (ed.). Recursos faunísticos del litoral de la Península de Yucatán. UAC. EPOMEX Serie Científica 2. Campeche.

- Torres-Castro I. L., 2005. Composición y diversidad de peces en dos sistemas cársticos-palustres, los Petenes, Campeche. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Campeche, Camp. 35 p.

Zedillo Ponce de León E., 1999. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región de los Petenes del Estado de Campeche. 12 p.

Estudio de caso: Los bajos inundables en Campeche

Rodolfo Noriega-Trejo y Á. Gerardo Palacio Aponte

Introducción

Los bajos inundables son planicies cóncavas acumulativas en ambientes kársticos que se inundan durante la época de lluvias (Miranda, 1958). En estos sitios prospera la selva baja subperennifolia, a manera de parches rodeados de ambientes relativamente más secos. Debido a estas características son ambientes únicos en la región (Palacio *et al.*, 2002). Son ecosistemas conocidos regionalmente como *ak'alches*, palabra de origen maya que proviene de los vocablos: *akal*, que significa pantano (Duch, 2005) y *ché*, árbol o conjunto de árboles.

En el Estado, los bajos inundables se encuentran más o menos dispersos en todo el territorio; sin embargo, están mejor representados en los municipios de Candelaria, Carmen, Champotón, Calakmul, Escárcega y Hopelchén (Arteaga, 2007).

Los bajos inundables de Balamkín

Balamkín es un Área Protegida Estatal localizada al sureste del municipio de Champotón, entre los 18° 50' y 19° 10' de latitud norte y los

89° 40' y 90° 10' de longitud oeste (figura 1). La reserva cubre 110 000 ha, con altitudes máximas hasta de 300 msnm. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, una temperatura media anual nunca menor a los 21°C, y precipitación media anual entre los 1 000 y 1 200 mm (García, 1973). Los bajos inundables se establecen en suelos profundos, con poco afloramiento de rocas, ricos en material arcilloso y una estructura edáfica más o menos laminada (Palacio *et al.*, 2002). Esta condición propicia la rápida saturación de los suelos por humedad y, por tanto, su susceptibilidad a la inundación.

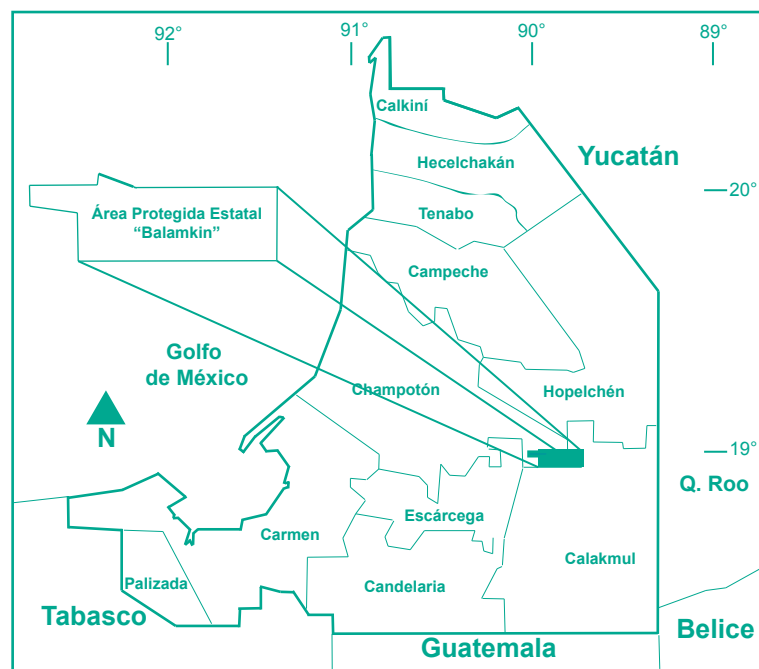


Figura 1. Localización de Balamkin en el estado de Campeche.

Vegetación

En los bajos inundables se establece una selva baja subperennifolia, con tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo, aunque este último es más evidente en los claros. En general, es una comunidad de estructura densa, en especial en la época lluviosa, lo que hace difícil su recorrido. Los árboles rara vez rebasan los 7 m de altura, en general presentan torceduras en sus tallos, ramificación desde su parte media, y debido a la condición de humedad casi permanente, al menos las tres cuartas partes de éstos conservan sus hojas durante todo el año. La fisonomía de la vegetación puede ser diferente al cambiar el tipo de suelo y conforme se asciende en un gradiente topográfico de menor a mayor altitud; estas comunidades se pueden intercalar gradualmente con la selva baja subcaducifolia (Palacio *et al.*, 2002).

Las especies vegetales que prosperan en los bajos inundables son tolerantes a períodos de inundación más o menos prolongados (Tundzul *et al.*, 2008). Se pueden encontrar: *Haematoxylum campechianum* (palo de Campeche), *Cameraria latifolia* (sak cheechem), *Dalbergia glabra* (muuk), *Erythrina satandleyana* (chak ch'obenché), *Hyperbaena winzerlinwii* (chooch kitam), *Coccoloba reflexiflora* (uva), *C. cozumelensis* (boob chi'ich), *Jacquinia macrocarpa* subs. *macrocarpa* (limoncillo), *Neomillspaughia emarginata* (sak its'a), *Acacia riparia* (katsim), *Lonchocarpus rugosus* (k'anasin), *Guettarida elliptica* (subin t'eel), *Asemnantha pubescens* (ya'ax kan), *Hampea trilobata* (majahua) y *Panicum aff. laxum* (Palacio *et al.*, 2002).

El tinto (*H. campechianum*) forma comunidades más o menos densas estableciéndose comunmente a la orilla de "las aguadas" (Martínez y Galindo-Leal, 2002). Éstas son superficies acuáticas que varían en tamaño, con drenaje deficiente formando cuerpos de agua donde algunas especies acuáticas encuentran un ambiente propicio para desarrollarse, como por ejemplo, *Pistia striatotes* (lechuga de agua), *Typha domingensis* (poop) y *Salvinia auriculata* (Palacio *et al.*, 2002).

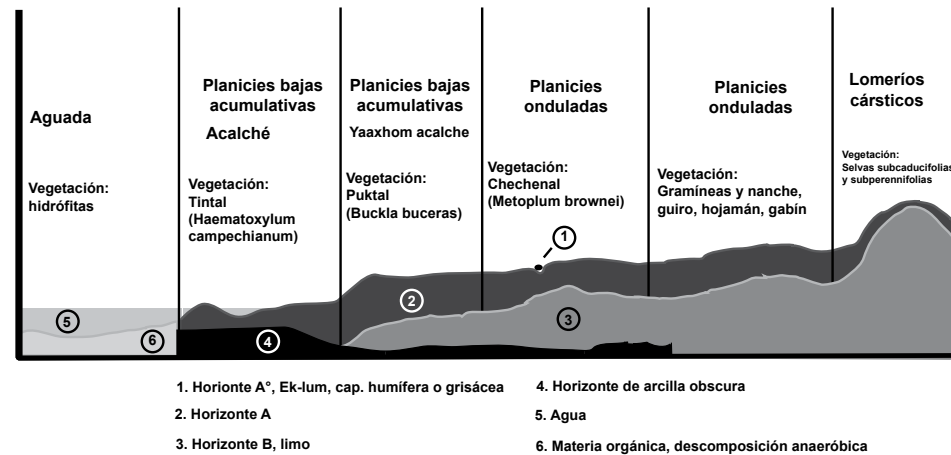


Figura 2. Perfil del área de estudio, mostrando la geomorfología y las especies asociadas.

El aprovechamiento del tinto desde tiempos de La Colonia, y más tarde el corte de las maderas preciosas como el cedro (*Cedrela odorata*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*), seguido de la explotación del chicle (*Manilkara zapota*) de la parte centro y el sur de Campeche (Martínez y Galindo-Leal, 2002; Miranda, 1958; Villaseñor, 1958), provocaron poco impacto a nivel ecosistémico, al trazar caminos angostos por los bajos inundables y hacer una extracción selectiva de estos recursos.

Fauna

La fauna de los bajos inundables es interesante, aparte de los grupos de invertebrados, insectos y peces que ahí habitan, existen otros que se distinguen por alguna particularidad: por ejemplo la rana *Rana berlandieri* con diseño de manchas en su piel la hace apreciada y con alto valor comercial, esto hace que esté sujeta a protección especial; la serpiente de cascabel (*Crotalus durissus*) es una especie que a pesar de ser temida por los campesinos es apreciada como alimento y por sus atributos medicinales; dos especies que potencialmente se encuentran en el área por sus hábitos es el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), que es considerada una especie rara, y la tortuga pochitoque (*Kinosternon creaseri*), especie endémica de la península de Yucatán, esto significa que sólo se encuentra en esta región del país. Hasta el momento se han registrado 129 especies de aves, de las cuales el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) y el loro yucateco (*Amazona xantolora*) son dos de los más emblemáticos y son también endémicos de la península de Yucatán. Especies de mamíferos como el mono aullador o saraguato (*Alouatta pigra*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*), el jaguar (*Panthera onca*) y el tapir (*Tapirus bairdii*) se encuentran también en los bajos inundables en busca de alimento y se encuentran en peligro de extinción (EPOMEX-CEDESU-ECOSUR-Chetumal, 1999; Diario Oficial de la Federación 2002).

Conclusión

Los bajos inundables de la región de Balamkin son ambientes de gran interés ecológico por la variedad de especies de orquídeas y bromélias que alberga, además de otras especies de plantas que sólo aquí se encuentran (endémicas), esto les confiere características que los hacen ecosistemas únicos en México (Martínez y Galindo-Leal, 2002); son por tanto humedales terrestres en ambientes kársticos que tienen un papel fundamental como refugio para las especies de flora y fauna a nivel regional, especialmente en épocas de estrés hídrico.

Por otro lado, con las nuevas alternativas y tendencias para el desarrollo los bajos inundables podrían ofrecer para el ecoturismo una opción de importancia económica por el valor y riqueza biológica que representan.

Referencias

- Arteaga, M.A., (ed.), 2007. Atlas de Ordenamiento Territorial del Estado de Campeche. Gobierno del Estado de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche 314 p.
- Diario Oficial de la Federación, 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, 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. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Segunda Sección del miércoles 6 de marzo de 2002.
- Duch, J., 2005. La nomenclatura maya de suelos: una aproximación a su diversidad y significado en el sur del estado de Yucatán. *Revista de Geografía Agrícola*, 43:57-74.
- EPOMEX-CEDESU-ECOSUR-Chetumal, 1999. Estudio técnico de la segunda ampliación forestal del ejido Dzibalchén, Campeche. Para la Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de Campeche, México. Documento interno. 98 p.
- García, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM 246 p.
- Martínez E., y C. Galindo-Leal, 2002. La vegetación de Calakmul, Campeche, México: clasificación, descripción y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 71:7-32.
- Miranda, F., 1958. Rasgos fisiográficos de interés para los estudios biológicos. p. 161-173. En: E. Beltrán (Ed.). Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II. IMERNAR. México.
- Palacio, A.G., R. Noriega-Trejo, y P. Zamora, 2002. Caracterización físico-geográfica del paisaje conocido como “bajos inundables”. El caso del Área Natural Protegida Balamkin, Campeche. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 49:57-73.
- Tun-Dzul, F., H. Vester, R. Durán, y B. Schmook, 2008. Estructura arbórea y variabilidad temporal del NDVI en los bajos inundables de Yucatán, México. *Polibotánica*, 25:69-90.
- Villaseñor R., 1958. Los bosques y su explotación. p. 275-326. En: E. Beltrán (Ed.). Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. IMERNAR. México.